

BMU-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

Abschlußbericht

zum Vorhaben:

Biogaserzeugung aus besonders stoffhaltigen Lebensmittelresten und überbetriebliche
Nutzung in einer Brauerei
20154

Fördernehmer/-in:

Herr Hubert Franke handelnd unter Franke Transport und Biogas

Umweltbereich

(Abfallwirtschaft und Energie)

Laufzeit des Vorhabens

16.02.2009 – 31.10.2009

Autor

Hubert Franke
und
Marcus Lodde

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Datum der Erstellung

08.11.2010

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen UBA	Vorhaben-Nr. 20154
Titel des Vorhabens/Report Title	
Biogaserzeugung aus besonders störfstoffhaltigen Lebensmittelresten und überbetriebliche Nutzung in einer Brauerei Generation of biogas from contraries of food leftovers and industry-wide use in a brewery	
Autor(en), Name(n), Vorname(n)	Vorhabensbeginn
Franke, Hubert	16.02.2009
Lodde, Marcus (Effizienz-Agentur NRW)	Vorhabensende (Abschlussdatum):
	31.10.2009
Fördernehmer / -in (Name, Anschrift)	Veröffentlichungsdatum
Herr Hubert Franke handelnd unter Franke Transport und Biogas Mallinckrodtstr. 2 33178 Borchten	08.11.2010
	Seitenzahl
	32
Kurzfassung/Summary	
<p>Am Standort Borchten wird eine Biogasanlage betrieben. Als wesentliche Inputstoffe werden Kofermente (18.000 t/a), Speisereste (1.500 t/a) und verpackte Lebensmittel (500 t/a) verarbeitet. Mit einer neu entwickelten Röhrenpresstechnik können Störstoffe im Gegensatz zu herkömmlichen Aufbereitungsverfahren (Handverlesung und Hammermühlen) besonders gut (4,6 %) abgetrennt werden. Verschleiß und Abrieb an Metallteilen findet kaum statt. Der Feststoffanteil des Gärrückstandes wird in einer nachgeschalteten Kompostierung mit Druckbelüftung, die über eine neuartige Membran-Abdeckung verfügt, zu hochwertigen Kompost weiter verarbeitet. Der Zeitbedarf für die Rotte kann gegenüber klassischen Verfahren von 2-3 Monaten auf 3-4 Wochen verkürzt werden. Eine Wenden des Kompostes ist durch die Sauerstoffzufuhr über ein Luftgebläse nicht mehr notwendig. Der nötige Energieeinsatz sinkt um 7.500 kWh/a. Gerüche, Sporen und Keime werden kaum an die Umgebung abgegeben.</p> <p>Franke Biogas GmbH has been operating a biogas plant in Borchten. The significant input materials to be processed were to be bi-ferments (18,000 t/p.a.), food leftovers (1,500 t/p.a.) and packaged food products (500 t). With the newly developed thermionic press technology, contraries (4.6%) can be separated very successfully (in contrast to the conventional processing procedure via a hammer mill). Deterioration and abrasion of the metal components is virtually eradicated. The solids and fermented substrates are converted into a high-value compost via the post-composting procedure using the new membrane-barrier technology. The time required for the rotting process can be shortened to 3-4 weeks (in contrast to conventional procedures which take 2-3 months). Turning the compost over is no longer necessary due to the oxygenation via air pumps. The required energy is reduced by 7,500 kWh/p.a. Smells, spores and germs are no longer present.</p>	

Schlagwörter/Keywords

Biogas, Speiseresteentsorgung, Kompostierung, Röhrenpresstechnik, Hammermühlen, Handverlesung

Biogas, food leftovers, composting procedure, thermionic press technology, hammer mill, separating by hand

Anzahl der gelieferten Berichte

Papierform: 7

Elektronischer Datenträger: 1

Sonstige Medien

Veröffentlichung im Internet geplant auf der Homepage: -

Kurzfassung / Summary

• Beschreibung / Description

Ausgangssituation und Aufgabenstellung, Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die Franke Biogas GmbH betreibt seit 1997 eine Biogasanlage mit einer installierten Leistung von 480 kW_{elektr.} (3 x 160 kW_{elektr.}, Zündstrahlmotoren) am Standort Borchten und beschäftigt 4 Mitarbeitern (1 Betriebsleiter und 3 feste Angestellte). Die Stromerzeugung (2.800 MWh/a) lief ausschließlich über die Verwertung von Kofermenten (1.800 m³/Monat). 75 % der Abwärme gingen ungenutzt in die Atmosphäre. Das Fermentervolumen belief sich auf 4.200 m³, sowie 2.200 m³ Nachgärer und 2.200 m³ Endlager.

2008 entstand die Idee, die bestehende Biogasanlage zu erweitern und das gewonnene Biogas nach einer Gasaufbereitung über eine Ferngasleitung einer benachbarten Brauerei für noch ein zur errichtendes BHKW zur Verfügung zu stellen.

Als wesentliche Inputstoffe sollten künftig Kofermente (18.000 t/a), Speisereste (1.500 t/a) und verpackte Lebensmittel (500 t/a) verarbeitet werden.

Die neu entwickelte Röhrenpresstechnik sowie der Einsatz der neuartigen Membran-Abeckung zur Weiterverarbeitung der Gärreste zu Kompost machen den Kern des innovativen Ansatzes und des geförderten Projektes aus.

Initial situation and task definition, prerequisites, under which the project was carried out

Franke Biogas GmbH has been operating a biogas plant with an installed capacity of 480 kW_{electr.} (3 x 160 kW_{electr.}, pilot injection engine) since 1997 and employs 4 staff members (1 plant manager and 3 permanent employees). The power generation (2,800 MWh/p.a.) is solely based on the utilization of bi-ferment (1,800 m³/month). 75% of the waste heat entered the atmosphere unused. The fermenter volume amounted to 4,200 m³, as well as 2,200 m³ from the post-fermentation and 2,200 m³ in the final location.

In 2008 the idea arose to extend the existing biogas plant and to make the obtained biogas (after gas processing via a gas pipeline) available to a neighbouring brewery for a planned Block Heat and Power Plant (BHPP).

The significant input materials to be processed were to be bi-ferments (18,000 t/p.a.), food leftovers (1,500 t/p.a.) and packaged food products (500 t).

The newly developed thermionic press technology and the application of novel membrane-barriers for the further processing of digestates for compost production formed the core of the innovative approach and the funded project.

Planung und Ablauf des Vorhabens

Durch starke zeitliche Verzögerungen im Genehmigungsverfahren für die Errichtung des BHKW bei der Brauerei, waren auch die eingebetteten Einzelvorhaben betroffen. Sämtliche Maßnahmen am Standort in Borchten wurden dadurch zeitlich gestreckt.

Februar 2009	Bestellungen ausgelöst
März 2009	Erdarbeiten Speiseresteentsorgung
April 2009	Montage Edelstahlbehälter Speiseresteentsorgung (SE)
September 2009	Erteilung der Baugenehmigung
September 2009	Aufbau der Speiseresteentsorgungshalle
September 2009	Bauliche Maßnahmen Kompostierung gestartet

Oktober 2009	Aufbau der Anlagentechnik (SE)
Oktober 2009	Aufbau der Anlagentechnik (Kompostierung)
Dezember 2009	Inbetriebnahme Kompostierung
Januar 2010	Probetrieb/Optimierung Kompostierung

Planning and Project Schedule

As a result of significant time delays in the authorization process for the erection of the BHPP at the brewery, the embedded individual tasks were also affected. Several measures at the Borchten location had to endure extended deadlines.

February 2009	Orders placed
March 2009	Earthwork for food leftover disposal
April 2009	Mounting of steel container for food leftover disposal
September 2009	Planning permission granted
September 2009	Construction of food leftover disposal area
September 2009	Start of construction measures for composting technology
October 2009	Construction of the plant
October 2009	Construction of the plant (composting technology)
December 2009	Commissioning of the composting technology
January 2010	Trial operation/Optimization of the composting technology

Ergebnisse aus dem Vorhaben allg. und hinsichtlich Umweltentlastung

Mit der neu entwickelten Röhrenpresstechnik können Störstoffe im Gegensatz zu herkömmlichen Aufbereitungsverfahren (Handverlesung und Hammermühlen) besonders gut (4,6 %) abgetrennt werden. Verschleiß und Abrieb an Metallteilen findet kaum statt.

