



Droge vergisting van berm- en natuurgras

Kor Zwart & Dirk de Boer



ALTEERRA
WAGENINGEN UR

Droge vergisting van berm- en natuurgras

Kor Zwart¹ & Dirk de Boer²

1 Alterra Wageningen UR

2 Dienst Landelijk Gebied

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alterra Wageningen UR en Dienst Landelijk gebied (DLG) in opdracht van en gefinancierd door de gemeente Borger-Odoorn, de provincie Drenthe en het ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek (projectnummer BO-11-012-022 HD3462).

Alterra Wageningen UR

Wageningen, juli 2015

Alterra-rapport 2661

ISSN 1566-7197

Zwart, K.B. & Boer, D. de, 2015. *Droge vergisting van berm- en natuurgras*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2661. 46 blz.; 14 fig.; 7 tab.; 4 ref.

Droge vergisting van berm- en natuurgras kan een alternatief vormen voor de huidige gangbare verwerking via compostering. De productie van biogas is het voordeel van droge vergisting, terwijl er nog steeds compost wordt geproduceerd. Het voordeel van droge vergisting boven natte vergisting is dat de eerste minder wordt gehinderd door verontreinigingen in het gras, zoals zand, glas blik en plastic. Droge vergisting levert een besparing op van de emissie van broeikasgassen doordat biogas fossiele brandstoffen kan vervangen. Of vergisting economisch aantrekkelijker is dan compostering valt op dit moment nog niet te zeggen.

Dry anaerobic fermentation of grass from road verges and nature conservation areas may be an attractive alternative for composting the currently applied technology. Biogas production is the major advantage of dry anaerobic fermentation, while the process still produces compost. The major advantage of dry fermentation over wet fermentation is that the former is less sensitive to the presence of contaminants like soil, plastic and metal in the grass. Dry fermentation to biogas results in a reduction of greenhouse gas emissions due to the production of fossil fuel replacing biogas. At this stage it is too early to state that dry fermentation is also economically more attractive than composting.

Trefwoorden: bermgras, bermmaaisel, natuurgras, droge vergisting, biogas, compost, duurzaamheid

Dit rapport is gratis te downloaden van www.wageningenUR.nl/alterra (ga naar 'Alterra-rapporten' in de grijze balk onderaan). Alterra Wageningen UR verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2015 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wageningenUR.nl/alterra. Alterra is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra-rapport 2661 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Het maaien van de wegberm

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
2	Opzet van de proeven	11
	2.1 Bermmaaisel	11
	2.2 Natuurgras	13
	2.3 Droge vergisting	13
	2.4 De vergistingsinstallaties	16
	2.4.1 Dörpen	16
	2.4.2 Ostrhauderfehn	18
3	Resultaten	20
	3.1 Samenstelling van het ingekuilde gras	20
	3.2 Duurzaamheid van droge vergisting	21
	3.2.1 Hoeveel bio-energie wordt er geproduceerd en is de totale energiebalans van de keten positief?	22
	3.2.2 Hoe groot is de besparing aan emissie van broeikasgassen ten opzichte van het gebruik van fossiele brandstoffen?	26
	3.2.3 Is het proces sociaal-economisch aantrekkelijk?	27
4	Conclusies	29
	Literatuur	30
	Bijlage 1 Samenstelling ingekuild berm- en natuurgras	31
	Bijlage 2 Samenstelling compost zonder bermgras Dörpen	40
	Bijlage 3 Samenstelling compost met bermgras Dörpen	41
	Bijlage 4 Samenstelling digestaat zonder natuurgras Ostrhauderfehn	42
	Bijlage 5 Samenstelling digestaat met natuurgras Ostrhauderfehn	43

Woord vooraf

Berm- en natuurgras worden veelal afgevoerd nadat het gemaaid is om ervoor te zorgen dat er voedingsstoffen worden afgevoerd van de berm en het natuurterrein. Door de vershraling die dat veroorzaakt, neemt de biodiversiteit toe en wordt de natuurwaarde van zowel berm als natuurterrein groter.

Het afgevoerde gras wordt nu in de meeste gevallen nog gecomposteerd en de hele verwerkingsketen van maaien tot en met composteren brengt hoge kosten met zich mee voor de beheerders van wegen en natuurterreinen. Daarom wordt er gezocht naar alternatieve verwerkingsmethoden.

Vergisting is daarvan een goed voorbeeld. Vergisting levert biogas op en er bestaat een grote vraag naar grondstoffen voor biogasreactoren. Er zijn twee belangrijke vormen van vergisting, namelijk natte en droge vergisting. Bij natte vergisting wordt het materiaal in een reactor gebracht en volledig geroerd. Bij droge vergisting vindt geen menging plaats, maar wordt er vloeistof (percolaat-vloeistof) over het materiaal gerecirculeerd. Droge vergisting biedt een aantal technische voordelen boven natte vergisting. Zo leveren het aanwezige zand, plastic en metaal bij droge vergisting niet de technische problemen op die er wel bestaan bij natte vergisting. Vooral bermgras kan aanzienlijke hoeveelheden zand, plastic en metaal bevatten.

De gemeente Borger-Odoorn, de provincie Drenthe en het ministerie van Economische Zaken wilden graag een proef uitgevoerd zien waarbij berm- en natuurgras via droge vergisting werd omgezet in biogas. Deze proef is uitgevoerd in twee installaties vlak over de grens in Duitsland. In Nederland waren dergelijke installaties niet beschikbaar. Dit rapport beschrijft de proef en de resultaten ervan.

Samenvatting

Op verzoek van de Gemeente Borger-Odoorn, de provincie Drenthe en het ministerie van Economische Zaken is de droge vergisting van berm- en natuurgras onderzocht. Een belangrijke vraag daarbij was of droge vergisting niet alleen technisch mogelijk was, maar ook of het duurzamer zou zijn dan de huidige verwerking via compostering. De achtergrond daarvan is dat de huidige verwerking van dit materiaal kostbaar is en veel energie kost. Als berm- en natuurgras als grondstof voor vergisting kan dienen, wordt er in elk geval biogas uit gewonnen dat fossiele brandstof kan vervangen, maar bovendien zouden de verwerkingskosten omlaag kunnen gaan gezien de schaarste die er heerst op de grondstoffenmarkt voor vergisting.

Natte vergisting van bermmaaisel was al eens eerder onderzocht, maar gezien de samenstelling van dit soort materiaal, en dan vooral de verontreiniging met grond, zou droge vergisting wel eens gunstiger kunnen uitpakken. Aangezien dit nog niet eerder was gebeurd, is er een proef met droge vergisting van bermgras uitgevoerd in een biogasinstallatie in Dörpen (D), vlak over de grens bij Bourtange en met natuurgras in Ostrhauderfehn (D), tussen Leer en Oldenburg.

De chemische samenstelling van bermgras vormt geen belemmering voor de toepassing in een vergister, ook niet nadat het materiaal is ingekuuld. Het gehalte aan afbreekbare organische stof is hoog genoeg voor de productie van ca. 130 m³ biogas per ton materiaal. Het gehalte aan anorganische en organische verontreinigingen is zo laag dat de wetgeving geen belemmering vormt.

Ook technisch gezien leverde de bijmenging van berm- of natuurgras in de gangbare grondstoffen die in beide vergisters werden gebruikt geen problemen op.

De netto-energiebalans van droge vergisting is positief, er wordt meer energie met biogas geproduceerd dan er energie nodig is voor het maaien en verzamelen, het inkuilen, het transport, het operationeel houden van de vergister en de na-compostering. Wel is droge vergisting als gevolg van de intensieve na-compostering energetisch iets minder gunstig dan natte vergisting. Intensieve na-compostering is noodzakelijk indien er naast berm- en natuurgras ook nog andere organische materialen worden vergist waarin ziekteverwekkende organismen kunnen voorkomen. De bruto-energie die met biogas wordt geproduceerd per 1000 ton bermgras is voldoende om ca. 60 huishoudens van elektriciteit te voorzien.

Droge vergisting van bermgras levert een besparing op ten opzichte van aardgasgebruik op de broeikasgasemissie. Bruto bedraagt deze besparing ca. 150 ton per 1000 ton bermgras, netto is de besparing ruim 60 ton. Ook hier geldt dat de besparing bij natte vergisting iets gunstiger uitpakt als gevolg van het lagere energieverbruik. De broeikasgasemissiebalans bij een 'open' systeem als in Ostrhauderfehn is niet bepaald. Echter, deze wordt sterk negatief beïnvloed doordat digestaat enige tijd aan de buitenlucht wordt blootgesteld waarbij biogas, inclusief methaangas, in de atmosfeer terechtkomt. In Dörpen is dat niet het geval, daar wordt alle lucht van de gehele installatie door een bio-filter geleid.

De samenstelling van de compost met bermgras was anders dan compost die zonder bermgras was geproduceerd. Met bermgras was het organische stofgehalte van de compost van Dörpen hoger dan zonder bermgras. Met natuurgras was het nutriëntengehalte van het digestaat van Ostrhauderfehn wat lager dan bij weidegras.

Of droge vergisting ook financieel aantrekkelijk is, valt in dit stadium moeilijk te bepalen. Daarvoor zijn er nog te veel onzekerheden ten aanzien van de aard van de installatie, de omvang ervan, de investeringskosten en operationele kosten en de ontwikkelingen op de biogasmarkt.

Maar technisch gezien biedt droge vergisting zeker voordelen ten opzichte van natte vergisting. Vooral het feit dat grond en andere verontreinigingen als plastic, blik en papier geen technische belemmering vormen en dat het materiaal niet hoeft worden verkleind, maakt droge vergisting aantrekkelijk voor de verwerking van bermgras en natuurgras.

1 Inleiding

De gemeente Borger-Odoorn is op zoek naar een alternatieve methode om het maaisel van haar wegbermen te verwerken. De aanleiding daarvoor is meerledig. Deels wordt zij ingegeven door het feit dat bermmaaisel voor een groot deel uit biomassa bestaat. Biomassa bevat energie. Als die energie kan worden gewonnen, kan dat voor een deel fossiele brandstoffen vervangen en de broeikasgasemissies die met fossiele brandstoffen gepaard gaat, voorkomen. Deels heeft het met kosten te maken. De huidige verwerking tot compost (zie verderop) is betrekkelijk duur. Als de energiewinning financieel aantrekkelijk is, zouden de kosten van verwerking omlaag kunnen gaan. Maaien van bermen vormt een onderdeel van het bermonderhoud. Met het afvoeren van maaisel worden ook voedingsstoffen afgevoerd waardoor de bodem verarmt, wat goed is voor de biodiversiteit. Bovendien wordt door het uitruimen van de bermen de water-afvoerende functie van de berm – en de stabiliteit ervan – positief beïnvloed.

Energiewinning uit gras is niet nieuw. Diverse biogasinstallaties hebben al ervaring met de natte vergisting van gras afkomstig uit natuurterreinen, en de provincie Groningen heeft al een project uitgevoerd naar de vergisting van bermgras in een biogasinstallatie (Ehlert *et al.*, 2013). Uit de resultaten van de vergisting van berm- en natuurgras is gebleken dat dit technisch goed mogelijk is en dat er ca. 100 m³ biogas per ton maaisel geproduceerd kon worden.

In bijna alle gevallen met gras als grondstof was er sprake van 'natte' vergisting, dat wil zeggen vergisting in een volledig geroerd systeem. Dat brengt een aantal technische problemen met zich mee dat deels door het maaibeheer kan worden opgelost. Zo mag het maaisel niet te lang zijn. Lang gras kan problemen opleveren in de vijzel waarmee het materiaal in de vergistingstank wordt gebracht. Lang gras kan ook problemen veroorzaken met het roermechanisme van de vergister doordat het in elkaar gaat draaien. In elkaar gedraaid gras kan uitermate grote trekkrachten weerstaan waardoor de vijzel en het roermechanisme vastlopen. Daarnaast kan er een drijfslag ontstaan in de reactor waardoor de menging niet meer volledig is en de biogasproductie terugloopt. Ook kan de grond in bermmaaisel problemen veroorzaken in de vergistingstank, wanneer het naar de bodem uitzakt en daar een laag veroorzaakt. De werkelijke inhoud van de tank wordt dan kleiner en na verloop van tijd is het noodzakelijk om deze laag grond te verwijderen. Dat gaat met relatief hoge kosten gepaard. Via een aangepast maaibeheer kunnen deze problemen redelijk goed worden voorkomen.

Er bestaat echter een alternatief voor de natte vorm van vergisten, waarbij de lengte van het gras en de aanwezigheid van zand geen technische problemen veroorzaken. Dat alternatief is droge vergisting. Verderop zullen de overeenkomsten en verschillen tussen natte en droge vergisting nader worden besproken.

Bovendien is er een sociale component. Als energiewinning technisch en financieel haalbaar is, zou de gemeente kunnen overwegen om, al dan niet in samenwerking met buurgemeenten, zelf de verwerking van bermgras op zich te nemen om de lokale werkgelegenheid te bevorderen. Het betreft hier voor een deel een nieuwe aanvullende arbeidsgang, die niet concurreert met bestaand werk.

Borger-Odoorn heeft de (nu voormalige) DLG opdracht gegeven om een onderzoek te starten naar de droge vergisting van bermgras en Alterra gevraagd om dat onderzoek wetenschappelijk te begeleiden. Om de kosten van dit onderzoek te betalen, is een succesvol beroep gedaan op de helpdesk van het ministerie van Economische Zaken, waarbij als voorwaarde werd gesteld om niet alleen een proef uit te voeren met bermgras, maar ook met natuurgras. Bij de start van het project gaf ook de provincie Drenthe aan belangstelling te hebben om deel te nemen.

Het onderzoek is uitgevoerd in twee droge vergistingsinstallaties in Dörpen, vlak over de Duitse grens bij Bourtagne en in Ostrhauderfehn tussen Leer en Oldenburg.

Het bermmaaisel uit 2013 was hoofdzakelijk afkomstig uit de gemeente Borger-Odoorn (voorjaarsmaaisel en najaarsmaaisel), maar doordat er te weinig materiaal in het najaar was (droge zomer), is er ook maaisel verzameld uit andere gemeenten in Zuidoost-Drenthe. Het maaisel is ingekuuld en bewaard bij loonbedrijf Potze in Roswinkel totdat het vergist kon worden in 2014.

Het natuurgrasmaaisel (2013) was afkomstig van een SBB-natuurterrein bij Sellingen in Groningen, waar het ook ingekuuld is opgeslagen totdat het vergist kon worden in 2015.

Dit rapport beschrijft de resultaten van de proef met droge vergisting van berm- en natuurgras. Daarbij wordt niet alleen aandacht besteed aan de hoeveelheid biogas die geproduceerd kan worden, maar ook aan de kwaliteit van de geproduceerde compost en aan de duurzaamheid van deze vorm van verwerking. Het aspect van de aanvullende werkgelegenheid vormde geen onderdeel van de studie.

2 Opzet van de proeven

2.1 Bermmaaisel

Het wegnenet van de gemeente Borger-Odoorn in Drenthe (25 dorpen, 26 duizend inwoners, 289 km²) is ca. 800 km lang, waarvan ca. 100 km ecologisch beheerd wordt. Jaarlijks worden de bermen van deze wegen gemaaid, sommige 1 keer, andere 2 keer, afhankelijk van het beheerstype en van de biomassaproductie van de bermen. Het gras wordt afgevoerd om ervoor te zorgen dat de bermen verschrallen, waardoor de vegetatie rijker van samenstelling wordt.

De droge stofproductie van bermen kan vrij sterk variëren als gevolg van de bodemsamenstelling. Wegbermen op het zand zijn over het algemeen droger en hebben daardoor vaak een wat lagere productie dan wegbermen in het veengebied van de gemeente. Ook het weer heeft een grote invloed op de productie van wegbermen. In droge jaren is de productie lager dan in natte jaren. Gemiddeld genomen bedraagt de productie van Nederlandse wegbermen 3-5 ton droge stof per ha. Dat komt overeen met 12-20 ton vers materiaal. Doordat gemaaid gras meestal niet direct wordt afgevoerd, maar een paar dagen in de berm blijft liggen, wordt een deel van de organische stof afgebroken en verdampt een deel van het water (denk aan dampende hopen maaisel in de berm). Daardoor bedraagt de afvoer naar de composteerbedrijven wat minder dan er werkelijk wordt gemaaid, maar de totale afvoer blijft aanzienlijk en dus ook de kosten die ermee gepaard gaan.

