

## Inhaltsverzeichnis

Flächenmanagement .....	2
Einteilung .....	2
Bodenuntersuchung.....	4
Ernte .....	6
Biogasanlage.....	7
Anlagenbeschreibung .....	7
Energiegewinnung und -verteilung .....	9
Labor.....	10
Prozessführung Biogasanlage .....	10
Gas-Qualität.....	10
Gasausbeute.....	12
Wirtschaftlichkeit .....	15
Investitionskosten .....	15
Kosten Substratvorbereitung .....	15
Erträge .....	15
Ausblick 2007:.....	16
Flächenmanagement .....	16
Biogasanlage .....	16

## **Flächenmanagement**

### **Einteilung**

Der BUND-Hof Wendbüdel bewirtschaftet 130 ha Feucht-Grünland im Delme- und Huntetal.

Grundsätzlich werden alle Flächen in das Projekt einbezogen.

Die Flächen im Delmetal wurden vom Landkreis Oldenburg vor ca. 8 Jahren erworben und dem BUND zur Bewirtschaftung überlassen.

Alle Flächen wurden vor dem Verkauf unterschiedlich intensiv als Mähweiden genutzt.

Für das Projekt wurden zwei Bewirtschaftungsvarianten ausgewählt einschürige Mahd im Juli – zweischürige Mahd im Mai/Juni und im August.

Die Kriterien für die Auswahl waren folgende.

- Die Flächen sollten im Delmetal liegen
- Die Vergleichsflächen sollten in etwa gleich groß sein
- Die zu erwartende Ernte pro Schnitt sollte mindestens eine Charge (40 Rundballen) für die Biogasanlage betragen
- Die 2 Mahdvarianten sollten in den Vorjahren schon ähnlich durchgeführt wurden sein.

Es wurden zwei Flächenblöcke ausgewählt die den oben genannten Kriterien entsprachen.

- Die Wildschweinwiese, Buckelwiese, Hammerwiese und BUND-Wiese mit 3,93 ha landwirtschaftlicher Fläche für die 2schürige Mahd.
- Die Dorfwiese, Brennesselwiese und Neue Wiese mit 3,78 ha landwirtschaftlicher Fläche für die einschürige Mahd siehe Abbildung 1.

Für den ersten Schnitt der Mahdvariante "zweischürig" wurde im Jahr 2006 bei der Vegetationsuntersuchung ein pflanzenphänologischer Zeitpunkt festgelegt, der in den Folgejahren als Zeitgeber für die erste Mahd dient.

Es ist zu erwarten, dass der Zeitpunkt der ersten Mahd in 2007 wesentlich früher als im Jahr 2006 liegen wird, da in 2006 das Frühjahr einschließlich Mai sehr kühl war.