Der Feststoffanteil des Gärrückstandes wird in einer nachgeschalteten Kompostierung mit Druckbelüftung, die über eine neuartige Membran-Abdeckung verfügt, zu hochwertigen Kompost weiter verarbeitet. Der Zeitbedarf für die Rotte kann gegenüber klassischen Verfahren von 2-3 Monaten auf 3-4 Wochen verkürzt werden. Eine Wenden des Kompostes ist durch die Sauerstoffzufuhr über ein Luftgebläse nicht mehr notwendig. Der nötige Energieeinsatz sinkt um 7.500 kWh/a, da das Material nicht mehr durch Radlader gewendet werden muss. Gerüche, Sporen und Keime werden kaum an die Umgebung abgegeben.

Results and Environmental Impact

With the newly developed thermionic press technology, contraries (4.6%) can be separated very successfully (in contrast to the conventional processing procedure via a hammer mill).

Deterioration and abrasion of the metal components is virtually eradicated. The solids and fermented substrates are converted into a high-value compost via the post-composting procedure using the new membrane-barrier technology. The time required for the rotting process can be shortened to 3-4 weeks (in contrast to conventional procedures which take 2-3 months).

Turning the compost over is no longer necessary due to the oxygenation via air pumps. The required energy is reduced by 7,500 kWh/p.a. Smells, spores and germs are no longer present.

Inhalt

1. Einleitung	7
1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens	7
1.2 Ausgangssituation	7
2. Vorhabensumsetzung	8
2.1 Ziel des Vorhabens.....	8
2.2 Darstellung der technischen Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)	8
2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens.....	19
2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen).....	22
2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten.....	23
3. Ergebnisse	25
3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung.....	25
3.2 Stoff- und Energiebilanz	26
3.3 Wirtschaftlichkeitsanalyse	27
3.4 Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren	29
4. Empfehlungen	29
4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung.....	29
4.2 Modellcharakter	30
4.3 Zusammenfassung.....	30
5. Anhang	32

1. Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

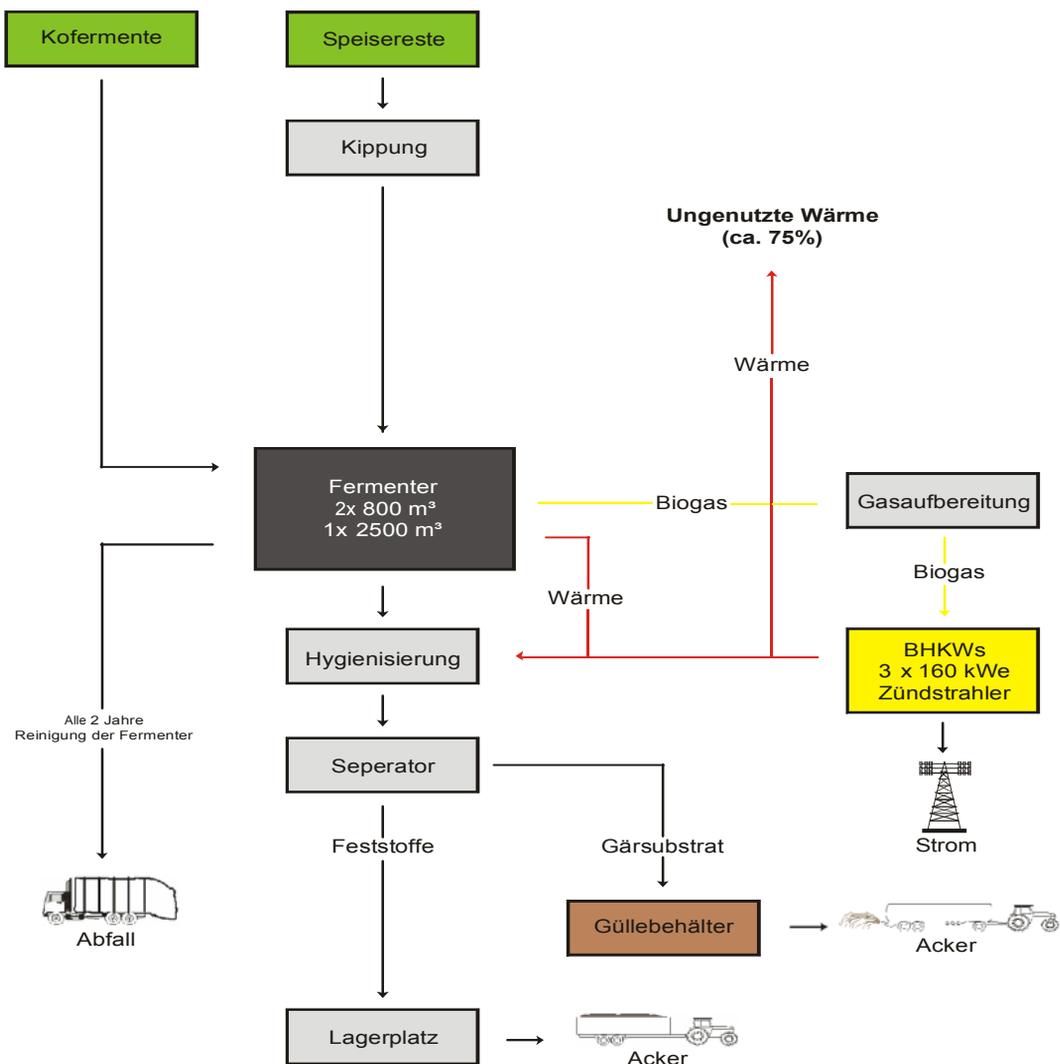
Die Franke Biogas GmbH betreibt seit 1997 eine Biogasanlage mit einer installierten Leistung von 480 kW_{elektr.} (3 x 160 kW_{elektr.}, Zündstrahlmotoren) am Standort Borchsen. Die Stromerzeugung (2.800 MWh/a) lief vor Durchführung des Projektes ausschließlich über die Verwertung von Kofermenten wie Panseninhalte, Flotatfette, Fettabscheider, überlagerte Lebensmittel etc. (1.800 m³/Monat). Das Fermentervolumen belief sich auf 4.100 m³, sowie 2.200 m³ Nachgärer und 2.200 m³ Endlager. Nach der Hygenisierung und dem Seperator wurden sowohl die Feststoffe als auch der flüssige Gärrückstand auf die Felder verbracht.

1.2 Ausgangssituation

Die Abbildung 1 stellt die Situation vor Durchführung des Vorhabens dar:

Stoffkreislauf

Komplettes Betriebssystem
- bestehende Anlage -



2. Vorhabensumsetzung

2.1 Ziel des Vorhabens

Am Standort Borchten sollte die bestehende Biogasanlage erweitert und das gewonnene Biogas nach einer Gasreinigung über eine Ferngasleitung einer benachbarten Brauerei für ein noch zu errichtendes BHKW zur Verfügung gestellt werden.

Als wesentliche Inputstoffe sollen Kofermente (18.000 t/a), Speisereste (1500 t/a) und verpackte Lebensmittel (500 t/a) verarbeitet werden. Bezüglich der Inputstoffe bestehen langjährige Geschäftsverbindungen. Die neu zu errichtende Annahme- und Aufbereitungsanlage für die Speisereste ist dabei ein wesentlicher Bestandteil des geförderten Projektes.

Zu diesem Teil des Projektes gehört neben der Auskippvorrichtung für die Speiseabfalltonnen und der Aufbereitungsanlage eine neu zu errichtende Annahmehalle. Zur Aufbereitung der Speisereste sollte nicht, wie in der Branche üblich, für die weitere Verarbeitung eine Handverlesung mit nachgeschalteter Zerkleinerung (Hammermühle) zum Einsatz kommen.

Vielmehr sollen die Speisereste nach dem Auskippen der Mülltonnen in einer Anmischgrube mittels Rührwerk mit den verpackten und vorher grob zerkleinerten Lebensmittel (überschrittenes Verfalldatum) in eine homogene Masse gebracht werden, um sie dann unzerkleinert über eine neue, innovative, energieeffiziente Röhrenpresstechnik in organische und anorganische Masse zu trennen.