Borger-Odoorn heeft het maaien van de bermen in eigen beheer. Tot dusver wordt de gemaaide vegetatie van de ecologisch beheerde wegbermen afgevoerd naar een composteerbedrijf waar het wordt verwerkt tot groencompost. De kosten van maaien en afvoeren zijn aanzienlijk (ca. 20-25 euro per ton). Om deze, plus een aantal andere redenen (duurzame energie, werkgelegenheid), wordt er gezocht naar alternatieve verwerkingsmethoden. Een daarvan is droge vergisting, waarbij biogas vrijkomt als duurzame energie en het residu van de vergisting (digestaat) kan worden verwerkt tot compost.

Bermmaaisel is toegelaten als product voor vergisting, mits het aan bepaalde voorwaarden voldoet (zie kader).¹

Uit Bijlage Aa van het Meststoffenbesluit: Categorie IV, G1: Toegelaten meststoffen:

Product dat verkregen is door vergisting van uitsluitend plantaardige stoffen vermeld onder de categorieën A tot en met G1 onder categorie 1 (digestaat van plantaardige covergistingmaterialen). G1-62. Reststof die is vrijgekomen bij het beheer van wegbermen en die bestaat uit de gemaaide vegetatie van grassen en kruiden en vrij is van hout, houtresten en zwerfvuil (bermmaaisel).

Voorwaarde:

Stoffen waar de in Bijlage II, onder Tabel 1, bij het besluit opgenomen maximale waarden voor zware metalen, uitgedrukt in milligrammen per kilogram van het desbetreffende waarde-gevende bestanddeel en de in Bijlage II, onder Tabel 4, bij het besluit opgenomen maximale waarden voor organische microverontreinigingen, uitgedrukt in milligrammen per kilogram van het desbetreffende waarde-gevende bestanddeel voor gelden.

Of in gewone taal: Het gehalte van bepaalde anorganische en organische verontreinigingen, bijvoorbeeld uitgedrukt in mg/kg organische stof, moet beneden bepaalde waarden blijven.

¹ Bron: http://wetten.overheid.nl/BWBR0018989/bijlageAa/geldigheidsdatum_24-03-2015

In 2013 is materiaal verzameld (Figuur 2.1) van het voorjaarsmaaisel (juni) en het najaarsmaaisel (september). Doordat de najaarsproductie in het droge jaar 2013 achterbleef bij de verwachte productie, is besloten om het maaisel uit Borger-Odoorn aan te vullen met materiaal uit de gemeenten Emmen en Coevorden en Midden-Drenthe, om ervoor te zorgen dat de hoeveelheid voldoende was voor het uitvoeren van de proef.



Figuur 2.1 *Maaien van bermen in Borger-Odoorn.*

De maaisels zijn getransporteerd naar het loonbedrijf van de firma Potze in Roswinkel, waar ze afzonderlijk van elkaar zijn ingekuild tot er plaats was in de vergister in Dörpen. De kuilen van voorjaars- en najaarsmaaisel zijn bemonsterd en de monsters zijn geanalyseerd op de samenstelling. De resultaten staan verderop vermeld in Tabel 1.



Figuur 2.2 Inkuilen van bermgras bij de firma Potze in Roswinkel.

2.2 Natuurgras

Gras uit natuurgebieden wordt gemaaid en afgevoerd om er, net als bij bermen, voor te zorgen dat de bodem verschraalt, waardoor er een soortenrijkere vegetatie ontstaat. Ook voor gras uit natuurgebieden wordt gezocht naar verwerkingsmethoden die financieel en qua duurzaamheid aantrekkelijker zijn dan de huidige verwerkingstechnieken. Daarvoor bestaan diverse opties (Spijker *et al.*, 2013), waarvan droge vergisting tot biogas er een is.

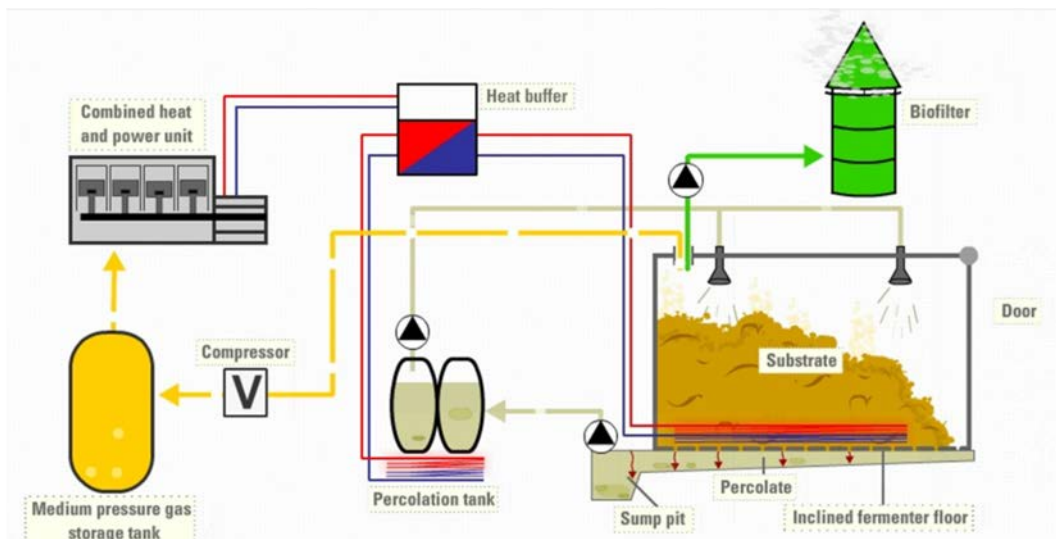
Maaisel uit het SBB-natuurterrein bij Sellingeren in Groningen is verzameld in september 2013, waarna het ter plekke is ingekuuld. De kuil is bemonsterd en geanalyseerd op de samenstelling. De resultaten staan verderop in Tabel 1.

2.3 Droge vergisting

Voor het vergisten is gebruikgemaakt van twee verschillende installaties die allebei werken volgens het droge vergistingsprincipe. Hieronder volgt een korte beschrijving van het principe van droge vergisting en van de belangrijkste verschillen ervan ten opzichte van natte vergisting (zie ook Tabel 1, waar ook de eigenschappen van composteren zijn samengevat).

Bij vergisting wordt biomassa afgesloten van de buitenlucht, waardoor het geheel anaeroob (zonder zuurstof) wordt. De biologische afbraak wordt dan uitgevoerd door anaerobe micro-organismen, waarbij het afbreekbare deel van de biomassa wordt omgezet in methaangas, koolzuurgas en water. Het mengsel van methaangas en koolzuurgas heet biogas. De biomassa die niet afbreekbaar is, blijft over als residu en wordt digestaat genoemd.

Bij droge vergisting wordt er percolaatvloeistof over de (stilstaande) vaste massa gesprendeld (Figuur 2.3).



Figuur 2.3 Droge vergisting (schematisch)², bron: http://celticbioenergy.com/images/tech/10_dry%20fermentation.jpg.

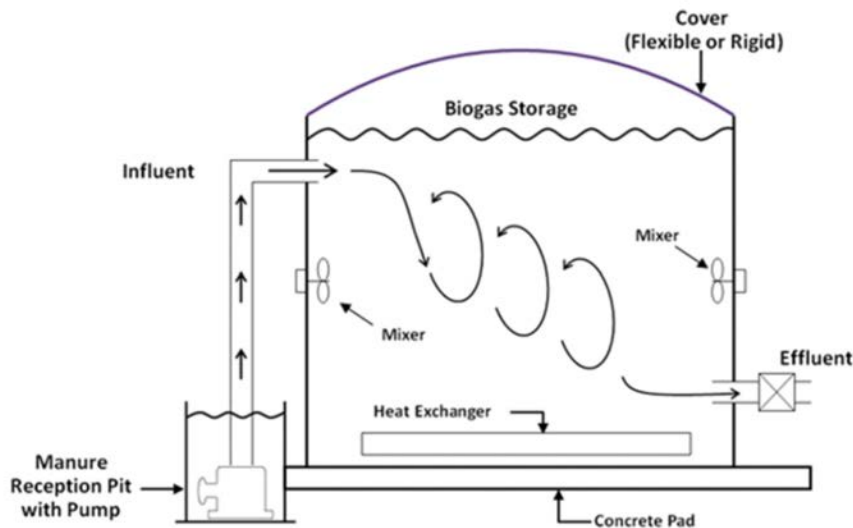
Dit sijpelt langzaam naar beneden, waar het wordt opgevangen in een buffervat en weer gerecirculeerd kan worden. Biogas ontsnapt uit de vaste massa – en ook uit het buffervat – en wordt opgevangen, waarna het verder kan worden gebruikt voor de productie van elektriciteit of van groen gas. Voor elektriciteitsproductie wordt het biogas verbrand in een gasmotor die een turbine aandrijft waarmee elektriciteit wordt opgewekt in een WKK-installatie (warmte-kracht-koppeling). Ongeveer 40% van de energie in biogas wordt elektriciteit, de rest wordt omgezet in warmte die voor een deel nuttig kan worden gebruikt, afhankelijk van de warmtebehoefte in de omgeving van de WKK-installatie.

Voor de productie van 'groen gas' is het noodzakelijk om het biogas op te werken tot aardgaskwaliteit. Daarvoor moeten koolzuurgas en water en aanwezige verontreinigingen in het gas worden verwijderd en moet het geheel op druk worden gebracht voor het aardgasnet.

Na afloop van de vergisting wordt de overgebleven biomassa (het digestaat) uit de afgesloten ruimte gehaald. Daarna kan er eventueel nog een na-compostering volgen of kan het materiaal direct worden gebruikt als meststof voor de landbouw. Na-compostering, inclusief een sanitatiestap, is verplicht bij het gebruik van bepaalde grondstoffen voor de vergisting, bijvoorbeeld wanneer er keukenafval of (voor vergisting toegestane) dierlijke bijproducten zijn gebruikt. De sanitatiestap (1 uur bij 70°C) is nodig om eventueel aanwezige pathogene micro-organismen te doden.

Bij natte vergisting (Figuur 2.4) wordt de biomassa gemengd met water en wordt ervoor gezorgd dat het drogestofgehalte van het mengsel laag genoeg blijft om het geheel nog te kunnen roeren in een vergistingstank. Het vergistingsproces en de verwerking van biogas verlopen verder net als bij de droge vergisting. Alleen is het residu veel natter dan bij droge vergisting. Vaak wordt er dan ook nog een scheidingsstap uitgevoerd waarbij het digestaat wordt gescheiden in een droge en een natte fractie. De droge fractie kan eventueel nog verder worden gedroogd of direct worden gebruikt voor de landbouw. De natte fractie kan eveneens direct worden gebruikt voor de landbouw. Ook hier geldt dat er een sanitatiestap verplicht is bij gebruik van toegelaten dierlijke bijproducten.

² Bron: http://celticbioenergy.com/images/tech/10_dry%20fermentation.jpg



Figuur 2.4 Natte vergisting (schematisch)³.

Tabel 1

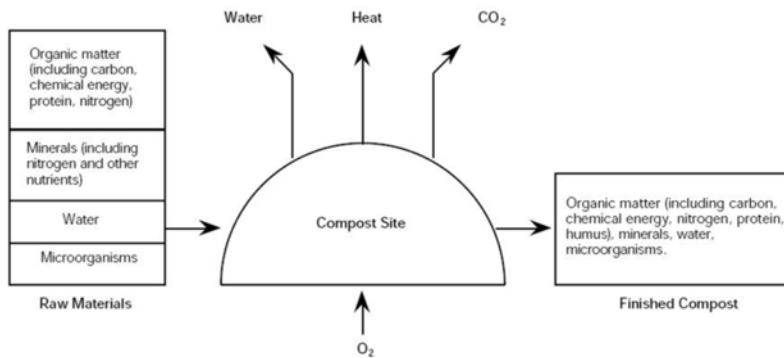
De belangrijkste verschillen tussen composteren en droge en natte vergisting.

	Composteren	Natte vergisting	Droge vergisting
Beluchting	Aeroob	Anaeroob	Anaeroob
Drogestofgehalte	40-60%	Ca. 15%	20-25%
Drogestofgehalte eindproduct	Ca. 60%	Ca. 10%	15-20%
Duur	Enkele weken	20-40 dagen	20-40 dagen
Temperatuur	Tot 70 °C	Ca. 40 °C	Ca. 40 °C
Menging	Enkele keren	Volledig	Niet
Nabewerking	Zeven	Scheiden in vaste en vloeibare fase (vaak)	Na-composteren (soms)

De verschillen tussen droge en natte vergisting zijn samengevat in Tabel 1. Het grootste verschil is dus het al dan niet in beweging brengen van de biomassa. Dat heeft tot gevolg dat er bij droge vergisting meer verontreinigingen aanwezig mogen zijn in de vorm van zand, blik, plastic etcetera, omdat die het vergistingsproces als zodanig technisch gezien niet verstoren. Bij natte vergisting werken deze verontreinigingen zeer verstorend doordat ze o.a. het roermechanisme in de reactor kunnen beschadigen. Bovendien hoopt het relatief zware zand zich op op de bodem van de reactor. Ook treedt soms een drijfslaag op in de reactor bij gebruik van gras, waardoor de menging in de reactor niet meer volledig is en de biogasproductie daalt.

Uiteraard werken de verontreinigingen wel nadelig op de biogasproductie per ton materiaal, doordat ze niet afbreekbaar zijn in het vergistingsproces. Dus ook voor droge vergisting geldt: hoe minder verontreiniging, hoe beter.

³ Bron: <http://www.epa.gov/agstar/images/CompleteMixDiagram2.gif>



The carbon, chemical energy, protein, and water in the finished compost is less than that in the raw materials. The finished compost has more humus. The volume of the finished compost is 50% or less of the volume of raw material.

Figuur 2.5 Compostering (schematisch)⁴.

Het verschil tussen composteren en vergisten is ook samengevat in Tabel 1. Het grootste verschil is dat voor composteren zuurstof nodig is, terwijl zuurstof voor vergisten uit den boze is. Composteren is een aerob proces en vergisten een anaerob proces. Methaanbacteriën die verantwoordelijk zijn voor de biogasproductie zijn uitermate gevoelig voor zuurstof. Aerobe processen gaan gepaard met een grotere warmteontwikkeling dan anaerobe processen. Daardoor wordt een composthoop warm en verdampt een deel van het water uit de biomassa. Compost wordt daardoor droger, in tegenstelling tot digestaat, dat vaak nog meer water bevat dan het uitgangsmateriaal. Compostering is schematisch weergegeven in Figuur 2.5.

2.4 De vergistingsinstallaties

Bermgras is vergist in een installatie in Dörpen, vlak over de Duitse grens bij Bourtange, en natuurgras is vergist in een installatie in Ostrhauderfehn, tussen Leer en Oldenburg. De belangrijkste reden om voor twee installaties te kiezen, was om ook ervaring op te doen met een vergister op een agrarisch bedrijf. Het nadeel hiervan is dat er nu geen goede vergelijking mogelijk is tussen de biogasproductie van beide soorten maaisel en de compostkwaliteit van het digestaat, doordat de verwerkingswijze van beide installaties verschilde (zie hieronder).

2.4.1 Dörpen

De installatie in Dörpen is gelokaliseerd op de regionale 'Mülldeponie' (vuilstortplaats). Daar wordt al jarenlang biogas opgevangen uit de stort, maar de laatste tijd daalt zowel de productie als het methaangehalte van het stortgas. Bovendien werd er uit groenafval compost geproduceerd. Duitse regelgeving heeft als doel om in 2020 65% van al het huishoudelijk afval en 70% van al het bouw- en sloofafval te recyclen. Bij organisch afval gaat het daarbij vooral om energiewinning en hergebruik in de vorm van compost. Met die achtergrond is besloten om in Dörpen een droge vergistingsinstallatie voor 15 duizend ton biomassa te laten bouwen door Willi Lauber en Helector/Herhof GMBH. Daarbij kon biogas uit de stort nog worden gebruikt voor de verwarming van de gehele installatie. Met composteren van groenafval had men al jarenlang ervaring.