Die Hygienisierung der Gärreste erfolgt nach dem Gärprozess. Künftig sollen die Feststoffe und das Gärsubstrat nicht mehr auf dem Acker ausgebracht werden, sondern in einer nachgeschalteten Kompostierung, die über eine neuartige Membran-Abdeckung verfügt, zu hochwertigen Kompost weiter verarbeitet werden. Der Bau dieser Nachrotteeinrichtung ist der zweite Teil des geförderten Projektes.

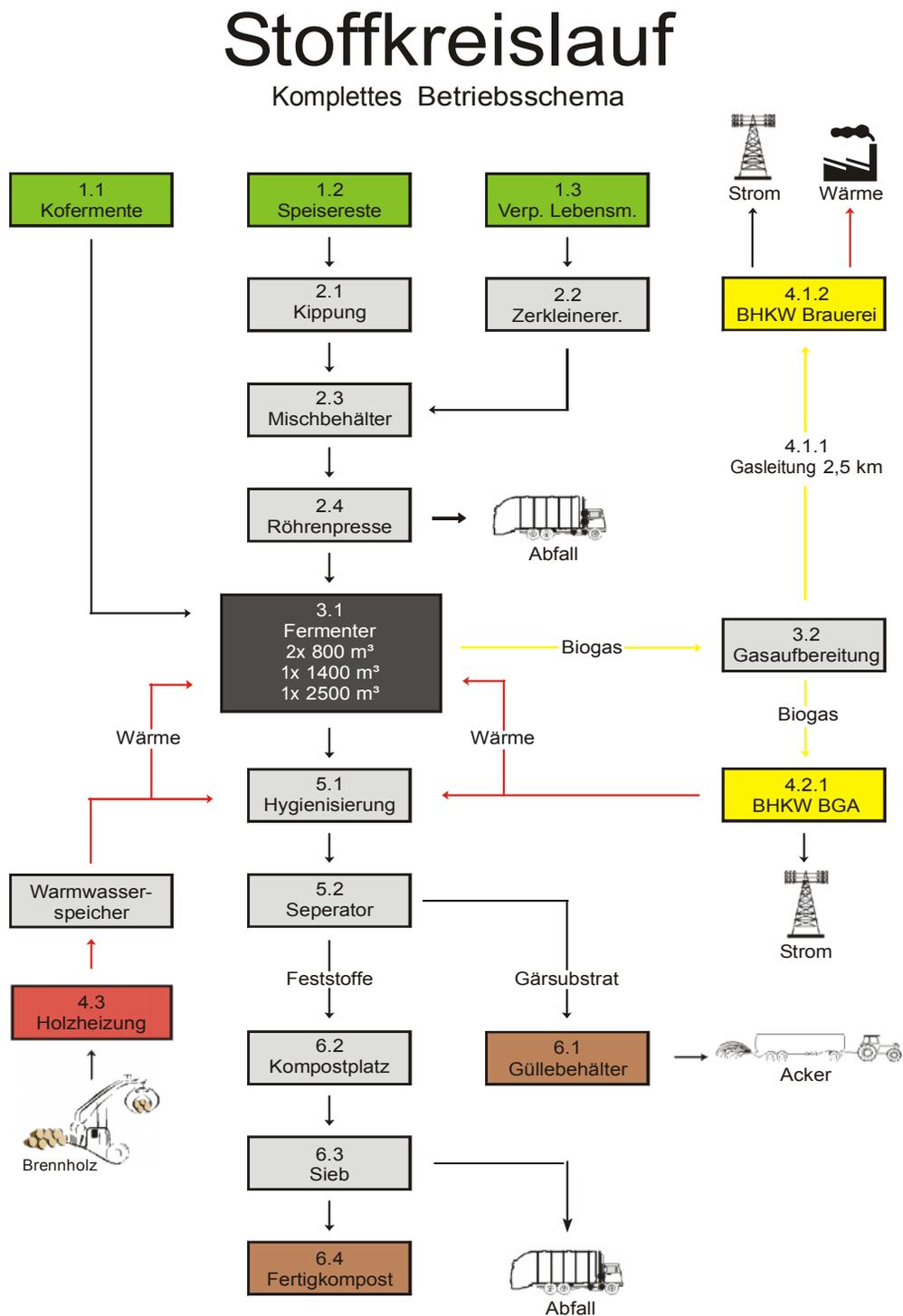
2.2 Darstellung der technischen Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)

Die hier gewählte Beschreibung folgt dem anschließenden Schema,

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Annahme Abfallstoffe | <p>1.1 Kofermente
z.B. Panseninhalte, Flotatfette, Fettabscheider, überlagerte Lebensmittel</p> <p>1.2 Speisereste
Speisereste aus Großküchen, Kantinen, Restaurants
Anlieferung in 60 l, 120 l und 240 l Tonnen</p> <p>1.3 Verpackte Lebensmittel
Annahme von komplett verpackten Lebensmitteln, schwer handhabbare Ware, viel Verpackung wenig Organik (kleinstverpackte Einheiten)</p> |
| 2. Aufbereitung Abfallstoffe | <p>2.1 Kippung
Auskippen der Speiserestetonnen in einen Anmischbehälter</p> <p>2.2 Zerkleinerung
Zerkleinern der verpackten Lebensmitteleinheiten</p> <p>2.3 Anmischbehälter
Ca. 60 m³ großer Rundbehälter mit Rührwerk</p> |

- 3. Biogasproduktion**
 - 2.4 Pressverfahren**
Innovative Presstechnik, Trennung Abfall von Organik, Fütterung über eine Entnahmeschnecke im Anmischbehälter
 - 3.1 Fermenter**
2x 800 m³, 1x 2.500 m³, 1x 1.400 m³
In Reihe geschaltet für sichere Verweilzeit
 - 3.2 Aufbereitung Biogas**
Abkühlung (Entwässerung) und Reinigung
- 4. Energieproduktion**
 - 4.1 Auslagerung BHKW**
 - 4.1.1 Gasleitung**
Betreiben einer Ferngasleitung (2,5 km)
Das aufgearbeitete Biogas wird mittels Gebläse durch eine 200 mm Gasleitung gefördert
 - 4.1.2 BHKW**
Betreiben eines 500 kW_{elektr} BHKW auf dem Gelände der Paderborner Brauerei
 - 4.1.3 Wärme**
BHKW-Brauerei mit 600 kW_{thermisch} als Prozeßwärme
 - 4.2 Energieproduktion intern**
 - 4.2.1 BHKW**
BHKW Biogasgelände mit 250 kW_{elektr}.
 - 4.2.2 Wärme**
BHKW Biogasgelände mit 300 kW_{thermisch} zum Aufheizen der Fermenter und Betreiben der Hygienisierung
 - 4.3 Holzheizung**
Holzheizung Biogasgelände als Sicherheit, bei BHKW-Ausfall oder nicht ausreichender Leistung
 - 4.3.1 Heißwasserpufferspeicher**
Speicherung von ca. 30 m³ Warmwasser
- 5. Gärresteaufbereitung**
 - 5.1 Hygienisierung**
Erhitzen der Gärreste auf 70°C über eine Stunde
 - 5.2 Separator**
Trennung von festen und flüssigen Stoffen
- 6. Endprodukte**
 - 6.1 Flüssiger Stoff**
Lagerung in Güllebehältern, Ausbringung auf landwirtschaftlichen Flächen (Dünger)
 - 6.2 Nachrotte**
Feststoffe werden auf Betonplatten unter Membran-Abdeckfolien mit Luftzufuhr kompostiert
 - 6.3 Siebung**
Heraussieben von Folienresten und anderen Störstoffen aus dem fertigen Kompost
 - 6.4 Vermarktung**
Verkauf von Qualitätskompost

Die Abbildung 2 beschreibt den Betriebsablauf nach Durchführung der Maßnahme.



Franke Transport & Biogas

Mallinckrodtstr. 2 - 33178 Borcheln

Abbildung 2: Betriebsablauf nach Durchführung der Maßnahme

Die gesamte Biogasanlage verfügt nach der Erweiterung über ein Fermentervolumen von 5.500 m³. Bei einem Durchsatz von 20.000 t/a entspricht das einer Verweilzeit im Fermenter von etwa 100 Tagen. Nach der Hygienisierung und Separation werden die flüssigen Gärreste in einem geschlossenen Behälter gelagert und das dort entstehende Gas der Verwertung zugeführt. Die festen Gärreste gelangen in die Nachrotte.

Das entstehende Gas wird zu einem Teil über eine neue Gasleitung zu einer benachbarten Brauerei geleitet und dort in einem 500 kW_{el}. BHKW in Strom und Wärme umgewandelt. Der Rest des Gases wird in einem BHKW vor Ort genutzt.

Speiserestaufbereitung:

Es ist in der Branche üblich, dass für die Speiserestaufbereitung eine Handverlesung mit nachgeschalteter Zerkleinerung (Hammermühle) zum Einsatz kommt.

Die hier eingesetzte Röhrenpresstechnik geht über den Stand der Technik hinaus. Die Speisereste werden mittels eines hydraulisch angetriebenen Kolbens durch eine gelochte Röhre (über 300 kleine Löcher) gegen eine hydraulische Klappe gepresst. Organisches Material weicht durch den Pressvorgang durch die kleinen Röhrenlöcher (10 mm) und wird aufgefangen. Störstoffe werden im Kolben gepresst (30t Pressdruck) und im Container aufgefangen.

Die nachfolgenden Bilder beschreiben den Weg der Abfallstoffe von der Anlieferung bis zum Pressen und Aussonderung der Störstoffe.



Bild 1: Angelieferte Mülltonnen vor der Kippanlage



Bild 2: Waschvorgang der Tonnen über dem Auffangbehälter



Bild 3: Anmischbehälter mit Rührwerk

Konstruktionszeichnungen

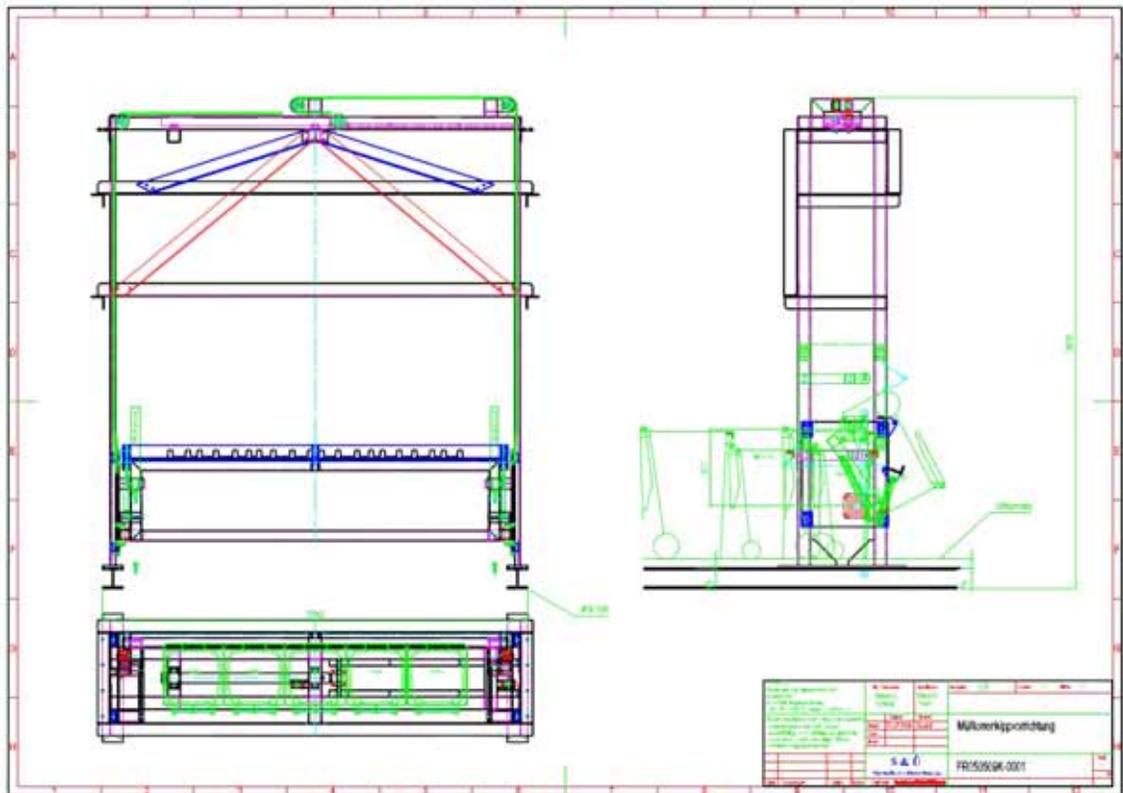


Abbildung 3: Kippanlage für Mülltonnen

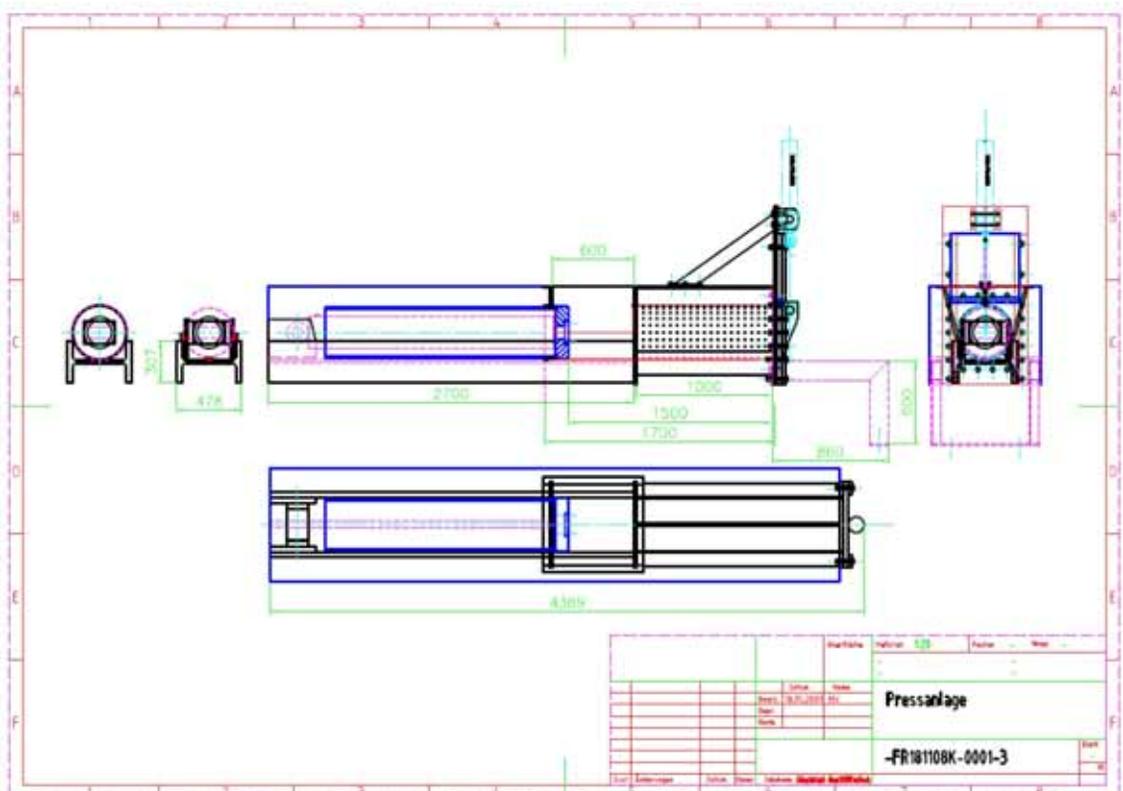


Abbildung 4: Röhrenpresse

Mit dieser innovativen und energieeffizienten Technologie kann eine rückstandsarme Biogaserzeugung aus besonders störfstoffhaltigen Lebensmittelresten sichergestellt werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Aufbereitungsverfahren lassen sich bei dieser Technik Störstoffe besonders gut abtrennen. Anders als bei sonst eingesetzten Hammermühlen findet kaum Verschleiß und Abrieb an Metallteilen statt.

Die nachfolgende Bilder zeigen die Funktionsweise der Röhrenpresstechnik.