De installatie bestaat uit een ontvangsthal, waar groenafval en huishoudelijk afval uit de 'Biotonne' (groene container) wordt verzameld. In de hal zijn acht grote compartimenten gebouwd, zes anaerobe die als vergister dienen en twee aerobe. In de zes anaerobe compartimenten (Figuur 2.6) vindt de vergisting plaats. Verse biomassa (90%) wordt gemengd met 10% van de inhoud van de voorgaande vergisting om een goede beënting met micro-organismen te verkrijgen. Het mengsel wordt met een

⁴ http://www.climatetechwiki.org/sites/ climatetechwiki.org/files/images/extra/composting_process.jpg

shovel naar binnen gereden, waarna het compartiment luchtdicht wordt afgesloten. Vervolgens wordt (met stortgas-biogas) verwarmd percolatiewater over en door de biomassa geleid, waardoor de temperatuur stijgt tot ca. 40 °C en het afbraakproces begint. Het percolatievocht dat uit de biomassa sijpelt, wordt opgevangen in een buffervat, waarna het opnieuw over de biomassa kan worden geleid. Biogas uit de compartimenten en het buffervat wordt opgevangen in een grote gasballon en naar Dörpen getransporteerd, waar het in een WKK-installatie (elektrisch vermogen 324 kW) wordt omgezet in elektriciteit en warmte. Met de warmte worden een scholencomplex en een zwembad in Dörpen verwarmd.



Figuur 2.6 De zes anaerobe vergistingscontainers in Dörpen.

De verblijftijd van de biomassa in de anaerobe vergisters is ca. 30 dagen. Daarna daalt de biogasproductie. Na 30 dagen wordt de container belucht om alle biogas die nog aanwezig is te verwijderen, waarna de container veilig geopend kan worden. Het residu wordt met een shovel verwijderd en verplaatst naar het tweede type container, nadat het is gemengd met een zekere hoeveelheid (ca. 10% verse biomassa). In het tweede type container (Figuur 2.7) vindt intensieve aerobe compostering plaats onder geforceerde beluchting. Dat wil zeggen dat er lucht doorheen wordt geblazen. Daarvoor wordt de temperatuur eerst opgevoerd door middel van verwarming. Als het composteringsproces eenmaal op gang is gekomen, stijgt de temperatuur verder onder invloed van het proces zelf tot ca. 70 °C. De geforceerde beluchting duurt ongeveer een week en heeft twee doelen:

1. Het doden van alle aanwezige ziektekiemen en eventueel nog aanwezige onkruidzaden.
2. Verdere afbraak van biomassa die nog niet was afgebroken tijdens de anaerobe fase.

Na afloop van de intensieve compostering wordt het resterende materiaal met een shovel uit de container verwijderd en onder een afdak op lange rijen gezet. Deze rijen worden nog enkele malen mechanisch omgezet voor een goede menging en beluchting, waarbij na-compostering plaatsvindt en het organisch materiaal in enige weken nog verder wordt afgebroken tot stabiele compost.



Figuur 2.7 Container voor de intensieve compostering.

Deze compost wordt gezeefd om alle verontreinigingen te verwijderen en de compost wordt vervolgens verkocht.

Alle lucht uit de verzamelhal, uit de beluchte anaerobe containers en de afgevoerde lucht uit de intensieve compostering wordt door een biofilter geleid. Daar worden alle nog aanwezige resten biogas en andere vluchtige organische verbindingen (stank) verwijderd.

Eventueel overtollig percolatievocht wordt gebruikt om het materiaal tijdens de composteringsfasen vochtig te houden. Daardoor is er geen overschot op de vochtbalans.

Een van de anaerobe containers in Dörpen is gebruikt om bermgras te vergisten. De maximum hoeveelheid bermgras die per keer in de vergister ging, bedroeg 60% van de verse biomassa. De rest bestond uit groenafval en keukenafval. De bedrijfsleider in Dörpen vond het risico op verstoring van het proces te groot om 100% bermgras te gebruiken.

Voorafgaand aan een vergisting met 50% bermgras werd de hoeveelheid bermgras die per keer in de vergister werd geladen, in een aantal keren langzaam opgevoerd, met als doel om de bacteriepopulatie zich te laten aanpassen (mocht dat nodig zijn).

Ook was de installatie zodanig gebouwd dat het methaangehalte niet per container kon worden vastgesteld. Het methaangehalte dat werd gemeten, was het gemiddelde van alle zes anaerobe compartimenten. Daardoor is er geen exacte meting van de hoeveelheid biogas of methaan die met bermgras kan worden geproduceerd, maar moet de hoeveelheid worden afgeleid uit een vergelijking van de biogasproductie met en zonder bermgras.

2.4.2 Ostrhauderfehn

De installatie in Ostrhauderfehn (Ekowep GmbH&Co.KG) staat op het melkveehouderijbedrijf van de heer Coordes. Op dit bedrijf staan negen anaerobe compartimenten waarin een mengsel van gras van veehouderijbedrijven of van begraasde dijken in de omgeving, snijmaïs en mest worden vergist tot biogas. Vers materiaal, bestaande uit 25% vaste kippenmest, 10% snijmaïs en 65% gras, wordt gemengd met een deel van het materiaal uit de voorgaande vergister (50%). Het principe van de vergisting is verder vergelijkbaar met dat van Dörpen, maar door de andere samenstelling van het ingangsmateriaal kunnen er verschillen zijn in de biogasproductie per ton materiaal.

Echter, na afloop van de vergisting vindt er nu geen intensieve compostering en sanitatie plaats. Dat is in principe ook niet nodig bij de grondstoffen die hier worden gebruikt. Na afloop van de vergisting worden de containers geleegd en de helft van het materiaal wordt onder een deels overkapte ruimte opgeslagen, waarna het naar akkerbouwbedrijven in de omgeving wordt getransporteerd als organische meststof. Dit betekent dat het digestaat met de open lucht in contact komt. Het digestaat is echter nog warm, produceert ook nog steeds een zekere hoeveelheid biogas en bevat een grote concentratie aan ammoniak. Een deel van het biogas en de ammoniak vervluchtigt naar de atmosfeer. Niet bekend is hoe groot deze emissie bedraagt (Figuur 2.8).



Figuur 2.8 *Digestaat bij de installatie in Ostrhauderfehn, bij het leeghalen en opnieuw vullen van de container. Duidelijk is de dampende massa te zien.*

Net als in Dörpen moest ook hier de hoeveelheid biogas die uit natuurgras werd geproduceerd, worden afgeleid van een vergelijking van de productie zonder natuurgras. In Ostrhauderfehn was het in principe wel mogelijk om in elke container afzonderlijk het methaangehalte te bepalen, maar de instrumenten daarvoor waren buiten werking tijdens de vergisting met natuurgras.

3 Resultaten

3.1 Samenstelling van het ingekuilde gras

De visueel zichtbare verontreiniging van het bermmaaisel met papier, plastic, blik etcetera was zeer gering. Het maaisel uit het natuurgebied was nagenoeg vrij van dit soort verontreinigingen.

De graskuilen zijn bemonsterd en de chemische samenstelling van het ingekuilde gras is bepaald door Eurofins. Het belangrijkste doel van deze analyse was om vast te stellen wat de kwaliteit van het maaisel was in termen van gehalten aan droge stof, organische stof, stikstof, fosfor en kalium, de asrest (zand) en eventuele chemische verontreinigingen (zware metalen en organische microverontreinigingen).

De resultaten van de samenstelling van berm- en natuurgraszijn samengevat in Tabel 2 en uitgebreid weergegeven in Bijlage 1. Het vochtgehalte in het voorjaarsmaaisel was lager dan dat van de twee andere maaisels. Het organische stofgehalte van het najaarsmaaisel was het laagst, wat effect heeft op de biogasproductie (zie Tabel 4). Opvallend zijn de vrij hoge asgehalten (meer dan 10%) van het bermmaaisel. Dit is hoogstwaarschijnlijk zand dat bij het maaien en oprapen is meegekomen, ondanks het feit dat men heeft geprobeerd om dat te voorkomen. Een dergelijk asgehalte kan technische problemen opleveren bij een geroerde vergisting, maar niet bij droge vergisting. Het heeft zonder meer nadelige gevolgen voor de biogasproductie per ton materiaal. Het asgehalte van natuurgras is laag met ca 3%.

Tabel 2

De samenstelling van het ingekuilde berm- en natuurgras.

Gehalte (kg per ton)	Bermgras voorjaar	Bermgras najaar	Natuurgras
Vochtgehalte	510	670	640
Droge stof	490	330	360
Organische stof	370	224	328
As-gehalte	120	106	32

Het gehalte aan voedingsstoffen was het hoogst in het voorjaarsmaaisel (Tabel 3). Dit komt overeen met de verwachtingen. Gras bevat de meeste voedingsstoffen in het voorjaar. Er zat weinig verschil in het gehalte aan voedingsstoffen tussen het najaarsmaaisel en natuurgras.

Tabel 3

De nutriënten samenstelling van het ingekuilde berm- en natuurgras.

Gehalte (kg per ton)	Bermgras voorjaar	Bermgras najaar	Natuurgras
Totaal Stikstof	7.4	4.7	5.1
Stikstof (als NH ₄)	2.9	1.9	0.5
Fosfor (als P ₂ O ₅)	3.3	2.4	2.5
Kalium (als K ₂ O)	11.5	6.9	5.1

Aan de hand van de samenstelling kon ook een schatting worden gemaakt van de hoeveelheid biogas die er potentieel geproduceerd kon worden met het ingekuilde materiaal (Tabel 4). De biogasproductie per ton materiaal is het laagst bij het najaarsmaaisel. Dat komt vooral door het lagere gehalte aan organische stof, want de productie per ton organische stof is nagenoeg gelijk voor alle producten. Van het najaarsmaaisel is de biogasproductie nog opnieuw experimenteel bepaald door LUFA Oldenburg

voordat het materiaal vergist zou worden. De biogasproductie die door LUFA Oldenburg werd gemeten, was 123 m³ biogas per ton. Deze waarde ligt dicht in de buurt van de theoretische waarde het najaarsmaaisel van Tabel 4.

De geschatte biogasproductie tijdens de vergisting van het maaisel staat vermeld in hoofdstuk 3.2, als onderdeel van de duurzaamheidsanalyse.

Tabel 4

De potentiële biogasproductie van het ingekuilde berm- en natuurgras (OS, organische stof).

Biogasproductie	Bermgras voorjaar	Bermgras najaar	Natuurgras
m ³ per ton materiaal	210	130	190
m ³ per ton OS	570	580	580

Het maaisel was niet verontreinigd met anorganische verontreinigingen (zware metalen en arseen). Overall waren de gehalten lager dan de maximum toegelaten waarde (Tabel 5).

Tabel 5

Het gehalte aan anorganische verontreinigingen van het ingekuilde berm- en natuurgras OS, organische stof).

Gehalte (mg per kg OS)	Maximum toegelaten waarde ⁵	Bermgras voorjaar	Bermgras najaar	Natuurgras
Cd (Cadmium)	0.8	0.5	0.6	0.4
Cr (Chroom)	50	6.9	7.4	5.5
Cu (Koper)	50	12.1	14.8	10.3
Hg (Kwik)	0.5	0.1	0.1	0.1
Ni (Nikkel)	20	6.6	7.4	5.5
Pb (Lood)	67	13.1	14.8	11
Zn (Zink)	200	87.8	77	96.9
As (Arseen)	10	6.6	7.4	5.5

Het gehalte aan organische verontreinigingen als dioxines, PAC's, PCB's of minerale olie was in alle gevallen lager dan de toegestane waarde en in de meeste gevallen lager dan de detectiegrens.

3.2 Duurzaamheid van droge vergisting

Hoe duurzaam is de droge vergisting van berm- en natuurgras? Om die vraag te beantwoorden, zou er gekeken moeten worden naar drie verschillende aspecten die voortkomen uit de 'People, Planet, Profit'-benadering:

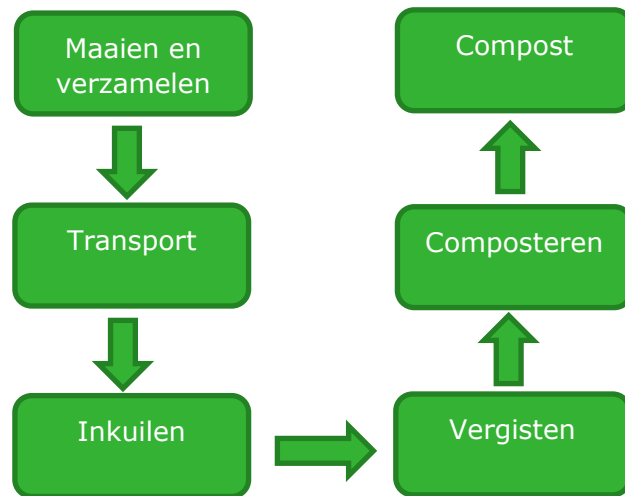
1. Hoeveel bio-energie wordt er geproduceerd en is de totale energiebalans van de keten positief?
2. Hoe groot is de besparing aan emissie van broeikasgassen ten opzichte van het gebruik van fossiele brandstoffen?
3. Is het proces sociaal-economisch aantrekkelijk?

In deze studie wordt getracht om een helder antwoord te geven op de eerste twee vragen. De laatste vraag is moeilijker te beantwoorden, zoals verderop zal blijken.

⁵ http://wetten.overheid.nl/BWBR0018989/bijlageAa/geldigheidsdatum_24-03-2015

3.2.1 Hoeveel bio-energie wordt er geproduceerd en is de totale energiebalans van de keten positief?

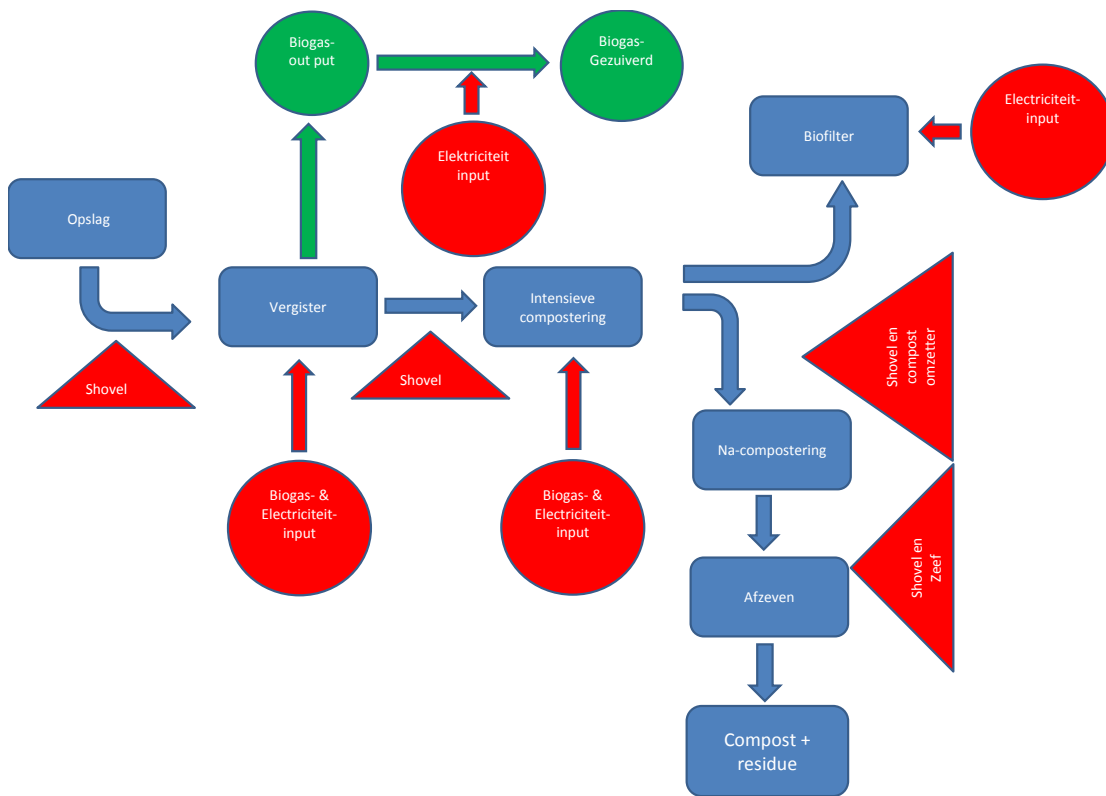
De vraag of droge vergisting duurzaam is qua energieproductie is als volgt beantwoord. In de eerste plaats is de keten beschreven van maaien en verzamelen tot en met composteren (Figuur 3.1).