Bild 4: Röhrenpresse mit Förderschnecke zur Beschickung



Bild 5: Presskolben während des Pressvorgangs



Bild 6: Abgetrenntes Material (Reststoff)

Die Vorteile der Röhrenpresstechnik für die Umwelt lassen sich wie folgt zusammenfassen:

	Stand der Technik	Innovativer Ansatz
Energiebedarf	Hammermühle 100-400 kW _{elektr.}	18 kW _{elektr.}
Verschleiß	Hammermühle großer Verschleiß an Sieben und Schlegeln, sowie Abrieb von Schwermetallen.	kaum Verschleiß
Trennung der Stoffe	Gesundheits-Gefährdung durch Schimmelpilze, Keime, Sporen, etc.) bei Handverlesung, Kleinstteile werden übersehen	Wegfall der Handverlesung, sehr saubere Trennung

Tabelle 1: Vergleich Umwelteffekte Stand der Technik versus Innovativer Ansatz

Kompostierung:

Die Feststoffe aus dem Separator werden mittels Radlader auf einer Betonplatte zu Kompostmieten aufgesetzt und mit einer speziellen Membran abgedeckt. Die Belüftung der Mieten erfolgt per Druckbelüftung durch Belüftungskanäle in der Bodenplatte. Dies schafft eine echte "Klimakammer" für die Kompostmiete und ist dabei wesentlich kostengünstiger, einfacher und flexibler als ein Gebäude. Von außen ist die Miete durch die Membranabdeckung gegen Witterungseinflüsse und Regenvernässung sicher geschützt. Innen entsteht das Klima, das Mikroorganismen benötigen, um Abfälle in schnellstmöglicher Zeit in hochwertigen Kompost umzuwandeln. Die computergesteuerte und damit optimierte Zufuhr von Sauerstoff über die Lüfter und Belüftungsrohre bzw. Belüftungskanäle beschleunigt die Intensivrotte auf wenige Wochen.



Bild 7: Fertigstellung des Kompostplatzes



Bild 8: Aufsetzen einer neuen Miete

Üblicherweise erfolgt die Kompostierung der Gärreste in offenen Mieten unter freiem Himmel oder in geschlossenen Hallen.

Nachfolgende Bilder beschreiben den Zeitablauf der unterschiedlich aufgesetzten Mieten.



Bild 9: Membran Abdeckung Miete 1 nach 4 Wochen



Bild 10: Membran Abdeckung Miete 3 nach 4 Tagen



Bild 11: Alle Kompostfelder (Mieten 1-3)

Die Vorteile der Membranabdeckung für die Umwelt lassen sich wie folgt zusammenfassen:

	Stand der Technik (offene Kompostierung)	Innovativer Ansatz
Gerüche	Deutlich wahrnehmbar	Keine
Sporen und Keime	Im Umlauf	Keine
Energiebedarf	12.500 kWh/a für Wenden	5.000 kWh/a für Luftgebläse
Zeitbedarf Rotte	2-3 Monate	3-4 Wochen
Platzbedarf		(ca. 400 m ²)
Ein- und Austritt von Wasser	Grundwasserverschmutzung möglich	Kein Wasser Ein- und Austritt

Tabelle 2: Vergleich Umwelteffekte Stand der Technik versus Innovativer Ansatz

2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens

Die Erweiterungsinvestitionen bezogen sich am Standort auf

- den Bau eines neuen Motorenraums mit einem 250 kW elektr. Gasmotor
- die Errichtung eines Stückholzofens mit großen Pufferspeicher (ca. 30 m³) und ca. 200 kWtherm. als Unterstützung bei Ausfall oder Minderleistung zum Heizen der Fermenter und der Hygienisierung.
- den Bau eines weiteren Entsorgungsgebäudes zur Aufbereitung von Speiseresten. Dort sollen die Speisereste nach dem Auskippen der Mülltonnen in einer Anmischgrube mittels Rührwerk mit den verpackten und vorher grob zerkleinerten Lebensmitteln (überschrittenes Verfalldatum) in eine homogene Masse gebracht werden, um sie dann unzerkleinert über eine neue, innovative, energieeffiziente Röhrenpresstechnik in organische und anorganische Masse zu trennen.
- eine nachgeschaltete Kompostierung für die gesamten anfallenden Feststoffe, wobei eine neuartige Membran-Abdeckung zum Einsatz kommen soll.

Außerhalb des bestehenden Betriebs wurde der Bau eines weiteren 500 kW elektr. Gasmotors bei einer benachbarten Brauerei geplant, welcher über eine 2,5 km lange Gasleitung mit Biogas der bestehenden Anlage beschickt werden sollte.

Im Folgenden wird der zeitliche Ablauf der Bauarbeiten dargestellt und mit einigen Fotos dokumentiert.

Februar 2009	Bestellungen ausgelöst
März 2009	Die ersten Erdarbeiten für die Speiseresteentsorgung sind gestartet.
April 2009	Die Edelstahlbehälter für die Speiserestentsorgung werden montiert.
September 2009	Die Baugenehmigung wird erteilt.
September 2009	Start des Aufbaus der Speiseresteentsorgungshalle



Bild 12: Stahlkonstruktion für die Speiserestentsorgungshalle

September 2009

Die baulichen Maßnahmen für die Kompostierung werden gestartet.



Bild 13: Vorbereiten des Grundes für die Kompostierung

Oktober 09

Aufbau der Anlagentechnik (SE)



Bild 14: Abkippeinrichtung für Tonnen in Anmischbehälter



Bild 15: Förderschnecke aus Anmischbehälter zur Röhrenpresstechnik

Oktober 2009

Die Anlagentechnik für die Kompostierung wird geliefert und aufgebaut.



Bild 16: Aufbau der Anlagentechnik Kompostierung

Dezember 2009

Die Inbetriebnahme der Kompostierung kann erfolgen.

Januar 2010

Der Probetrieb der Kompostierung wird aufgenommen.



Bild 17: Start der ersten Miete Januar 2010

2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Für die Erweiterung der Biogas-Anlage bedurfte es einer Genehmigung gemäß 4. BImSchV "Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. März 1997 (BGBl. I S. 504), die zuletzt durch Artikel 13 des Gesetzes vom 11. August 2009 (BGBl. I S. 2723) geändert worden ist". Im Bereich der Halle für die Speiserestentsorgung wurden hohe Auflagen beim Brandschutz beauftragt. Die unterirdischen Pumpleitungen mussten doppelwandig ausgelegt werden (Rohr in Rohr Verlegung)

2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Röhrenpresstechnik:

Für einen Tag, der als repräsentativ zu bewerten ist, wurden alle eingehenden Speiserest-Tonnen gewogen, um eine Auswertung über den Anteil der anorganischen Bestandteile (Störstoffe) nach der Röhrenpresse zu erhalten.

Gewichte Speiserestetonnen in kg

Anzahl	Gesamt	Leer	Inhalt	Anzahl	Gesamt	Leer	Inhalt
1	78	10	68	36	78	10	68
2	56	10	46	37	56	10	46
3	46	10	36	38	46	10	36
4	91	10	81	39	91	10	81
5	35	10	25	40	35	10	25
6	48	10	38	41	48	10	38
7	66	10	56	42	66	10	56
8	97	10	87	43	97	10	87
9	112	10	102	44	112	10	102
10	35	10	25	45	35	10	25
11	76	10	66	46	76	10	66
12	25	10	15	47	25	10	15
13	37	10	27	48	37	10	27
14	12	10	2	49	12	10	2
15	95	10	85	50	95	10	85
16	46	10	36	51	46	10	36
17	75	10	65	52	75	10	65
18	55	10	45	53	55	10	45
19	53	10	43	54	53	10	43
20	49	10	39	55	49	10	39
21	86	10	76	56	86	10	76
22	21	10	11	57	21	10	11
23	32	10	22	58	32	10	22
24	36	10	26	59	36	10	26
25	47	10	37	60	47	10	37
26	75	10	65	61	75	10	65
27	62	10	52	62	62	10	52
28	91	10	81	63	91	10	81
29	47	10	37	64	47	10	37
30	82	10	72	65	82	10	72
31	19	10	9	66	19	10	9
32	35	10	25	67	35	10	25
33	46	10	36	68	46	10	36
34	82	10	72	69	82	10	72
35	61	10	51	70	61	10	51

Tabelle 3: Übersicht Tagestonnage Speisereste

Durchschnittsgewicht je Speiserestetonne	47 Kg
Gesamtgewicht 70 Speiserestetonnen	3.318 Kg
Rückwiegung nach Pressvorgang	153 Kg

Anteil Müll nach Pressvorgang 4,6%

Das Ergebnis von 4,6 % Störstoffen, die als Abfall zu entsorgen sind, hat uns positiv überrascht. Wir rechneten mit bis zu 10 % Störstoffen. In den Reststoffen sind Rückstände an Organik enthalten, die aber nicht zu vermeiden sind. Das organische Material, das durch die Presse gegangen ist, ist sehr sauber und arm an Störstoffen.

Die Verschleißmessung erfolgt direkt an der Pressröhre. Im Presskörper wird anhand der Löcher die Veränderung der Dicke der Röhre gemessen, wobei bisher keinerlei Verschleiß festzustellen ist.

Membran-Abdeckung:

Die Kompostierung wird mittels einer PC – Messstelle überwacht. Benutzt wird die Software O2 Kompmaster von EHS. Über eine grafische Anzeige sehen wir den Verlauf der einzelnen Mieten, in die Sonden eingeführt sind, die den Sauerstoffgehalt und die Temperatur messen. Auswertungen können für jede Miete einzeln über den PC erfasst und analysiert werden.

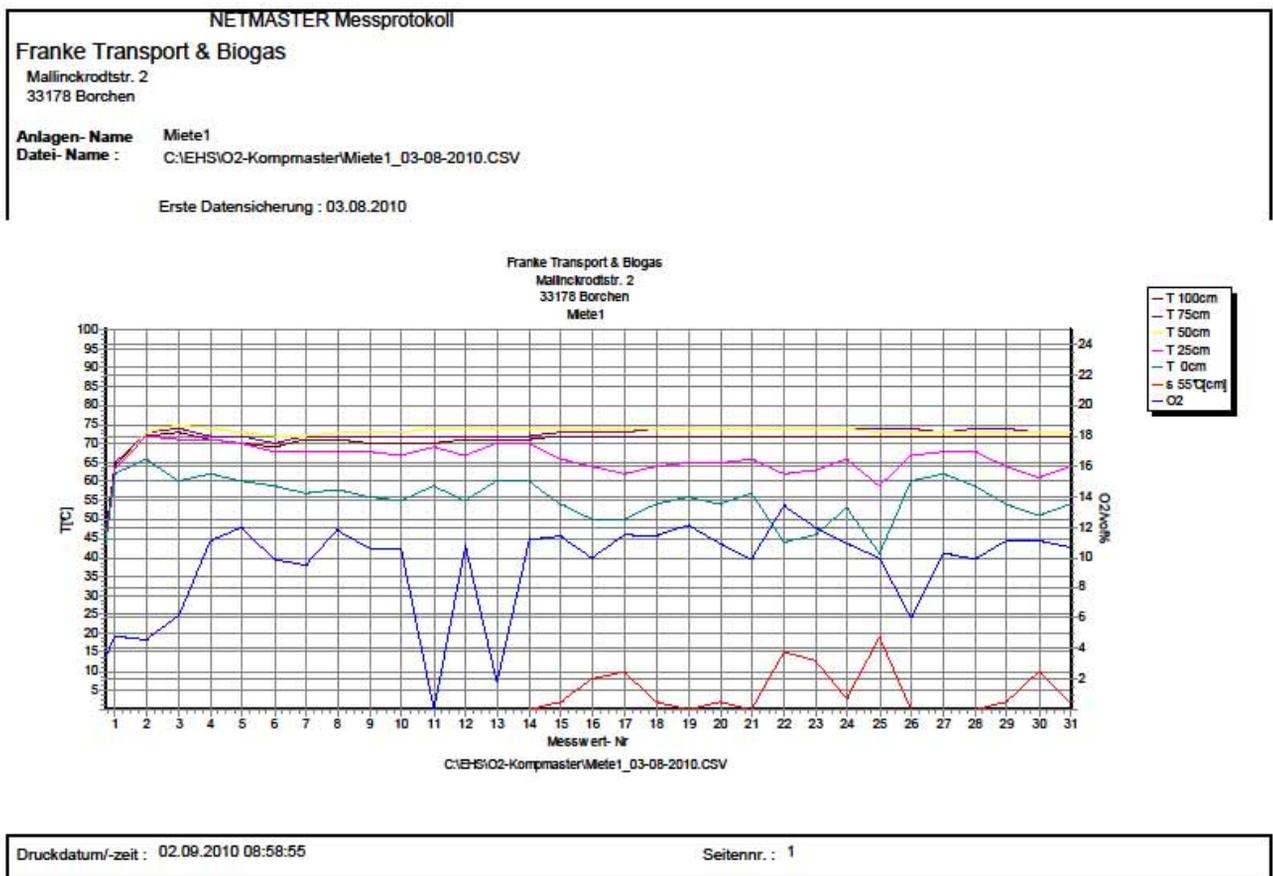


Abbildung 5: Miete 1 (31 Tage) Temperaturen

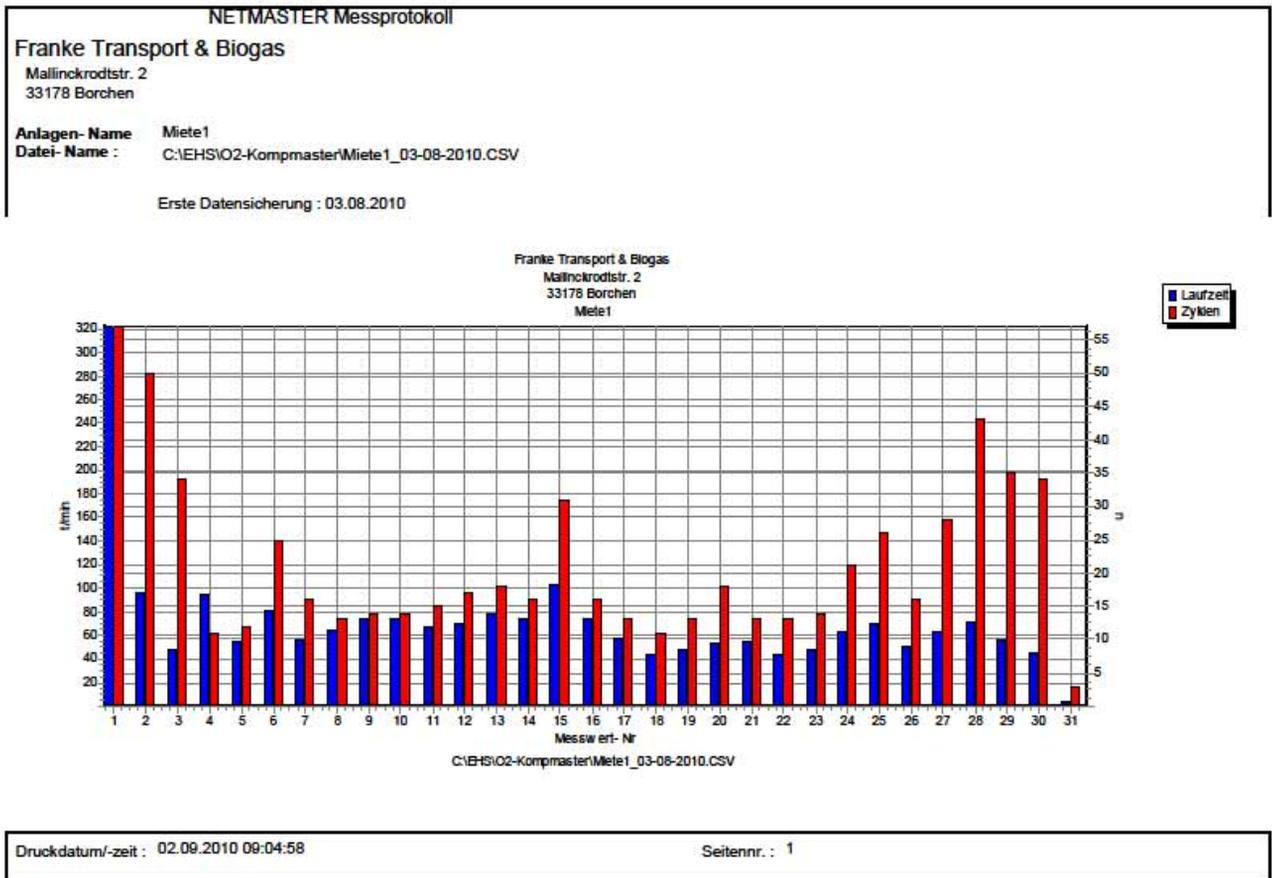


Abbildung 6: Miete 1 (31 Tage) Lüfterdaten

3. Ergebnisse

3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung

Röhrenpresstechnik:

Die Speiseresteentsorgung lief von Anfang an zufriedenstellend. Die Röhrenpresstechnik arbeitet sehr gut, wobei das Material nur nicht zu trocken sein darf, da die Röhrenpresse dann nicht sauber genug presst. Anfangs war der hydraulische Schieber (Gegenpressschieber) nicht ganz dicht, sodass eine starke Verschmutzung der Halle eintrat. Mit der Installation eines neuen Schiebers konnte dieses Problem dauerhaft gelöst werden.