Figuur 3.1 De verwerkingsketen van berm- en natuurgras via droge vergisting.

Vervolgens is de energiebalans van droge vergisting vergeleken met die van natte vergisting en van composteren alleen.

De volgende onderdelen van de droge vergistingsketen kosten energie: maaien en verzamelen, transport, inkuilen, vergisten en composteren, inclusief het afzeven. Vergisting kost niet alleen energie maar levert ook biogas op. Het grote verschil met natte vergisting is de compostingsstap. In plaats daarvan vindt er bij natte vergisting vaak een scheiding tussen de vaste en vloeibare fractie van digestaat plaats. Bij de huidige gangbare verwerking van berm- en natuurgras via composteren, vervallen de stappen inkuilen en vergisten. Compostieren kost dus alleen maar energie en daarom is de energiebalans van composteren niet verder uitgewerkt.



Figuur 3.2 Stroomdiagram van de vergistingsinstallatie in Dörpen.

De berekening van de energiebalans is deels uitgevoerd met het model (Zwart *et al.*, 2006, Zwart & Kuikman, 2011) dat ook is gebruikt in het project voor de vergisting van bermmaaisel in Groningen. Daarmee is het echter niet mogelijk om een nauwkeurige schatting van de energiebalans voor de installatie in Dörpen te maken. Daarom is voor de installatie in Dörpen een aparte schatting gemaakt op basis van de werkelijke gegevens van deze installatie. Het stroomdiagram van de installatie in Dörpen is weergegeven in Figuur 3.2. In rood is daarin aangegeven welke stappen energie kosten en in groen welke stappen energie opleveren.

3.2.1.1 Massabalans Dörpen

De massabalans van de installatie in Dörpen (Tabel 6) is opgesteld aan de hand van de invoergegevens van bermgras en overige grondstoffen, de uitvoer van de vergister, de invoer en uitvoer van de intensieve compostering en uitvoer van de na-compostering.

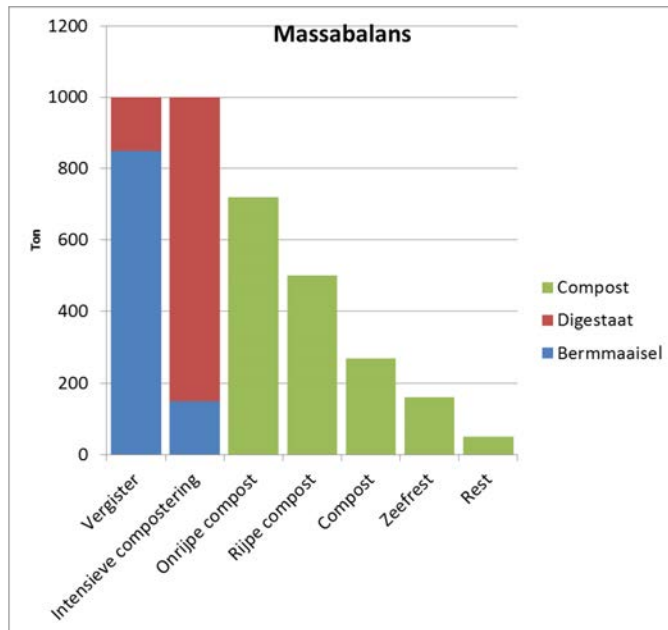
Tabel 6
De massabalans van droge bermgrasvergisting in Dörpen.

Batch	Vergister input		Intensieve Compostering		Na-compostering		Compost	Zeefrest
	Bermgras	Vergistingsrest	Vergist bermgras	Vers materiaal	Input	Output		
	690.80	69.45	619.95	143.40	556.50		208.7	121.7
Totaal (ton)		760.25		763.35		382.59		330.4

In vijf verschillende gangen is er in totaal bijna 700 ton bermgras vergist. Daaraan is ca. 70 ton residu uit de anaerobe containers toegevoegd om het geheel te enten met de juiste bacteriën. Er kwam ongeveer evenveel materiaal uit de containers. Dit betekent dat de biomassa die uit de containers kwam natter moet zijn geweest dan dat wat erin ging. Er is immers organische stof verdwenen als gevolg van de biogasproductie. Aan het materiaal dat uit de anaerobe containers kwam, werd ruim

143 ton verse biomassa toegediend om de intensieve compostering goed op gang te laten komen. Er kwam ca. 555 ton materiaal weer uit de intensieve compostering en daarvan werd uiteindelijk ruim 200 ton als compost afgezeefd. De rest, ca. 120 ton, was de zeefrest.

De massabalans van de gehele installatie, per 1000 ton invoermateriaal, is weergegeven in Figuur 3.3. Uit ruim 850 ton bermgras plus 150 ton digestaat wordt uiteindelijk 270 ton vermarktbaar compost geproduceerd.



Figuur 3.3 Massabalans van droge bermgrasvergisting in Dörpen, per 1000 ton invoer.

3.2.1.2 Biogasproductie Dörpen

Zoals reeds eerder is vermeld, is het niet mogelijk geweest om specifiek de biogasproductie uit bermgras te bepalen. Daarop was de installatie in Dörpen niet goed ingericht. De gasproductie kon niet van de compartimenten afzonderlijk worden gemeten, alleen van alle compartimenten tezamen. Echter, op basis van de verandering in biogasproductie voor en na de toediening van bermgras kan wel een vrij zekere inschatting van de biogasproductie uit bermgras worden gemaakt. Als gevolg van het gebruik van bermgras bleef de biogasproductie van de gehele installatie ongeveer gelijk, op ruim 100 m³ biogas per ton ingevoerd materiaal. Dat week niet veel af van de potentiële productie (Tabel 4). Op grond van deze resultaten is besloten om voor de berekening van de biogasproductie uit bermgras gebruik te maken van de getallen van de potentiële biogasproductie. Het methaangehalte bleef ook min of meer gelijk, op ca. 52%.

De biogasproductie per 1000 ton bermgras bedraagt dan 110 duizend m³. Hiermee kan netto ruim 210 duizend kWh aan elektriciteit worden opgewekt, voldoende voor ca. 60 huishoudens.

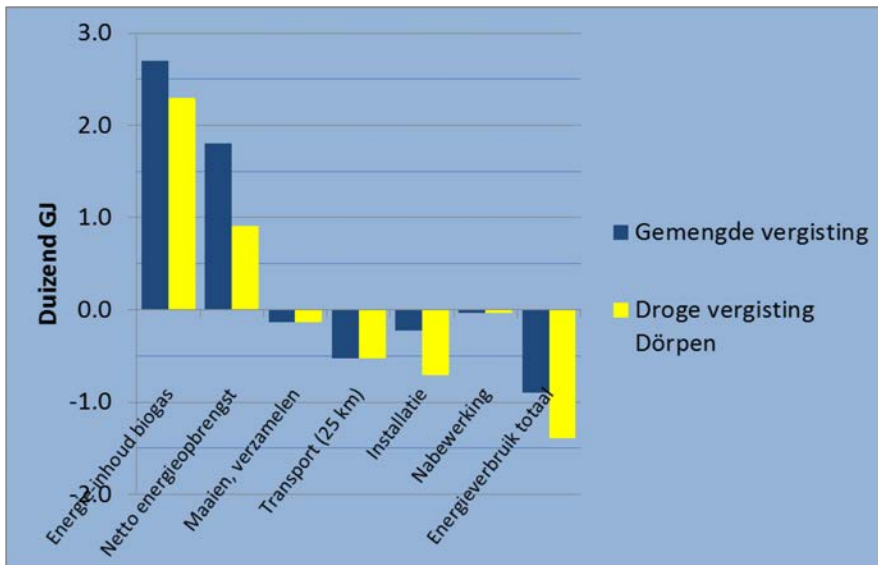
Om de energiebalans voor de gehele verwerkingsketen te berekenen, is alle energieconsumptie in de vorm van gas, elektriciteit en diesel en biogasproductie omgerekend naar dezelfde energie-eenheid Gigajoule (GJ). Om een indruk te krijgen van deze eenheid: 1000 kWh vertegenwoordigt 3.6 GJ en 1000 m³ aardgas vertegenwoordigt ruim 35 GJ.

3.2.1.3 Energiebalans Dörpen

De energiebalans van droge vergisting staat weergegeven in Figuur 3.4 en wordt vergeleken met die van een natte vergisting. De energiebalans van droge vergisting is positief, er wordt netto meer energie geproduceerd met het biogas dan dat maaien, transport en het operationeel houden van de installatie kosten. De netto-energieproductie van droge vergisting van 1000 ton bermgras is

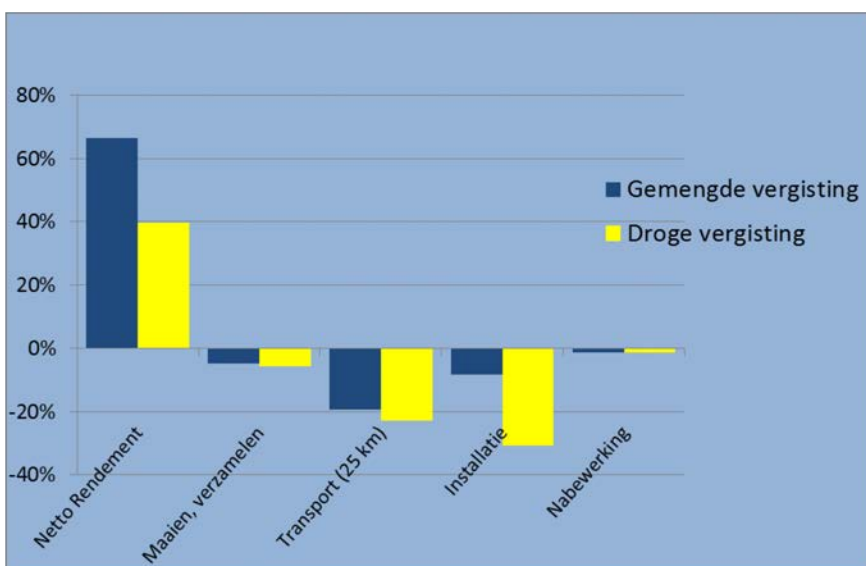
vergelijkbaar met 37 duizend m³ aardgas. De netto-biogasproductie van natte vergisting is vergelijkbaar met ruim 51 duizend m³ aardgas.

De energiebalans van natte vergisting is wat gunstiger dan die van droge vergisting door het ontbreken van de intensieve composteringstap. De opbrengst aan biogas is per 1000 ton bermgras lager dan bij natte vergisting, doordat een deel ervan nodig is voor de intensieve compostering en dus geen biogas kan leveren. Ook de intensieve compostering zelf kost energie. De energiekosten in de vorm van maaien, transport en de nabewerking zijn verder gelijk bij natte en droge vergisting. In de berekening is uitgegaan van een transportafstand van 25 km. Dat kost ca. 0.5 GJ per 1000 ton bermgras en aangezien de biogasproductie ruim 2.5 GJ bedraagt, kan men zich wel indenken dat de transportafstand beperkt moet blijven wil de totale energiebalans nog positief blijven.



Figuur 3.4 De energiebalans van droge en natte vergisting per 1000 ton bermgras.

Het netto-energie rendement (nettoproductie/energie in biogas) komt daarmee uit op ca. 40% voor droge vergisting en ruim 65% voor natte vergisting (Figuur 3.5).



Figuur 3.5 Het rendement van droge en natte (gemengde) vergisting van bermgras.

3.2.1.4 Biogasproductie Ostrhauderfehn

Voor natuurgras zullen de uitkomsten vergelijkbaar zijn, wanneer het maaisel in Dörpen zou worden vergist, omdat de potentiële biogasproductie van natuurgras nagenoeg gelijk was aan die van bermmaaisel.

Van de installatie in Ostrhauderfehn is alleen bekend wat het effect op de biogasproductie is wanneer weidegras wordt vervangen door natuurgras. De biogasproductie van het totale mengsel in de vergister daalde van bijna 170 m³ per ton naar bijna 140 m³ per ton bij eenzelfde verblijftijd in de container. Natuurgras geeft dus een lagere biogasproductie dan weidegras, maar dat is goed verklaarbaar door de verschillen in kwaliteit en afbreekbaarheid. Aangenomen mag worden dat de biogasproductie van natuurgras niet sterk afwijkt van die van bermgras.

Van de installatie in Ostrhauderfehn is geen massa- en energiebalans opgemaakt, omdat de gegevens daarvoor ontbraken. De energiebalans zal gunstiger uitvallen dan die van Dörpen, doordat de intensieve compostering, die veel energie kost, ontbreekt in Ostrhauderfehn. Bovendien hoeft er geen 15% van het bermgras gebruikt te worden voor de compostering en kan alles worden gebruikt voor biogasproductie. De energiebalans in Ostrhauderfehn zal waarschijnlijk ongeveer gelijk zijn aan die van natte vergisting.

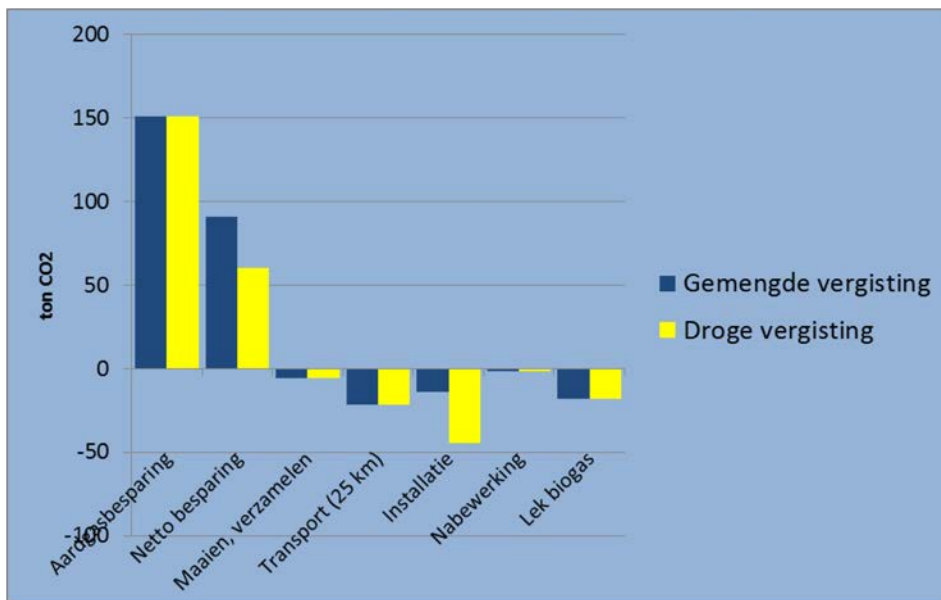
3.2.2 Hoe groot is de besparing aan emissie van broeikasgassen ten opzichte van het gebruik van fossiele brandstoffen?

Bio-energie wordt beschouwd als CO₂-neutraal. Dat wil zeggen dat er bij de verbranding van biogas of andere biobrandstoffen wel CO₂ vrijkomt, maar die is afkomstig van biomassa, die deze CO₂ kort van tevoren heeft vastgelegd tijdens de plantengroei. In principe is de hoeveelheid CO₂ die vrijkomt uit bio-energie snel en gemakkelijk weer opneembaar via nieuwe plantengroei. Dit in tegenstelling tot de CO₂ afkomstig uit fossiele brandstoffen. Het heeft miljoenen jaren geduurd om de hoeveelheid olie te produceren die wij in de 125 jaar sinds de industriële revolutie hebben gebruikt.