Membran-Abdeckung:

Bei der Inbetriebnahme der Membran-Abdeckung gab es nachfolgende Probleme:

- Probleme bei der Steuerung und der Messtechnik (PC-Programm)
- Sauerstoff in der Rotte verteilte sich nicht gut genug

Die Probleme bei der Steuerung und Messtechnik konnten in Zusammenarbeit mit dem Hersteller gelöst werden. Um eine optimale Verteilung der Sauerstoffzufuhr sicherstellen zu können, haben wir über den Lüftungsgittern eine Bahn aus Hackschnitzeln

gestreut. Diese Maßnahme hat dazu geführt, dass sich eine bessere Luftverteilung eingestellt hat. Wir konnten anschließend sehr gute Ergebnisse erzielen.

3.2 Stoff- und Energiebilanz

Röhrenpresstechnik:

Im Gegensatz zu einer herkömmlichen Hammermühle mit einer Leistung von 100-400 kW_{el.} verbraucht die Röhrenpresse vergleichsweise wenig Strom. Eine Zusammenstellung der Betriebskosten für die gesamte Speiserestentsorgung zeigt die folgende Tabelle.

Bezeichnung	Inst. Leistung kW	Laufzeit je t in std.	Auslastung in %	kW/t	€/t (0,2€/kW)
Presse	13	0,25	60	1,95	0,39
Kippanlage	7,5	0,5	30	1,13	0,23
Förderschnecke	9,2	0,15	70	0,97	0,19
Rührwerk	18,5	0,0083	100	0,15	0,03
Speiserestpumpe	18	0,0166	100	0,30	0,06
Hochdruckreiniger	8	0,4	30	0,96	0,19
Gesamt	74,2	1,3249	65	5,45	1,09

Tabelle 4: Betriebskosten für die Speiserestentsorgung je Tonne

Membran-Abdeckung:

Mit diesem Konzept kann eine Zeitverkürzung für die Herstellung von Kompost realisiert werden. Da ein Wenden der Miete nicht erforderlich ist, stehen beim Energieverbrauch 12 Kompostierungsdurchgängen bei uns 3-4 Durchgängen bei der konventionellen Technik gegenüber. Bei der konventionellen Mietenkompostierung mit Umsetzung wird die meiste Energie bei den Umsetzungsvorgängen mittels Radlader verbraucht. Die folgende Tabelle zeigt die Energieverbräuche und Betriebskosten für die Nachrotte.

Bezeichnung	Laufzeit/ Dauer in Std.	€/Std. (0,2€/kW)	€ je Durchgang
Gebläse (1,2kW)	33	0,24	7,92
Miete Aufsetzen	3	40	120
Miete entleeren	3	40	120
Plane abrollen	0,5	12	6
Plane aufrollen	0,25	12	3
Gesamt	39,75	104,24	256,92

Tabelle 5: Betriebskosten Kompostierung je Durchgang (4 Wochen)

Vor dem Hintergrund der Betriebsabläufe ist eine Auswertung der Betriebskosten pro Tonne Anlageninput nicht möglich.

3.3 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Im Folgenden sind die im Rahmen des geförderten Projektes getätigten Investitionen zusammengestellt:

Teilvorhaben	tatsächlich (EUR)
Speiserestentsorgung	
1. Edelstahltrichter mit Förderschnecke	76.493,55
2. Zerkleinerer	14.034,35
3. Auspressmaschine	76.520,00
4. Pumpe für Speiserest	6.771,00
5. Auskippung für Mülltonnen	22.800,00
6. Rührwerk	6.770,00
7. Edelstahlbehälter	14.480,00
8. Montage, Elektrik, Leitungen	42.632,77
Kompostierung	
9. Betonplatte	42.714,59
10. Komplette Technik	90.650,00
11. Montage, Elektrik, Leitungen	<u>14.100,00</u>
Summe förderfähige Ausgaben	407.966,26

Tabelle 6: Investitionsausgaben

Bei Projektplanung haben wir mit nachfolgenden laufenden und einmaligen Kosteneinsparungen geplant, die sich aus dem Vergleich zu den in der Branche üblichen Verfahrensweisen (Speiserestaufbereitung: Handverlesung und Hammermühle / Offene Kompostierung) ergeben.

Erwartete laufende oder einmalige Kosteneinsparungen

Röhrenpresstechnik:

Energieeinsparung: $200 \text{ kW} * 1.200 \text{ h/a} * 0,20 \text{ €} =$	48.000 €/a
Einmalig Einsparung Verschleiß:	20.000 €
Arbeitskraft: $650 \text{ h/a} * 12 \text{ €/h} =$	7.800 €/a

Membran-Abdeckung

Einmalig: Einsparung Halle	50.000 €
Einmalig Flächeneinsparung: $400 \text{ m}^2 * 10 \text{ €/m}^2 =$	4.000 €
Energieeinsparung Wenden	2.000 €/a

Summe einmalige Kosteneinsparung: 74.000 €

Summe laufende Kosteneinsparung: 57.800 €

Die laufenden und einmaligen Kosteneinsparungen nach Durchführung der Maßnahme haben sich bei leicht veränderten Kostensätzen eingestellt.

Die statische Amortisationsrechnung stellt sich wie folgt dar:

Amortisationsrechnung (Kapitalrückfluss-, Pay back Methode)

	Geplant	Tatsächlich
Anschaffungskosten [€]:	430.000,00	407.966,00
Restwert [€]:	0,00	0,00
Nutzungsdauer [a]:	10,00	10,00
Kalkulatorischer Zins [%]:	5,00	5,00
Kalkulatorische Abschreibung [€]:	43.000,00	40.796,60
Jährliche Betriebsstoffeinsparung [€]:	50.000,00	50.000,00
Einmalige Kosteneinsparung / 10 [€]:	7.400,00	7.400,00
Einsparung Personal [€]:	7.800,00	7.800,00
Kapitalkosten [€]:	53.750,00	50.995,75
Jährliche Kosteneinsparung:	11.450,00	14.204,25
Amortisationszeit [a]:	7,9	7,4

Tabelle 7: Statische Amortisationsrechnung

Die jährliche Kosteneinsparung berechnet sich aus der Addition der jährlichen Betriebsstoffeinsparung mit der einmaligen Kosteneinsparung und der Einsparung Personal unter Abzug der Kapitalkosten.

Die Amortisationszeit wird durch die Division der Anschaffungskosten mit der Summe der jährlichen Kosteneinsparung und der Abschreibung ermittelt.

3.4 Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren

Röhrenpresstechnik:

Es ist in der Branche üblich, das für die Speiserestaufbereitung eine Handverlesung mit nachgeschalteter Zerkleinerung (Hammermühle) zum Einsatz kommt.

Die hier eingesetzte Röhrenpresstechnik geht über den Stand der Technik hinaus. Die Speisereste werden mittels eines hydraulisch angetriebenen Kolbens durch eine gelochte Röhre (über 300 kleine Löcher) gegen eine hydraulische Klappe gepresst. Organisches Material weicht durch den Pressvorgang durch die kleinen Röhrenlöcher (10 mm) und wird aufgefangen. Störstoffe werden im Kolben gepresst (30t Pressdruck) und im Container aufgefangen.

Hammermühlen haben generell einen hohen Verschleiß und Energiebedarf. Die Handverlesung ist teuer, weil sie sehr arbeitsintensiv ist. Die neue Röhrenpresstechnik arbeitet bisher ohne festzustellenden Verschleiß sehr zuverlässig.