Desondanks is het produceren en gebruik van biogas niet volledig CO₂-neutraal. Voor allerlei onderdelen in de productieketen, zoals het telen, oogsten en verzamelen, transport, de biogasinstallatie zelf, is fossiele energie nodig in de vorm van diesel of elektriciteit. Bovendien lekt er bijna altijd een zekere hoeveelheid biogas (1-2%) uit de reactor. Het koolzuurgas uit dat biogas is 'CO₂-neutraal', maar het methaangas niet.

3.2.2.1 Broeikasgasbalans Dörpen

De broeikasgasbalans van de droge vergisting in Dörpen is uitgedrukt in CO₂-equivalenten en is weergegeven in Figuur 3.6. De broeikasgasbesparing per 1000 ton bermgras ten opzichte van aardgasgebruik bedraagt ca. 150 ton, maar vooral door transport, elektriciteit en warmteverbruik van de installatie en een aangenomen biogaslekkage van 1% is de nettobesparing lager, namelijk ca. 60 ton CO₂. Voor een natte vergisting zou de balans iets gunstiger uitvallen door het lagere energieverbruik van de installatie (vooral door het ontbreken van de intensieve compostering).



Figuur 3.6 De broeikasgasbalans van droge vergisting in Dörpen, vergeleken met een natte (gemengde) vergisting.

3.2.2.2 Broeikasgasbalans Ostrhauderfehn

Door het ontbreken van de energiebalans van de installatie in Ostrhauderfehn is het ook niet mogelijk om een broeikasbalans van deze installatie te maken. Maar er valt wel iets over te zeggen. Enerzijds zal de balans wat gunstiger uitvallen dan in Dörpen door het ontbreken van de intensieve compostering. Maar aan de andere kant is het zeer waarschijnlijk dat de emissie in Ostrhauderfehn veel hoger is dan die in Dörpen. De oorzaak daarvan ligt in het feit dat de inhoud van de anaerobe containers telkens een aantal uren al dampend onder een open afdak ligt wanneer er vers materiaal wordt toegevoegd. En ook het afgevoerde digestaat ligt opgeslagen onder een open afdak. In beide gevallen staan die in volledig contact met de buitenlucht. Het risico van methaanemissie is dan erg groot. Zelfs zo groot dat het niet moet worden uitgesloten dat de nettobesparing op broeikasgasemissies van een systeem als in Ostrhauderfehn zelfs negatief is.

3.2.3 Is het proces sociaal-economisch aantrekkelijk?

Of het gehele proces sociaal-economisch aantrekkelijk is, is moeilijk te beantwoorden om de volgende redenen.

Het is erg lastig om een juiste schatting te maken van de kosten van de grondstoffen voor een vergistingsinstallatie. Voor Nederland (en Duitsland) geldt dat de grondstofkosten voor bestaande installaties in het algemeen de grootste kostenpost is. Dat is anders dan werd verwacht toen biogasproductie uit biomassa populair werd, 10-20 jaar geleden. Toen ging men ervan uit dat veel van de mogelijke grondstoffen voor vergisting als afval moesten worden beschouwd, met lage of soms zelfs negatieve prijzen. Dat beeld moest al snel worden bijgesteld toen met het groeiende aantal vergistingsinstallaties de vraag naar grondstoffen steeg en er schaarste ontstond. De grondstofprijzen stegen en afval was ineens geen afval meer. Het gevolg daarvan was dat de lijst van producten die in een vergister verwerkt mogen worden in de loop van de jaren sterk is uitgebreid. Maar nog steeds kan niet goed in een kostendekkende behoefte van veel vergisters worden voorzien.

Bermgras heeft nu nog een negatieve waarde. Voor een aanbieder van bermgras kan het dus gunstig zijn dat er behoefte is aan grondstoffen voor een vergister, want dan kan een negatieve waarde omslaan in een positieve. Maar voor de eigenaar van de vergister of een composteerinstallatie is dat juist weer nadelig: in plaats van een poorttarief te ontvangen, moet er dan voor de grondstof worden betaald.

De installatie in Dörpen rekent een poorttarief voor groen- en keukenafval. Daarmee wordt een deel van de kosten van de installatie gedekt. De installatie in Dörpen zou waarschijnlijk ook een poorttarief

voor bermgras en natuurgras vragen. Volgens mondelinge informatie zou de droge vergisting een ruime besparing op de jaarlijkse kosten te zien geven, maar hoe 'hard' dat is, is niet bekend.

3.2.3.1 Compostkwaliteit en digestaatkwaliteit

Compost is een van de producten die in Dörpen wordt geproduceerd en verkocht. De prijs hiervan zal heel sterk afhangen van de compostkwaliteit en van de lokale vraag- en aanbodsituatie. En net als voor de biogasgrondstoffen geldt ook voor compost dat die prijs nogal volatiel is.

De kwaliteit van de compost wordt o.a. bepaald door het gehalte aan stabiele organische stof en voedingsstoffen en door (het ontbreken van) verontreinigingen.

Tabel 7

De samenstelling van compost uit Dörpen en digestaat uit Ostrhauderfehn (-, niet bepaald).

Gehalte (kg per ton)	Compost Dörpen met bermgras	Compost Dörpen zonder bermgras	Digestaat natuurgras Ostrhauderfehn	Digestaat weidegras Ostrhauderfehn
Droge stof	578	565	222.4	324.5
Organische stof	369	188	111.2	180.7
Asgehalte	209	377	111.2	144.2
Totaal stikstof	16.5	7.8	7.51	11.4
Ammonium stikstof	0.37	0.57	1.23	1.6
Nitraat stikstof	0.20	0.03	<0.01	< 0.01
Fosfor (P2O5)	7.45	3.5	3.13	1.6
Kalium (K2O)	10.8	5.5	7.74	5.4
Magnesium (MgO)	4.55	2.3	1.64	3.0
Calcium (CaO)	28.5	14.4	3.15	6.3
Zwavel	-	-	0.83	1.3
Metalen (mg/kg droge stof)				
Koper	55.9	33.7	19.8	24.5
Zink	167	133	118.1	142.9
Lood	18.0	16.9	-	-
Cadmium	0.32	0.28	-	-
Chroom	20	15.1	-	-
Nikkel	6.65	5.8	-	-
Kwik	0.05	0.06	-	-

De samenstelling van de compost uit Dörpen met en zonder bermgras in de vergister staat (samengevat) weergegeven in Tabel 7 en in uitgebreide vorm in respectievelijk Bijlage 2 en 3. Compost met bermgras (hier weergegeven als het gemiddelde van de laatste twee beladingen met bermgras) bevat meer organische stof, heeft een lager asgehalte en daardoor ook een hoger gehalte aan voedingsstoffen. Ook het gehalte aan koper en zink is iets hoger, de overige zware metalen blijven gelijk. Het gehalte aan zware metalen is erg laag.

Ook de stabiliteit van de compost en het effect op de kieming van planten bleven gelijk in de compost waarbij bermgras was vergist.

De samenstelling van digestaat in Ostrhauderfehn staat eveneens in Tabel 7 en meer uitgebreid in Bijlage 4 en 5. Het drogestofgehalte was lager bij natuurgras dan bij weidegras, maar of dat door de kwaliteit van het natuurgras alleen komt, is moeilijk vast te stellen. Dat het voedingsstoffengehalte (met uitzondering van kalium) hoger was bij weidegras, ligt zeer waarschijnlijk wel aan de hogere kwaliteit van weidegras. Per slot van rekening wordt dat wel en natuurgras niet bemest.

4 Conclusies

1. Bermgras en natuurgras kunnen goed worden vergist door middel van droge vergisting, het gehalte aan afbreekbare organische stof is hoog genoeg, het gehalte aan anorganische en organische verontreinigingen vormt geen belemmering.
2. Er wordt ca. 130 m³ biogas per ton materiaal geproduceerd.
3. De hoeveelheid biogas bij voorjaarsmaaisel is waarschijnlijk hoger dan bij najaarsmaaisel.
4. Bermgras (en hoogstwaarschijnlijk ook natuurgras) is goed inzetbaar in het droge vergistingssysteem dat in Dörpen wordt gehanteerd, samen met groenafval en keukenafval en met een intensieve composteringsfase plus een 'normale' composteringsfase.
5. De compostkwaliteit bij gebruik van bermgras is goed.
6. Natuurgras (en hoogstwaarschijnlijk ook bermgras) is goed inzetbaar in het droge vergistingssysteem dat in Ostrhauderfehn (met mest en snijmaïs en zonder na-compostering) wordt gehanteerd.
7. De digestaatkwaliteit bij gebruik van natuurgras is goed.
8. Droge vergisting is duurzamer dan compostering wat betreft de energiebalans en de broeikasgasemissiebalans.
9. De energiebalans van droge vergisting van bermgras is positief, het energetisch rendement bedraagt in de installatie in Dörpen ca. 50% en dat is ruim 10% lager dan bij volledig geroerde natte vergisting. De oorzaak ligt in de combinatie van warmtebehoefte van de vergisting plus de energie die nodig is voor de intensieve na-composteringsfase en de hoeveelheid vers bermgras die nodig is voor de compostering.
10. Droge vergisting en het gebruik van biogas daaruit is gunstig voor de broeikasgasemissies ten opzichte van het gebruik van aardgas. Ook hier geldt dat de besparing bij droge vergisting iets lager is dan bij natte vergisting, met dezelfde verklaringen als bij de energiebalans.
11. Transport is een belangrijke post op de energiebalans; een transportafstand van 25 km staat gelijk aan 1/5^e deel van de energie-inhoud van biogas uit bermgras.
12. Voor het vermijden van broeikasgasemissies is het systeem van Dörpen, met een volledig gesloten luchtcirculatie en gebruik van een bio-filter om de lucht weer te zuiveren, een volledig gesloten systeem is te prefereren boven dat van Ostrhauderfehn, waar onvolledig uitgegist digestaat aan de buitenlucht wordt blootgesteld.
13. Droge vergisting zonder na-compostering, zoals bij de installatie in Ostrhauderfehn, is energetisch gezien gunstiger dan met (gesloten) na-compostering, maar is vanuit het oogpunt van emissie van broeikasgassen en ammoniak veel ongunstiger.
14. Het valt nog niet te zeggen of verwerking van berm- en natuurgras door middel van droge vergisting economisch aantrekkelijker zal zijn ten opzichte van de huidige verwerkingsketen via composteren. Daarvoor zijn er nog te veel onzekere factoren, zoals:
 - a. het type installatie waarvoor wordt gekozen;
 - b. de investeringen die daarmee samenhangen;
 - c. de operationele kosten van een dergelijke installatie;
 - d. de ontwikkelingen van de grondstofprijzen voor vergisting;
 - e. of al dan niet een poorttarief voor berm- en natuurgras gehandhaafd blijft.

Literatuur

Ehlert, P., Zwart, K. & Spijker, J. (2010) Biogas uit bermgras. Duurzaam en haalbaar?
Alterra-rapport 2064.

Spijker, J.H.; Bakker, R.R.C.; Ehlert, P.A.I.; Elbersen, H.W.; Jong, J.J. de; Zwart, K.B. (2013)
Toepassingsmogelijkheden voor berm- en natuurgas, stand van zaken en voorstel voor een
onderzoekagenda. Alterra-rapport 2418.

Zwart, K.B.; Kuikman, P.J. (2011) Codigestion of animal manure and maize, is it sustainable?
Alterra-rapport 2169.

Zwart, K.B.; Oudendag, D.A.; Ehlert, P.A.I.; Kuikman, P.J. (2006) Duurzaamheid o-vergisting van
dierlijke mest. Alterra-rapport 1437.

Bijlage 1 Samenstelling ingekuuld berm- en natuurgras



Alterra WUR
T.a.v. Kor Zwart
Droevendoalsesteeg 4
4706 PB WAGENINGEN

Analysecertificaat

Datum: 16-10-2013

Hierbij ontvangt u de resultaten van het navolgende laboratoriumonderzoek.

Certificaatnummer/Versie 2013147391/1
Uw project/verslagnummer Graskuil
Uw projectnaam Graskuil
Uw ordernummer
Monster(s) ontvangen 08-11-2013

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

De gronde monsters worden tot 4 weken na datum ontvangst bewaard en watermonsters tot 2 weken na datum ontvangst. Inzake tegenbericht worden de monsters nodien afgevoerd. Indien de monsters langer bewaard dienen te blijven verzoeken wij u dit exemplaar uiterlijk 1 week voor afloop van de standaardbewaarperiode ondertekend aan ons te retourneren. Voor de kosten van het langer bewaren van monsters verwijzen wij naar de prijslijst.

Bewaren tot:
Datum: Naam: Handtekening:

Wij vertrouwen erop uw opdracht hiermee naar verwachting te hebben uitgevoerd, mocht U naar aanleiding van dit analysecertificaat nog vragen hebben verzoeken wij U contact op te nemen met de afdeling Verkoop en Advies.

Met vriendelijke groet,
Eurofins Analytico B.V.

Ing. A. Veldhuizen
Technical Manager

Eurofins Analytico B.V.

610weg 44-46 Tel. +31 (0)54 245 45 00 80P DeBos C.O. 327 024E 08 Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001:2004 gecertificeerd door
3711 NB, Borneveld Fax +31 (0)54 245 45 11 VET/STW/06, 81 8045 14 883 801 TUV en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. O.M.)
P.O. Box 459 E-mail: info-ana@eurofins.nl 4700 AB, 08288423 het Brussels Gewest (BRG), het Waalse Gewest (DGRW-OWG)
3776 AB, Borneveld 4 Site: www.eurofins.nl 2800, 821 88096227734320 en door de overheden met toezicht en toelating (MTO).
82C, 80P/812A 82C, 80P/812A



Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer Graskuil Certificaatnummer/Versie 2013147391/1
Uw projectnaam Graskuil Startdatum 18-11-2013
Uw ordernummer Rapportagedatum 13-10-2013/16:48
Datum monstername 07-11-2013 Bijlage 8, 9, C, D
Monsternamer Pagina 1/5
Monstermatrix Grond; bloafval, digesteot

Analyse	Eenheid	1	2	3
Betalen				
Door (R)	mg/kg ds	12	<5,0	11
Q Arseen (As)	mg/kg ds	<9,0	<9,0	<9,0
Calcium (Ca)	g/kg ds	8,8	11	7,3
Q Cadmium (Cd)	mg/kg ds	<0,40	<0,40	<0,40
Q Kobalt (Co)	mg/kg ds	<5,0	<5,0	<5,0
Q Chroom (Cr)	mg/kg ds	5,3	<8,0	5,2
Q Koper (Cu)	mg/kg ds	9,2	16,0	9,4
Q IJzer (Fe)	mg/kg ds	1400	1500	2900
Q Kwik (Hg)	mg/kg ds	<0,10	<0,10	<0,10
Q Kalium (K2O)	g/kg ds	12	14	8,1
Magnesium (Mg)	g/kg ds	2,9	3,2	3,8
Q Mangaan (Mn)	mg/kg ds	340	280	700
Q Molybdeen (Mo)	mg/kg ds	<1,5	2,0	<1,5
Q Natrium (Na)	mg/kg ds	1300	1300	2790
Q Nikkel (Ni)	mg/kg ds	<5,0	<5,0	<5,0
Q Lead (Pb)	mg/kg ds	<10	<10	<10
Q Zwavel (S)	g/kg ds	1,2	<1,3	1,3
Q Zwavel als sulfaat (SO4)	g/kg ds	3,7	2,1	3,8
Q Zink (Zn)	mg/kg ds	47	83	88
Minerale olie				
Minerale olie (C10-C12)	mg/kg ds	<9,0	<9,0	<6,0
Minerale olie (C13-C16)	mg/kg ds	12	<15	<10
Minerale olie (C14-C21)	mg/kg ds	34	49	35
Minerale olie (C21-C30)	mg/kg ds	140	84	290
Minerale olie (C30-C38)	mg/kg ds	120	83	170
Minerale olie (C38-C40)	mg/kg ds	4,3	<16	<12
Q Minerale olie totaal (C10-C40)	mg/kg ds	310	340	480 ¹⁾
Chromatogram olie (GC)		Zie bijl.	Zie bijl.	Zie bijl.
Organo-chloorbestrijdingsmiddelen, OCB				
Q oifa-HCH	mg/kg ds	<0,010	<0,070	<0,010

Nr.	Monsternummer/Ving	Analytico-nr.
1	B-0-1	7867405
2	B-0-2	7867406
3	B-0-3	7867407

Q: door het gecontroleerde verslabing
K: EPOL erkende verslabing
S: 88 3088 erkende verslabing
Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Eurofins Analytico B.V.

610weg 44-46 Tel. +31 (0)54 245 45 00 80P DeBos C.O. 327 024E 08 Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001:2004 gecertificeerd door
3711 NB, Borneveld Fax +31 (0)54 245 45 11 VET/STW/06, 81 8045 14 883 801 TUV en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. O.M.)
P.O. Box 459 E-mail: info-ana@eurofins.nl 4700 AB, 08288423 het Brussels Gewest (BRG), het Waalse Gewest (DGRW-OWG)
3776 NB, Borneveld 4 Site: www.eurofins.nl 2800, 821 88096227734320 en door de overheden met toezicht en toelating (MTO).
82C, 80P/812A 82C, 80P/812A





Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer: Graskull
 Uw projectnaam: Graskull
 Uw ordernummer: 07-11-2013
 Status monstername: 07-11-2013
 Monstermaat: Grend; Bioafval, digestaat
 Monstermatrix: Grend; Bioafval, digestaat

Certificaatnummer/Versie: 2013147391/1
 Startdatum: 18-11-2013
 Rapportagedatum: 19-12-2013/16:48
 Bijlage: R, B, C, D
 Pagina: 2/5

Analyse	Eenheid	1	2	3
beta-HCH	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
gamma-HCH	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
delta-HCH	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
Hexachloorbenzeen	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
Heptachloor	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
Heptachlooroxide(cis- of R)	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
Heptachlooroxide(trans- of B)	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
Hexachloorbutoleen	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
Aldrin	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
Dieldrin	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
Endrin	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
Isodrin	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
Telodrin	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
alfa-Endosulfan	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
beta-Endosulfan	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
Endosulfansulfaat	mg/kg ds	<0.020	<0.020	<0.020
alfa-Chloordaan	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
gamma-Chloordaan	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
o,p'-DDE	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
p,p'-DDE	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
o,p'-DDD	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
p,p'-DDD	mg/kg ds	<0.010	<0.010	<0.010
HCH (som)	mg/kg ds	<0.030	<0.030	<0.030
Dins (som)	mg/kg ds	<0.030	<0.030	<0.030
DDE (som)	mg/kg ds	<0.060	<0.060	<0.060
Heptachlooroxide (som)	mg/kg ds	<0.020	<0.020	<0.020
Chloordaan (som)	mg/kg ds	<0.020	<0.020	<0.020
DCB (soms)	mg/kg ds	<0.21	<0.21	0B.21
DCB WB (soms)	mg/kg ds	<0.24	<0.24	0B.24

Nr. Monsteromschrijving

1 B-0-1
 2 B-0-2
 3 B-0-3

Analytico-nr.

7867405
 7867406
 7867407

De afname is getuigd door de afnemer.
 De afname is getuigd door de afnemer.
 De afname is getuigd door de afnemer.

eurolins Analytico B.V.

Chilweg 44-44
 3711 NB Bunnik
 P.O. Box 489
 3720 ZL Bunnik NL

Tel: +31 (0)34 242 03 00
 Fax: +31 (0)34 242 03 99
 E-mail: info-euro@eurolins.nl
 Web: www.eurolins.nl

SWP Postbus 518, 3217 SP Zoetermeer
 VETSTR. 40, 8123 JZ, 8123 JZ
 Tel: 06-59384233
 Email: info@vetstr.nl
 Web: www.vetstr.nl

eurolins Analytico B.V. is een geaccrediteerd laboratorium.
 Het is erkend door het Vlaamse Gewest (Vlaamse Reguleerder voor de Milieuwetgeving) en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselzekerheid (MvL) van België.
 Het is erkend door het Vlaamse Gewest (Vlaamse Reguleerder voor de Milieuwetgeving) en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselzekerheid (MvL) van België.



Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer: Graskull
 Uw projectnaam: Graskull
 Uw ordernummer: 07-11-2013
 Datum monstername: 07-11-2013
 Monstermaat: Grend; Bioafval, digestaat
 Monstermatrix: Grend; Bioafval, digestaat

Certificaatnummer/Versie: 2013147391/1
 Startdatum: 18-11-2013
 Rapportagedatum: 19-12-2013/16:48
 Bijlage: R, B, C, D
 Pagina: 3/5

Analyse	Eenheid	1	2	3
Polyhloofkifenylen, PCB				
PCB 28	mg/kg ds	<0.0010	<0.0010	<0.0010
PCB 52	mg/kg ds	<0.0010	<0.0010	<0.0010
PCB 101	mg/kg ds	<0.0010	<0.0010	<0.0010
PCB 118	mg/kg ds	<0.0010	<0.0010	<0.0010
PCB 138	mg/kg ds	<0.0010	<0.0010	<0.0010
PCB 153	mg/kg ds	<0.0010	<0.0010	<0.0010
PCB 180	mg/kg ds	<0.0010	<0.0010	<0.0010
PCB (som 7)	mg/kg ds	<0.0070	<0.0070	<0.0070
Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen, PAH				
Naftaleen	mg/kg ds	<0.050	<0.050	<0.050
Fenantheen	mg/kg ds	0.14	<0.050	<0.050
Anthracen	mg/kg ds	<0.050	<0.050	<0.050
Fluoranthen	mg/kg ds	<0.050	0.20	<0.050
Benzo(a)anthracen	mg/kg ds	<0.050	<0.050	<0.050
Chryseen	mg/kg ds	0.13	0.12	<0.050
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg ds	<0.050	0.058	<0.050
Benzo(a)pyreen	mg/kg ds	0.21	0.28	0.23
Benzo(g)hoperyleen	mg/kg ds	<0.050	0.078	<0.050
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	mg/kg ds	0.072	<0.050	<0.050
PAK Totaal VROM (10)	mg/kg ds	0.94	0.73	<0.80
Fysisch-chemische analyses				
Zuurbindende waarde (Uits. Inverteax)	mmol/kg ds	0.0	0.0	0.0
Organische verbindingen				
Amonium (NH4-N)	mg/kg ds	1400	3000	420
Amonium (NH4)	mg/kg ds	3000	3700	808
Stikstof	g/kg	7.43	4.67	5.05
Stikstof	g/kg ds	15.3	19.3	14.8
fosfaat (als P2O5)	g/kg	3.38	3.37	3.52
fosfaat (als P2O5)	g/kg ds	6.86	7.75	7.40

Nr. Monsteromschrijving

1 B-0-1
 2 B-0-2
 3 B-0-3

Analytico-nr.

7867405
 7867406
 7867407

De afname is getuigd door de afnemer.
 De afname is getuigd door de afnemer.
 De afname is getuigd door de afnemer.

eurolins Analytico B.V.

Chilweg 44-44
 3711 NB Bunnik
 P.O. Box 489
 3720 ZL Bunnik NL

Tel: +31 (0)34 242 03 00
 Fax: +31 (0)34 242 03 99
 E-mail: info-euro@eurolins.nl
 Web: www.eurolins.nl

SWP Postbus 518, 3217 SP Zoetermeer
 VETSTR. 40, 8123 JZ, 8123 JZ
 Tel: 06-59384233
 Email: info@vetstr.nl
 Web: www.vetstr.nl

eurolins Analytico B.V. is een geaccrediteerd laboratorium.
 Het is erkend door het Vlaamse Gewest (Vlaamse Reguleerder voor de Milieuwetgeving) en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselzekerheid (MvL) van België.
 Het is erkend door het Vlaamse Gewest (Vlaamse Reguleerder voor de Milieuwetgeving) en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselzekerheid (MvL) van België.





Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer Uw projectnaam Uw ordernummer Datum monstername Monstermeester Monstermatrix
 Graskuil Graskuil 07-11-2013
 Certificaatnummer/Versie 2013147391/1
 Startdatum 18-11-2013
 Rapportagedatum 13-12-2013/16:48
 Bijlage R, B, C, D
 Pagina 4/5

Analyse	Eenheid	1	2	3
Uitbestede / overig onderzoek				
Uitbestede onderzoek				
Ite bijl.				
2378-TetraCDD	ng/kg ds		< 0.38	< 0.38
12378-PentaCDD	ng/kg ds		< 0.81	< 0.81
123478-HexoCDD	ng/kg ds		< 1.02	< 1.02
123678-HexoCDD	ng/kg ds		< 1.02	< 1.02
123789-HexoCDD	ng/kg ds		< 1.02	< 1.02
1234478-HeptaCDD	ng/kg ds		4.07	< 1.15
OctoCDD	ng/kg ds		21.3	< 4.48
2378-TetraCDF	ng/kg ds		< 0.68	< 0.68
12378-PentaCDF	ng/kg ds		< 0.93	< 0.94
23478-PentaCDF	ng/kg ds		< 0.93	< 0.94
123478-HexoCDF	ng/kg ds		< 0.88	< 0.88
123678-HexoCDF	ng/kg ds		< 0.88	< 0.88
123789-HexoCDF	ng/kg ds		< 0.88	< 0.88
234678-HexoCDF	ng/kg ds		< 0.85	< 0.85
1234478-HeptaCDF	ng/kg ds		< 4.25	< 4.26
1234789-HeptaCDF	ng/kg ds		< 0.81	< 0.81
OctoCDF	ng/kg ds		< 42.5	< 42.4
WHO(98) PCDD/F TEQ excl. LOQ	ng/kg ds		0.043	ND ¹⁾
WHO(98) PCDD/F TEQ incl. LOQ	ng/kg ds		2.22	2.19
WHO(08) PCDD/F TEQ excl. LOQ	ng/kg ds		0.047	ND
WHO(08) PCDD/F TEQ incl. LOQ	ng/kg ds		2.02	2.00
1-TEQ (NATO/CCMS) excl. LOQ	ng/kg ds		0.042	ND
1-TEQ (NATO/CCMS) incl. LOQ	ng/kg ds		2.02	1.98

Voedingswaarde en vezelfracties

	Eenheid	1	2	3
Ruw eiwit	g/kg	46	29	33
Ruw vet	g/kg	22	20	21
Koolhydraten	g/kg	89	48	99
Ruwe celstof	g/kg	140	71	120

Theoretische gasberekening

Nr. Monsteromschrijving	Analytica-nr.
1 B-0-1	7867408
2 B-0-2	7867406
3 B-0-3	7867407

1) door NIS gecorrodeerde verpakking
 2) door NIS gekwade verpakking
 3) door NIS gekwade verpakking
 Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

eurofins analytical b.v.

Silweg 44-46 Tel: +31 (0)34 342 85 08
 3713 RB Bunnik Fax: +31 (0)34 342 85 19
 P.O. Box 439 E-mail: info@eurofins.nl
 3720 BL Bunnik NL 376 www.eurofins.nl

ERP P/Bbox S-A 287 P248 16
 V0137P/MS 81 8043.14.843.861
 Inv.Nr. 09388422
 1808/ 817184P/8227P248123
 800: 88P04128

Eurofins Analytica B.V. is 2012 148011 2013 gecertificeerd door
 TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. OM),
 het Brussels Gewest (BIO), het Waalse Gewest (DGRW-ONS)
 en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (DEP).



Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer Uw projectnaam Uw ordernummer Datum monstername Monstermeester Monstermatrix
 Graskuil Graskuil 07-11-2013
 Certificaatnummer/Versie 2013147391/1
 Startdatum 18-11-2013
 Rapportagedatum 13-12-2013/16:48
 Bijlage R, B, C, D
 Pagina 5/5

Analyse	Eenheid	1	2	3
Gasberekening Duwail	m3/ton produkt	210	120	190
Methaan	% produkt	94	54	83
Theoretische gasberekening	m3/ton GS	870	580	580
Methaانبerekening	m3/ton produkt	110	70	100
Methaانبerekening GS	m3/ton GS	310	320	310

Nr. Monsteromschrijving

	Analytica-nr.
1 B-0-1	7867408
2 B-0-2	7867406
3 B-0-3	7867407

1) door NIS gecorrodeerde verpakking
 2) door NIS gekwade verpakking
 3) door NIS gekwade verpakking
 Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

eurofins analytical b.v.

Silweg 44-46 Tel: +31 (0)34 342 85 08
 3713 RB Bunnik Fax: +31 (0)34 342 85 19
 P.O. Box 439 E-mail: info@eurofins.nl
 3720 BL Bunnik NL 376 www.eurofins.nl

ERP P/Bbox S-A 287 P248 16
 V0137P/MS 81 8043.14.843.861
 Inv.Nr. 09388422
 1808/ 817184P/8227P248123
 800: 88P04128

Eurofins Analytica B.V. is 2012 148011 2013 gecertificeerd door
 TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. OM),
 het Brussels Gewest (BIO), het Waalse Gewest (DGRW-ONS)
 en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (DEP).





Bijlage (B) met deelmonsterinformatie behorende bij analysecertificaat 2013147391/1

Pagina 1/1

Analytico-nr. Boerse	Omschrijving	Van	Tot	Barcode	Monsteromschrijving
7867405	D-0-1				D-0-1
7867405				0940020110	
7867406	D-0-2				D-0-2
7867406				0940020108	
7867407	D-0-3				D-0-3
7867407				0940020109	



Bijlage (B) met opmerkingen behorende bij analysecertificaat 2013147391/1

Pagina 1/1

Opmerking 1)

Indiciëre waarde(n); heranalyse niet mogelijk.

Opmerking 2)

NB: Niet bepaald omdat het gehalte van geen van de corresponderende congenere boven de detectiegrens was

Eurofins Analytica B.V.

Gilleming 44-44 Tel. +31 (0)154 342 65 08 889 Boerse C.O. 327 9248 26
 3771 NB Borsseveld Fax +31 (0)154 342 65 99 90797W Ko. #: 8045-14.483.881
 P.O. Box 497 E-mail: info-euro@eurofins.nl Ko. No. : 09388423
 3773 AJ Borsseveld NL Site: www.eurofins.nl Ko. #: 827.889923/7124033
 SIC: 889912B

Eurofins Analytica B.V. is 315 44081: 0064 geaccrediteerd door
 TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LMI),
 het Brussels Gewest (BIO), het Waalse Gewest (ASBIO-OMG)
 en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (BIO).

Eurofins Analytica B.V.

Gilleming 44-44 Tel. +31 (0)154 342 65 08 889 Boerse C.O. 327 9248 26
 3771 NB Borsseveld Fax +31 (0)154 342 65 99 90797W Ko. #: 8045-14.483.881
 P.O. Box 497 E-mail: info-euro@eurofins.nl Ko. No. : 09388423
 3773 AJ Borsseveld NL Site: www.eurofins.nl Ko. #: 827.889923/7124033
 SIC: 889912B

Eurofins Analytica B.V. is 150 14061: 0064 geaccrediteerd door
 OFP en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. LMI),
 het Brussels Gewest (BIO), het Waalse Gewest (ASBIO-OMG)
 en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (BIO).