Membran-Abdeckung:

Die Feststoffe aus dem Separator werden mittels Radlader auf einer Betonplatte zu Kompostmieten aufgetürmt und mit einer speziellen Membran-Abdeckung abgedeckt. Dies schafft eine echte "Klimakammer" für die Kompostmiete und ist dabei wesentlich kostengünstiger, einfacher und flexibler als ein Gebäude. Von außen ist die Miete damit gegen Witterungseinflüsse und Regenvernässung sicher geschützt. Innen entsteht das Klima, das Mikroorganismen benötigen, um Abfälle in schnellstmöglicher Zeit in hochwertigen Kompost umzuwandeln. Die computergesteuerte und damit optimierte Zufuhr von Sauerstoff über die Lüfter und Belüftungsrohre bzw. Belüftungskanäle beschleunigt die Intensivrotte auf wenige Wochen.

4. Empfehlungen

4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Speiseresteentsorgung

In den ersten Monaten seit Inbetriebnahme hat sich die Anlage zur Speiseresteentsorgung bewährt. Sowohl die Auskippvorrichtung für die Speiseabfalltonnen als auch die Röhrenpresse laufen sehr gut und nach anfänglichen Modifikationen nahezu störungsfrei. Es hat sich herausgestellt, dass der Anmischbehälter für die Speisereste gut gerührt werden muss, damit die Förderschnecke gut läuft und die die Presse optimal arbeitet. Das Material darf für die Verarbeitung nicht zu trocken sein.

Kompostierung

Mit der Kompostierungstechnik mussten zunächst einige Erfahrungen gewonnen werden. Als wichtig hat sich eine gute Luftverteilung in der Rotte herausgestellt. Hierfür hat sich eine Schicht aus Strukturmaterial (Rapsstroh) am Boden der Miete oberhalb der

Belüftungsrohre bewährt. Durch eine vollautomatische Steuerung der Belüftung, die über die Temperatur und den Sauerstoffgehalt in der Miete geregelt wird, wird eine saubere Kompostierung sichergestellt.

4.2 Modellcharakter

Jede Biogasanlage die Reststoffe verwertet (z.B. verpackte Lebensmittel) kann diese Technik anwenden. Für andere Entsorgungsunternehmen bietet sich diese Technik bei der Abtrennung bzw. Abpressung von Stoffen an, um so Gewicht zu sparen (z.B. Abpressen von Wasser bei Stoffen vor der Müllverbrennung). Grundsätzlich ist die Technik für jegliche Trennung von Organik und Anorganik geeignet.

Bei der Kompostierung wird sich immer mehr die Membran Abdeckung durchsetzen, da sie deutlich mehr Durchsatz schafft und vor allem umwelttechnische Vorteile bietet.

4.3 Zusammenfassung

Mit der neu entwickelten Röhrenpresstechnik können Störstoffe im Gegensatz zu herkömmlichen Aufbereitungsverfahren (Handverlesung und Hammermühlen) besonders gut (4,6 %) abgetrennt werden. Verschleiß und Abrieb an Metallteilen findet kaum statt.

Der Feststoffanteil des Gärrückstandes wird in einer nachgeschalteten Kompostierung mit Druckbelüftung, die über eine neuartige Membran-Abdeckung verfügt, zu hochwertigem Kompost weiter verarbeitet. Der Zeitbedarf für die Rotte kann gegenüber klassischen Verfahren von 2-3 Monaten auf 3-4 Wochen verkürzt werden. Eine Wenden des Kompostes ist durch die Sauerstoffzufuhr über ein Luftgebläse nicht mehr notwendig. Der nötige Energieeinsatz sinkt um 7.500 kWh/a, da das Material nicht mehr durch Radlader gewendet werden muss. Gerüche, Sporen und Keime werden kaum an die Umgebung abgegeben.

Mit der installierten Technik sind wir sehr zufrieden. Die Speiseresteentsorgung lief ohne größere Probleme an und überzeugt uns sehr. Die Kompostierung war anfangs mit vielen Startproblemen versehen (z.B. bei der Sauerstoffzufuhr). Diese Probleme konnten inzwischen durch die beschriebenen Maßnahmen (Strukturmaterial (Rapsstroh) am Boden der Miete oberhalb der Belüftungsrohre) zufriedenstellend gelöst werden.

Die von uns errechnete Amortisationszeit für die innovative Technik konnte von 7,9 Jahren bei der Planung auf 7,4 Jahre reduziert werden. Da diese Einzelmaßnahmen in eine Gesamtmaßnahme eingebunden waren, haben Sie zum Gesamtprojekterfolg beigetragen. Neben der vom Bundesumweltministerium geförderten Investitionssumme hat die gesamte Peripherie einschließlich weiterer Gebäude- und Anlageninvestitionen fast 1,5 Mio. € gekostet.

Mit der erfolgreichen Inbetriebnahme der innovativen Röhrenpresstechnik und Membranabdeckung ist der erstmalige großtechnische Einsatz dieser Technik in der Bundesrepublik Deutschland realisiert worden.

Im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland gibt es im Bereich der Abfallaufbereitung bzw. Biogaserzeugung mehrere Betriebe, die mit Wertstoffen arbeiten, die eine sortenreine Sortierung erfordern. Die hier vorgestellte Technologie kann in modifizierter Form auch von diesen Betrieben angewandt werden.

Die Röhrenpresstechnik und Membranabdeckung kann, selbstverständlich nach vorheriger Terminvereinbarung, bei uns in Borchon besichtigt werden.

5. Anhang

Gestaltung der Nachrotte und Emissionen

Die W.L. GORE & Associates GmbH, Hermann-Oberth-Straße 24, 85640 Putzbrunn hat bei der Ingenieurgesellschaft für Umweltplanung mbH, Geschäftsbereich PlanCoTec, Karlsbrunnenstraße 11, 37249 Neu-Eichenberg eine Hygienebaumusterprüfung beauftragt. Die Ergebnisse lauten wie folgt:

Zur Überprüfung der hygienischen Wirkungsweise 14-tägigen zwangsbelüfteten Mietenkompostierung mit Gore™ Cover wurden zwei Prozessprüfungen für die Bereiche Seuchen- und Phytohygiene durchgeführt. Als Testorganismen kamen für den Bereich Seuchenhygiene *Salmonella senftenberg W775* und für den Bereich Phytohygiene *Plasmodiophora brassicae* (Kohlhernieerreger), *Tabak-Mosaik-Virus* und Tomatensamen zur Anwendung. Der Prüfungsumfang entsprach den Vorgaben der Bioabfallverordnung. Die laut Bioabfallverordnung vorgeschriebenen Prüfgänge wurden im zeitlichen Abstand von ca. zehn Monaten durchgeführt, wobei mit der Erstprüfung in den Wintermonaten im Februar 2002 und mit der Reproduktionsprüfung im Oktober 2002 begonnen wurde. Die Prozessprüfungen fanden jeweils unter praxisüblichen Bedingungen statt. Die Inputmaterialien bestanden aus biogenen Abfällen mit einem Strukturanteil von ca. 30 Vol. %. In der Rohmaterialmischung wurde ein Feuchtegehalt von Ø 56 % H₂O d. FS (Erstprüfung) bzw. Ø 62 % H₂O d. FS (Reproduktionsprüfung) festgestellt. Nach Beendigung der Tunnelintensivrotte war bei beiden Prüfgingen eine Reduzierung der Materialfeuchte um 25 % bzw. 10 % festzustellen. Nach Beendigung der 14-tägigen zwangsbelüfteten Mietenkompostierung mit Gore™ Cover wurde eine vollständige Eliminierung der Prüforganismen *Salmonella senftenberg W775*, Tomatensamen und *P. brassicae* bei beiden Prüfgingen nachgewiesen. Der Prüforganismus Tabak-Mosaik-Virus wurde sowohl bei der Erst- wie auch der Reproduktionsprüfung in allen Prüfbereichen nahezu vollständig inaktiviert. Die für hygienische Prozessprüfungen nach BioAbfV festgelegten Richtwerte konnten für alle vier Testorganismen deutlich eingehalten werden. Nach Beendigung einer 14-tägigen zwangsbelüfteten Mietenkompostierung mit Gore™ Cover sind die unter Einhaltung der geprüften Prozessbedingungen produzierten Komposte als seuchen- und phytohygienisch unbedenklich einzustufen.