Bijlage (C) met methodeverwijzingen behorende bij analysecertificaat 2013147391/1

Pagina 1/2

Analyse	Methode	Techniek	Referentiemethode
Droge Stof	W0104	Gravimetrie	Gw. NEN-ISO 11465 en cf. CMR 2/1/8.1
Droge stof	W0104	Gravimetrie	Gw. NEN-ISO 11468 en cf. CMR 2/1/8.1
Droge/organische stof	W0109	Gravimetrie	Cf. NEN 5754
Baar (B)	P0902	Extern	Externe methode
Barium (Ba)	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
Calcium (Ca)	W0417	ICP-MS	CMR 2/1/8.1
Cadmium (Cd)	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
Cobalt (Co)	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
Chroom (Cr)	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
Koper (Cu)	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
ICP-MS IJzer (Fe)	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
Erk (Hg)	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
Kalium (K2O)	W0421	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2 / cf. CMR 2/1/8.1
Magnesium (MgO)	W0417	ICP-MS	CMR 2/1/8.1
ICP-MS Mangaan (Mn)	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
Molybdeen (Mo)	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
Natrium (Na)	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
Nikkel (Ni)	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
lood (Pb)	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
ICP-MS S-totaal	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
Zink (Zn)	W0423	ICP-MS	Cf. NEN-EN-ISO 17594-2
Minerale olie (GC) (C10 - C40)	W0202	GC-FID	Eigen methode
Chromatogram H0 (GC)	W0202	GC-FID	Eigen methode
OCB (2E)	W0262	GC-MS	Eigen methode
PCB (7)	W0271	GC-MS	Gw. NEN 4980
PAK (10 VBOM)	W0271	GC-MS	gw. NEN-ISO 18287
Zuurbind. waarde EUBEN2	P0902	Extern	Externe methode
arsenium	W0566	Spectrometrie	Eigen methode
Stikstof (N-Kjeldahl)	W0920	Spectrometrie (CPA)	Eigen methode
Fosfaat (P-totaal)	W0526	Spectrometrie (CPA)	Eigen methode
Vitbesteed onderzoek (2)	P0902	Extern	Externe methode
Bioxines (vitbesteed)	P0902	Extern	Externe methode
Ruw eiwit	W0520	Spectrometrie (CPA)	Eigen methode
Ruw vet	W0570	Gravimetrie	Eigen methode
Koolhydraten	W0572	Gravimetrie	Eigen methode
Ruwe celstof	W0574	Gravimetrie	Eigen methode

eurofins analytico B.V.

020weg 44-44 Tel: +31 (0)34 342 45 89
 3771 NB Bovenveld Fax: +31 (0)34 342 45 19
 P.O. Box 433 E-mail: info@eurofins.nl
 3770-N Bovenveld NL Site: www.eurofins.nl

30P Poelbos C.B. 227 1248 ZH
 VEI/278 NL NL 8243-14-833-801
 18460 32718499220774520
 SIC: 8090420

eurofins analytico B.V. is ISO 14001:2004 gecertificeerd door
 TÜV en erkend door het Nationaal Bureau (NEN) en Dep. I&O,
 het Rijksoverheid (Rijk), het Nationaal Bureau (NEN) en
 de door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (NEN).



Bijlage (C) met methodeverwijzingen behorende bij analysecertificaat 2013147391/1

Pagina 2/2

Analyse	Methode	Techniek	Referentiemethode
---------	---------	----------	-------------------

eurofins analytico B.V.

020weg 44-44 Tel: +31 (0)34 342 45 89
 3771 NB Bovenveld Fax: +31 (0)34 342 45 19
 P.O. Box 433 E-mail: info@eurofins.nl
 3770-N Bovenveld NL Site: www.eurofins.nl

30P Poelbos C.B. 227 1248 ZH
 VEI/278 NL NL 8243-14-833-801
 18460 32718499220774520
 SIC: 8090420

eurofins de analytico B.V. is ISO 14001:2004 gecertificeerd door
 TÜV en erkend door het Nationaal Bureau (NEN) en Dep. I&O,
 het Nationaal Bureau (Rijk), het Nationaal Bureau (NEN) en
 de door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (NEN).



Bijlage (D) opmerkingen aangaande de monstername en conserveringstermijn 2013147391/1

Pagina 1/1

Er zijn verschillen met de richtlijnen geconstateerd die de betrouwbaarheid van de resultaten van onderstaande monsters of analyses mogelijk hebben beïnvloed.

Analyse	Analytico-nr.
De conserveringstermijn is voor de betreffende analyse overschreden.	
Minerale olie (GC) (Voorbehandeling)	7867408 7867406 7867407
Anionen (Nitraat, Nitriet, Ammonium) (Voorbehandeling)	7867405 7867406 7867407
Anionen (Voorbehandeling, Nitraat, Nitriet, Ammonium)	7867408 7867406 7867407
Voorbehandeling N-rijdheid	7867405 7867406 7867407

EF CNL005 Analytico BV
Gildeweg 44-46
3770

AL BARNEVELD NL

5-dec-2013

BEPROEVINGSRAPPORT

Opdrachtgever:	EF CNL005 Analytico BV	Weg van transport:	Eurofins (Eidem gekoeld transport)
G. Ref.:	EUBEN-00015630	Opdrachtgever:	Albert van Weerenburg
Datum ontvangst opdracht:	21/11/2013	Aantal ontvangte monsters:	3
Staatname door:	Klein	Aantal geanalyseerde stalen:	0
Statistische verdeling:	nee	Veringsnummer:	AR-13100-81086-01
		Governde versie:	10 Days Fresh
Projectnummer:	Craskul		
Projectnaam:	2013147391		

AANGEWENDE ANALYSEMETHODEN

RC021	Droge Stof	CMA/210A.1
RC252	Zuurbindende waarde	NEN 12948
RD035	Voorbehandelingskost Probleemmatrix	Eigen methode

Opmerkingen

[1] Analyse uitgevoerd onder eisen van accreditatie bij Eurofins Analytico bv / Analyse uitgevoerd onder accreditatie of accreditatie door Eurofins Analytico

[2] Analyse uitgevoerd in systeem Eurofins verdeling / Analyse uitgevoerd door een autoriseerd systeem Eurofins

MA in Analyse [3] Disclaimer op deze testbeoordeling: Zie Appendix 1 / Disclaimer sur cette testbeoordeling: Voir Appendix 1

B: Niet-geaccordeerd volgens ISO 17025 / Niet-geaccordeerd volgens de parameters van deze analyse

De analyses worden gedaan onder toezicht van de beproefde stalen. Het beproefde rapport mag alleen in zijn geheel worden gereproduceerd, inclusief voorgaande schriftelijke toestemming van het laboratorium wordt verlangd.

Luc De Rijn
Laboratory Manager

eurofins analytical B.V.

Gildeweg 44-46 Tel: +31 (0)36 243 43 90 BVP P18801 B.V. P. 237 1343 38 eurofins analytical B.V. is ISO 17025:2005 gecertificeerd door
3770 NL Barneveld Fax: +31 (0)36 243 43 99 PPT 0076 NL 30.8845.14.895.801 IFA en afkomst door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselzekerheid (VVO) en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (MRO).
P.O. Box 419 E-mail: info@eurofins.nl EYE NL 39986405 het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselzekerheid (VVO) en door de overheden van Frankrijk en Luxemburg (MRO).
3770 NL Barneveld NL Site: www.eurofins.nl IBAN: NL71840023724825 BIC: BNPB3333

eurofins analytico bv
Vereniging 5
B-1831 HAARLEM

Tel: +32 (0) 220 77 58
Fax: +32 (0) 220 58 58
E-mail: info@eurofins.be
www.eurofins.be

FORIS 001-410070-08
KONINKRIJK DER NEDERLANDEN
RPR Gent

Eurofins Analytico bv is ISO 17025 gecertificeerd door
Date: 2013-12-05
(CHNLNL/AM)



ANALYSERESULTATEN

AR-13-NA-010656-01

ANALYSE	Standaard	1	2	3
Referentie LABID:	matrix	Datum analyse:	Datum ontvangstdatum	Referentie ABN
1. 471-2013-11250891	Overige vaste matrix	07-nov-2013	21-nov-2013	7967405 - B-0-1
2. 471-2013-11250892	Overige vaste matrix	07-nov-2013	21-nov-2013	7967406 - B-0-2
3. 471-2013-11250893	Overige vaste matrix	07-nov-2013	21-nov-2013	7967407 - B-0-3
Yeastar Analyses				
Droge Stof		(%)	(%)	(%)
Droge Stof	%	40	35	36
Waaropname	%	51	67	64
Anorganische Verbindingen en Aft-Chemische Analyses				
Zuurbestendige waarden				
Neutraliserende waarde		28	4,3	34



Appendix 1

Bijlage A : Opmerkingen behorende bij het beproevingsverslag :AR-13-NA-010656-01

471-2013-11250891 (7967405 - B-0-1)

Droge Stof

471-2013-11250892 (7967406 - B-0-2)

Droge Stof

471-2013-11250893 (7967407 - B-0-3)

Droge Stof

(A) De houdbaarheidsdatum van het monster voor de noodbevoeling is overgenomen.

Analytical report AR-13-GF-036904-01



Sample Code 710-2013-25112001

Reference Bioefvel, Digestaat
Sample sender Shantal Khemai
Reception date time 02.12.2013
Transport by UPS
Client Purchase order nr. 2013147391
Purchase order date 19.11.2013
Client sample code 7867405
Packaging glass with screw closure
Number of containers 1
Reception temperature room temperature
End analysis 12.12.2013

Test results

CYP07	dry matter (%) (#)		
Method	internal method, produce dry matter of original sample		
dry residue		50.12	%
A7168	Dioxins and Furans: PCDD/F (17 Congeners) (*) (#)		
Method	EC Reg 2532/2012 (food) and EC Reg 278/2012 (feed), HRMS	< 0.02	ng/kg MC12%
2,3,7,8-TetraCDD		0.07	ng/kg MC12%
1,2,3,7,8-PentaCDD		0.09	ng/kg MC12%
1,2,3,4,7,8-HexaCDD		0.16	ng/kg MC12%
1,2,3,6,7,8-HexaCDD		0.13	ng/kg MC12%
1,2,3,7,8,9-HexaCDD		2.39	ng/kg MC12%
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD		13.7	ng/kg MC12%
OctaCDD		0.21	ng/kg MC12%
2,3,7,8-TetraCDF		0.18	ng/kg MC12%
1,2,3,7,8-PentaCDF		0.23	ng/kg MC12%
2,3,4,7,8-PentaCDF			

The results of accreditation refer exclusively to the standard specified.
Dioxins - scope 01001 - valid for reference by general laboratory in other items.
Certificate of Accreditation for the ISO/IEC 17025 - Chemicals (C12) - 01/08/13 Münster
Dioxins/Furans, Bioefvel GfA Lab Service GmbH - Bioefvel-Str. 12 - D-48161 Münster
1997 1997 AD Hamburg
General Manager Dr. Christian Tietze
MPL No. DE 37992322
Dioxins & Furans (C12) 01001 - Scope No. 1997/001 - GfA Lab Service
1997 1997 2000 0001 01 00 0001 01



Das ist die deutsche Übersetzung der englischen
akkreditierten Informationen
die die deutsche Übersetzung
Die Akkreditierung gilt für die in der Tabelle
aufgeführten Parameter.

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at:
http://www.eurofins.de/conditionsandtermsandconditions.aspx, apply.

1,2,3,4,7,8-HexaCDF	0.37	ng/kg MC12%
1,2,3,6,7,8-HexaCDF	0.32	ng/kg MC12%
1,2,3,7,8,9-HexaCDF	< 0.11	ng/kg MC12%
2,3,4,6,7,8-HexaCDF	0.30	ng/kg MC12%
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	3.33	ng/kg MC12%
1,2,3,4,7,8-HeptaCDF	0.28	ng/kg MC12%
OctaCDF	6.25	ng/kg MC12%
WHO(2005)-PCDD/F TEQ (lower-bound)	0.366	ng/kg MC12%
WHO(2005)-PCDD/F TEQ (upper-bound)	0.400	ng/kg MC12%

(*) = The test was performed at the site Hamburg.
(#) = Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg) is accredited for this test.
- - Concentration below the indicated limit of quantification (LOQ)

This electronically generated test report has been checked and approved. It is also valid without signature.

Burkhard Homburg
(Analytical Services Manager)

The results of accreditation refer exclusively to the standard specified.
Dioxins - scope 01001 - valid for reference by the participating in other items.
Certificate of Accreditation for the ISO/IEC 17025 - Chemicals (C12) - 01/08/13 Münster
Dioxins/Furans, Bioefvel GfA Lab Service GmbH - Bioefvel-Str. 12 - D-48161 Münster
1997 1997 AD Hamburg
General Manager Dr. Christian Tietze
MPL No. DE 37992322
Dioxins & Furans (C12) 01001 - Scope No. 1997/001 - GfA Lab Service
1997 1997 2000 0001 01 00 0001 01



Das ist die deutsche Übersetzung der englischen
akkreditierten Informationen
die die deutsche Übersetzung
Die Akkreditierung gilt für die in der Tabelle
aufgeführten Parameter.

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at:
http://www.eurofins.de/conditionsandtermsandconditions.aspx, apply.

Bijlage 2 Samenstelling compost zonder bermgras Dörpen



RAL Prüfzeugnis
RAL-GZ 251 PZ-Nr.: 1121-1402-006
Fertigkompost (feinkörnig)

RAL-Gütesicherung Kompost
Chargenuntersuchung
Seite 1 von 2

Anlage Dörpen (BöGK-Nr.: 1121)
Bundesstraße 401, Nr. 100
20862 Dörpen
Proberaume am 29.01.2014

Rechtsbestimmungen:

- Bioabfallverordnung
- Düngemittelverordnung
- EU-Umweltzeichen

Regelwerke:

- RAL-Gütesicherung (RAL-GZ 251) (Anerkennungsverfahren)
- Wasserschutzgebiete (geeignet für WSZ III)
- EU-Ökoverordnung VO(EG) Nr. 609/2005, Anhang 1



Die Einhaltung der jeweiligen Norm wird mit einem Häkchen ausgewiesen.

Warendeklaration der RAL-Gütesicherung¹⁾

Kennzeichnung gemäß Düngemittelverordnung	Eigenschaften und Inhaltsstoffe in der Frischmasse	Zweckbestimmung
Aus Platzgründen ist die vollständige düngerechtl. Deklaration in der Anlage "Kennzeichnung" zum Prüfzeugnis enthalten.	Sticksstoff gesamt (N)	Zur Bodenverbesserung und Düngung Geeignet als Mischkomponente für Erdbe- und Substrate
	Sticksstoff löslich (N)	
	Sticksstoff umrechenbar (N ²⁾)	
	Phosphat gesamt (P ₂ O ₅)	Anwendungsbereiche Landwirtschaft Landschaftsbau Erdbecken
	Kaliumoxid gesamt (K ₂ O)	
	Magnesiumoxid ges. (MgO)	
	Besich. wirts. Stoffe (CuO)	
	pH-Wert	Anwendungsempfehlungen Landwirtschaft: siehe Anlage LW Landschaftsbau: siehe Anlage LB
	Salzgehalt	
	C/N-Verhältnis	
	Organische Substanz	
	Humus-C	Das Erzeugnis unterliegt der RAL-Gütesicherung (RAL-GZ 251). Dieses Zeugnis wurde elektronisch erstellt. Es gilt ohne Unterschrift.  Bundsgütegemeinschaft Kompost e.V. Träger der regelmäßigen Güteüberwachung gemäß §11 Abs. 3 BioAbfV. 6/8h, des 28.02.2014
	Hygienisierend und biologisch stabilisierend behandelt gem. §2 BioAbfV Frei von keimfähigen Samen und austriebsfähigen Pflanzenteilen	
	Körnung	
	Rohdichte	
Trockenmasse	1) Bei der Angabe des Erzeugnisses verbindliche Warendeklaration der RAL-Gütesicherung. 2) Im Anwendungsbereich angereicherter Stickstoff bei erstmaliger Anwendung (N-Köcher 20g, 5h von Freigabezeit). 3) Gesamt absolute Makro- und -mikroelemente (nach Landwirtsch. Anl. 2013) ohne Meßf. (0,85 4kg N, 0,85 4kg P ₂ O ₅ , 0,85 4kg K ₂ O, 0,20 4kg CaO, 4) Der Wert von Humus-C bezieht sich auf Humus-C (Kalkuliert auf Basis eines Stickstoffgehalts von 72,80 bzw. 1,22	
Düngerwert ³⁾		
Humuswert ⁴⁾		

Bijlage 3 Samenstellung compost met bermgras Dörpen



Analysenübersicht 2014 für Kompost
100% Fertigkompost
Anerkennung seit 01.07.2013

BGK-Nr. 1121, Dörpen
Abfallwirtschaftsbetrieb Landkreis Emsland
Anlageninput: 17.000 t
13 von 12 Analysen

Probenahme datum	Einheit	Median	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Probe 6	Probe 7	Probe 8	Probe 9	Probe 10	Probe 11	Probe 12
01.08.13			02.08.13	07.10.13	05.11.13	09.12.13	08.01.14	29.01.14	04.03.14	05.05.14	03.06.14	15.07.14		
27.08.13			24.08.13	30.10.13	03.12.13	02.01.14	08.02.14	28.02.14	28.03.14	28.04.14	28.05.14	30.06.14	04.08.14	
39 / 658			39 / 658	39 / 658	39 / 658	39 / 658	39 / 658	39 / 658	39 / 658	39 / 658	39 / 658	39 / 658	39 / 658	39 / 658
Eiszugabe			Fertig-K	Fertig-K	Fertig-K	Fertig-K	Fertig-K	Fertig-K	Fertig-K	Fertig-K	Fertig-K	Fertig-K	Fertig-K	Fertig-K
Röhrung (Sieblinie)			0-10mm	0-10mm	0-10mm	0-10mm	0-10mm	0-10mm	0-10mm	0-10mm	0-10mm	0-10mm	0-12mm	0-12mm
Hygiene														
Prozessüberwachung (1)			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kornfähige Samen	st	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Salmonellen			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parameter														
Fremdstoffe gesamt	% TM	0,04	0,12	0,03	0,32	0,04	0,00	0,31	0,01	0,03	0,06	0,02	0,04	0,19
davon Glas	% TM	0,04	0,11	0,01	0,02	0,04	0,00	0,27	0,00	0,00	0,04	0,02	0,04	0,17
Fächerschlurme	cm ² FM		2		5			9						4
Stäube > 10 mm	% TM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00
Rel. Pflanzverträglichkeit 25%	% rel.	114	106	114	120	114	105	109	107	107	120	122	119	123
Rel. Pflanzverträglichkeit 50%	% rel.	96,0	94,0	97,0	99,0	95,0	85,0	87,0	87,0	85,0	110	111	110	114
Rottegrad			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Wassergehalt	% FM	40,15	35,4	37,9	38,1	40,3	45,8	43,3	43,5	44,5	40,0	48,0	35,3	33,7
Gühevast	% TM	30,9	30,9	35,5	27,7	28,8	35,3	33,2	33,3	34,0	30,7	36,2	29,0	32,5
C/N Verhältnis		14,0	16,8	13,4	13,8	13,0	14,4	14,9	14,0	11,9	14,0	18,3	15,0	13,0
Rohdichte	g/l FM	700	673	702	700	800	705	710	695	679	563	637	620	710
pH-Wert		8,7	7,9	7,4	8,0	8,0	8,7	8,8	8,8	7,6	9,1	7,6	8,0	7,7
Salzgehalt	g/l FM	4,81	3,74	4,19	5,44	5,33	7,29	5,10	4,84	5,00	4,37	4,83	4,01	4,79
Nährstoffe (gesamt)														
Stickstoff (N)	% TM	1,34	1,14	1,10	1,18	1,28	1,42	1,28	1,38	1,88	1,78	1,78	1,08	1,45
Phosphat (P ₂ O ₅)	% TM	0,70	0,55	0,55	0,64	0,70	0,69	0,73	0,81	0,71	0,78	0,80	0,44	0,74
Kaliumoxid (K ₂ O)	% TM	1,02	0,89	0,71	0,97	1,15	1,10	1,34	0,98	1,08	1,11	1,15	0,71	0,94
Magnesiumoxid (MgO)	% TM	0,41	0,35	0,31	0,38	0,41	0,38	0,42	0,41	0,43	0,48	0,48	0,34	0,48
Bes. wirts. Stoffe (CaO)	% TM	2,47	2,02	1,44	3,06	2,40	2,30	2,40	2,55	2,58	3,10	3,08	2,30	3,89
Nährstoffe (löslich)														
Ammonium (NH ₄ -N)	mg/l FM	328	78,0	4,00	611	582	580	555	362	60,0	398	108	287	64,0
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l FM	23,0	175	248	21,0	11,0	23,0	6,00	23,0	28,0	3,00	238	23,0	217
Phosphat (P ₂ O ₅)	mg/l FM	1495	1370	1380	1840	1700	1540	1580	1470	1520	1260	1590	1030	1320
Kaliumoxid (K ₂ O)	mg/l FM	3650	3000	2900	4070	4230	3980	3710	3600	3620	3140	4010	2400	3080
Schwermetalle														
Blei (Pb)	mg/kg TM	20,7	23,5	20,7	20,7	24,5	19,8	28,0	18,0	19,8	18,3	41,4	17,0	24,2
Cadmium (Cd)	mg/kg TM	0,30	0,28	0,28	0,28	0,40	0,30	0,34	0,28	0,31	0,37	0,25	0,37	0,37
Chrom (Cr)	mg/kg TM	20,4	20,8	13,3	18,1	23,9	25,8	17,8	15,1	19,5	20,5	23,0	20,2	28,8
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	43,3	41,3	33,7	45,2	42,1	49,4	42,5	33,7	44,1	87,7	88,0	37,8	64,3
Nickel (Ni)	mg/kg TM	6,25	6,00	4,80	5,70	5,70	7,00	7,10	5,80	7,40	5,90	6,50	6,60	6,60
Quecksilber (Hg)	mg/kg TM	0,08	0,07	0,06	0,07	0,05	0,09	0,05	0,06	0,05	0,08	0,08	0,00	0,07
Zink (Zn)	mg/kg TM	162	174	129	189	189	140	159	133	156	176	184	123	165
Grenzwerte RAL-Gütesicherung eingehalten			Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

(1) Prozessüberwachung: 1= geprüft und nicht beanstandet, 2 = geprüft und beanstandet, 3 = nicht vorhanden, N= Es liegen Nachuntersuchungen vor.
Angaben, die nicht den Vorgaben der Gütesicherung entsprechen sind fett hervorgehoben und grau hinterlegt, Werte innerhalb der zulässigen Toleranz und unplausible Werte sind fett hervorgehoben

Stand: 22.09.2014
Seite 1 von 2



Analysenübersicht 2014 für Kompost
100% Fertigkompost
Anerkennung seit 01.07.2013

BGK-Nr. 1121, Dörpen
Abfallwirtschaftsbetrieb Landkreis Emsland
Anlageninput: 17.000 t
13 von 12 Analysen

Probenahme datum	Einheit	Median	Probe 13
12.08.14			05.09.14
39 / 658			39 / 658
Eiszugabe			Fertig-K
Röhrung (Sieblinie)			0-12mm
Hygiene			
Prozessüberwachung (1)			1
Kornfähige Samen	st	0,00	0,00
Salmonellen			0
Parameter			
Fremdstoffe gesamt	% TM	0,07	0,07
davon Glas	% TM	0,06	0,06
Fächerschlurme	cm ² FM		
Stäube > 10 mm	% TM	0,00	0,00
Rel. Pflanzverträglichkeit 25%	% rel.	121	121
Rel. Pflanzverträglichkeit 50%	% rel.	113	113
Rottegrad			5
Wassergehalt	% FM	30,9	30,9
Gühevast	% TM	24,8	24,8
C/N Verhältnis		13,3	13,3
Rohdichte	g/l FM	704	704
pH-Wert		8,3	8,3
Salzgehalt	g/l FM	4,98	4,98
Nährstoffe (gesamt)			
Stickstoff (N)	% TM	1,08	1,08
Phosphat (P ₂ O ₅)	% TM	0,53	0,53
Kaliumoxid (K ₂ O)	% TM	0,72	0,72
Magnesiumoxid (MgO)	% TM	0,34	0,34
Bes. wirts. Stoffe (CaO)	% TM	2,29	2,29
Nährstoffe (löslich)			
Ammonium (NH ₄ -N)	mg/l FM	167	167
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l FM	217	217
Phosphat (P ₂ O ₅)	mg/l FM	1290	1290
Kaliumoxid (K ₂ O)	mg/l FM	2890	2890
Schwermetalle			
Blei (Pb)	mg/kg TM	53,2	53,2
Cadmium (Cd)	mg/kg TM	0,28	0,28
Chrom (Cr)	mg/kg TM	17,1	17,1
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	37,7	37,7
Nickel (Ni)	mg/kg TM	5,4	5,40
Quecksilber (Hg)	mg/kg TM	0,08	0,08
Zink (Zn)	mg/kg TM	130	130
Grenzwerte RAL-Gütesicherung eingehalten			Ja

(1) Prozessüberwachung: 1= geprüft und nicht beanstandet, 2 = geprüft und beanstandet, 3 = nicht vorhanden, N= Es liegen Nachuntersuchungen vor.
Angaben, die nicht den Vorgaben der Gütesicherung entsprechen sind fett hervorgehoben und grau hinterlegt, Werte innerhalb der zulässigen Toleranz und unplausible Werte sind fett hervorgehoben

Stand: 22.09.2014
Seite 2 von 2

Bijlage 4 Samenstelling digestaat zonder natuurgras Ostrhauderfehn

Institut für Boden und Umwelt

Jägerstr. 23 - 27
26121 Oldenburg
Telefon: (04 41) 801-830
Telefax: (04 41) 801-889

E-Mail: manfred.bischoff@lufa-nord-west.de
<http://www.lufa-nord-west.de>
Service-Verbindung: LfD Oldenburg
BLZ: 280 501 00 - Kto.: 600 886



LUFA Nord-West · Jägerstraße 23-27 · 26121 Oldenburg

Ekowep
GmbH & Co. KG
Potschauser Straße 13a
26842 Ostrhauderfehn

Oldenburg, 14.03.2014
Dr. Bv/Tim
Seite 1 von 1

Prüfbericht

Analysen-Nr.: D0 14-3222
Art der Probe: Perkolat
Bezeichnung: Perkolat
Probenahmedatum: ohne Angabe
Probennehmer, (# 6): Extern, ohne Angabe
Probeneingang: 06.03.2014
befindlich in: Pl.-Flasche

Beginn der Prüfung: 06.03.2014
Ende der Prüfung: 13.03.2014
(gilt für die jeweils angegebenen Parameter)

Die Untersuchung ergab:

	i. d. Originalsubstanz	
pH-Wert Methode: VDLUFA I, A 5.1.1 (1991; mod.)	8,2	
Trockensubstanz Methode: VDLUFA II, 9.28.1 (1976)	4,9	%
organische Trockensubstanz Methode: VDLUFA II, 10.1 (1999)	3,0	%
Essigsäureäquivalent Methode: BGK Methodenbuch, Kap. III, C3 (2006)	0,57	g/kg
Ammoniumstickstoff (NH ₄ -N) Methode: VDLUFA II, 3.2.6 (1995)	0,45	%
FOS/TAC-Verhältnis Methode: berechnet	0,02	
Säurekapazität (K _{64,3}) berechnet als CaCO ₃ Methode: DIN 38409-7 H 7 (2005)	2,46	%
Salzgehalt Methode: VDLUFA II, 11.14	31,9	g KCl/l
Nickel (Ni) Methode: DIN EN ISO 17294-2 (2005; mod.)	0,49	mg/kg
Kobalt (Co) Methode: DIN EN ISO 17294-2 (2005; mod.)	0,49	mg/kg
Molybdän (Mo) Methode: DIN EN ISO 17294-2 (2005; mod.)	0,41	mg/kg
Selen (Se) Methode: DIN EN ISO 17294-2 (2005; mod.)	0,31	mg/kg

Im Auftrag

Dr. Bischoff
(Laborleiter)



#2 = III, Ordnung; #3 = II, Ordnung; #4 = I, Ordnung; #5 = Untersuchung erfolgte in Freischub; #6 = unterliegt nicht der Akkreditierung

„5.“-Wert ist kleiner als die niedrigste Angabe unter 0,01 mg des Arbeitssubstrates

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns vorliegende Probenmaterial. Dieser Prüfbericht darf nicht ohne unsere Genehmigung ausgetauscht oder verändert werden. Für die angegebenen Untersuchungsparameter gelten die vom Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten festgelegten Analyseverfahren.

LUFA NORD - WEST: Institut der Landwirtschaftskammer Niedersachsen · Str. 26121 Oldenburg · Jägerstraße 23-27 · Unt.-Nr.: DE 245 610 284

Bijlage 5 Samenstelling digestaat met natuurgras Ostrhauderfehn

Institut für Düngemittel und Saatgut



LUFA
NORD-WEST

Finkenborner Weg 1a
31787 Hameln
Telefon: (0 51 51) 98 71-0
Telefax: (0 51 51) 98 71-11

Email: ifd@lufa-nord-west.de
http://www.lufa-nord-west.de
Bank: Landessparkasse Oldenburg
BLZ: 280 501 00 - Kto.: 660 886

Anlage zum Prüfbericht vom 13.02.2015	Seite 1 von 2	
Auftrags-Nr.: 546263	Labor-Nr.: AR 1503428	Eing.-Datum: 05.02.2015

Kennzeichnung gemäß Düngemittelverordnung vom 05.12.2012

Wirtschaftsdünger
unter Verwendung von

0,75 % Gesamtstickstoff (N)
0,31 % Gesamtphosphat (P₂O₅)
0,77 % Gesamtkaliumoxid (K₂O)

Nettomasse t oder Nettovolumen m³

Hersteller/Inverkehrbringer:

Ekowep GmbH & Co.KG
Potschauser Str.13a
26842 Ostrhauderfehn

Ausgangsstoffe:

.....
.....

Nebenbestandteile:

0,27 % Ammoniumstickstoff (NH₄-N)
0,08 % Schwefel (S)
0,16 % Magnesium (MgO)
11,1 % Organische Substanz, bewertet als Glühverlust
22,2 % Trockenmasse (TM)

Hinweise zur sachgerechten Lagerung

Bei der Lagerung sind Abtragungen und Auswaschungen zu vermeiden.

Hinweise zur sachgerechten Anwendung

Stickstoff ist in der Düngeplanung mit mindestens 50 % anrechenbar
(Getreide 50 %, Hackfrucht 70 %).
Phosphat und Kalium können im Rahmen der Fruchtfolge zu 100 % angerechnet werden.

Die organische Substanz ist bei der Erstellung der Humusbilanz gemäß VO (EG)
Nr. 73/2009 anzurechnen.

Auf weitere wasserrechtliche und düngerechtliche Vorschriften wird verwiesen.



P r ü f b e r i c h t vom 13.02.2015	Seite 2 von 2
Auftrags-Nr.: 546263 Labor-Nr.: AR 1503428 Eing.-Datum: 05.02.2015	

Auskunft: Dr. Hoffmann
Telefon : 05151/9871-35

Probenbezeichnung: Gärrest 3 Endlager
Probensorte : Gärrest aus NawaRo-Anlage

Aufschluß mit Königswasser nach DIN EN 13657

Bezogen auf:	Original- substanz FM %	Original- substanz FM	Trocken- substanz TM %	Methode
Trockensubstanz (TM)	22,24		---	DIN EN 12880, S 2a
Organische Substanz	11,12		50,00	DIN EN 12879, S 3a
Mineralische Substanz	11,12		50,00	DIN EN 12879, S 3a

Hauptnährstoffe

	%	kg/t	%	
Gesamtstickstoff N	0,751	7,51	3,38	DIN ISO 11261
Ammonium (CaCl ₂) N	0,273	2,73	1,23	ISO 11732 E23
Nitrat (CaCl ₂) N	< 0,001	< 0,01	< 0,01	ISO 13395
verfügbarer Stickstoff N	0,273	2,73	1,23	rechnerisch
Phosphor P ₂ O ₅	0,313	3,13	1,41	ISO 11885, E 22
Kalium K ₂ O	0,774	7,74	3,48	ISO 11885, E 22
Magnesium MgO	0,164	1,64	0,74	ISO 11885, E 22
Calcium CaO	0,315	3,15	1,41	ISO 11885, E 22
<i>bestimmt aus der Analytik von Ca</i>				
Schwefel S	0,083	0,83	0,37	ISO 11885, E 22

Spurennährstoffe

	%	g/t	mg/kg TM	
Kupfer Cu	0,00044	4,4	19,8	ISO 11885, E 22
Zink Zn	0,00263	26,3	118,1	ISO 11885, E 22

Bemerkungen:

Dieser Prüfbericht ist maschinell erstellt und daher nicht unterschrieben.

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns vorliegende Probenmaterial. Dieser Prüfbericht darf nur vollständig ohne unsere schriftliche Genehmigung vervielfältigt bzw. weitergegeben werden.



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2661
ISSN 1566-7197



Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2661
ISSN 1566-7197

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