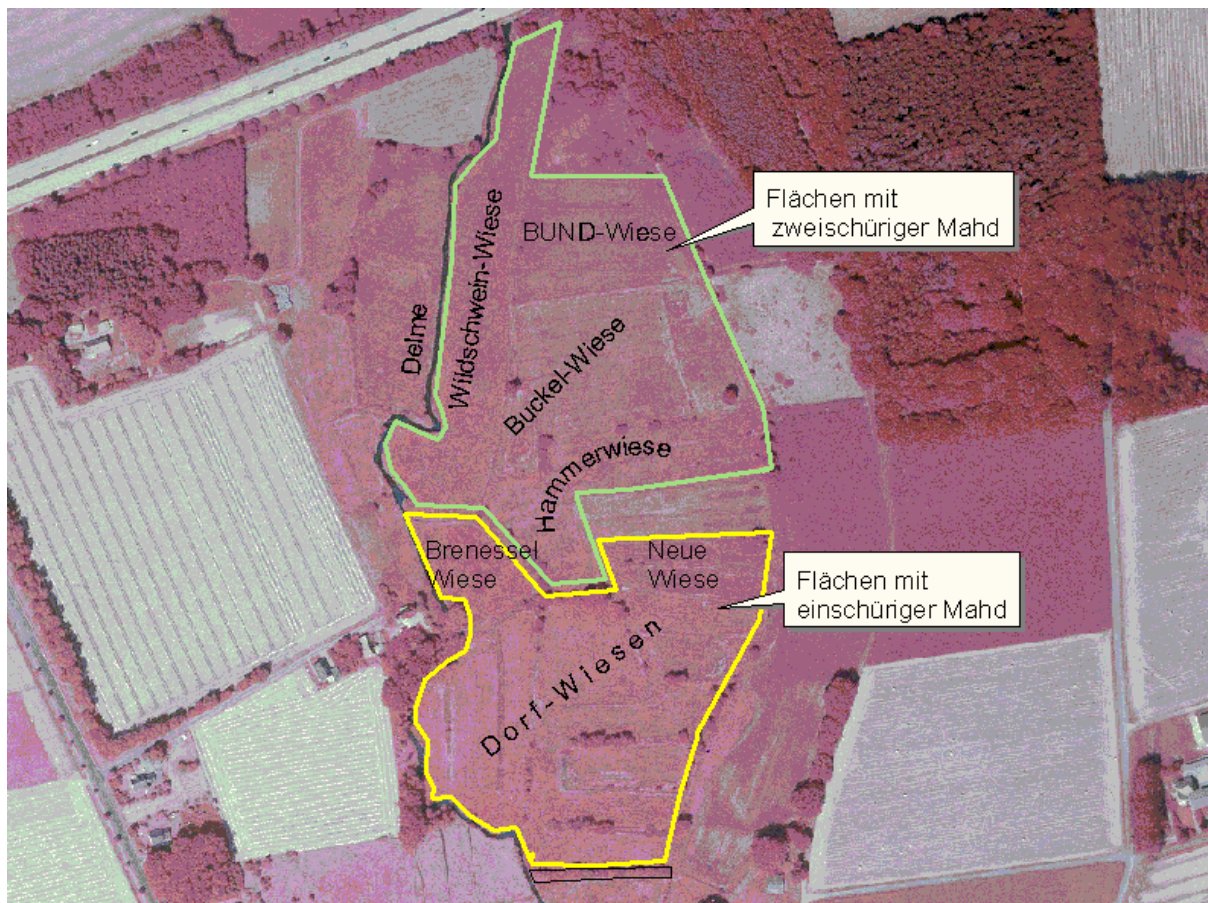


Abbildung 1: Luftbildaufnahme der eingeteilten Flächen

## **Bodenuntersuchung**

Grundsätzlich wurden auf allen Feuchtgrünlandflächen des Hofes landwirtschaftliche Bodenuntersuchungen durchgeführt. Pro Hektar wurden 15 Proben pro Wiese unter der Grasnabe genommen, gemischt und von der Landwirtschaftlichen Untersuchungs und Forschungsanstalt (LUFA) auf pH-Wert, Phosphor (P), Kalium (K) Magnesium (Mg) Kupfer (Cu) Mangan (Mn) Natrium (Na) und Stickstoff (N) untersucht.

Die Niedermoorflächen sind wie zu erwarten im sauren Bereich aber überwiegend aus landwirtschaftlicher Sicht tolerabel. Die einzige Fläche (Obstbaumwiese), die nicht so sauer ist, liegt nicht direkt im Tal-Raum und weist deshalb keinen Niedermoorboden auf.

Auffällig sind die durchgehend hohen Manganwerte, die sicher auf die Vornutzung konventioneller Landwirte zurückzuführen sind. Die drei Flächen (Wildschweinwiese, Buckelwiese und Hammerwiese) mit den Höchstwerten wurden vor dem Verkauf an den Landkreis von einem Besitzer bewirtschaftet. Auffällig ist der hohe Kupferwert der Hammerwiese, diese wurde erst vor 3 Jahren vom BUND übernommen und vorher intensiv als Mähweide mit Flüssigdünger genutzt.

Name	pH-Wert	P		K		Mg		Cu		Mn	Na	N ges			
		mg / 100g		mg / 100g		mg / 100g		mg / kg					mg / kg	%	
Primmelsee	4,6	B	5	B	3	B	3	A	1,4	C	21,2	E	17	A	0,28
Obstbaumw.	5,3	D	7	C	1	A	8	C	1,3	C	36,4	E	10	A	0,17
Waldwiese	4,7	C	5	B	3	B	4	B	1,6	C	64,6	E	11	A	0,20
Schafwiese	4,8	C	6	B	7	C	5	B	1,1	C	73,7	E	16	A	0,29
Brückenwiese															
Brückenwiese	4,6	B	6	C	5	C	6	C	1,4	C	81,0	E	16	A	0,33
Moorwiese	3,9	A	2	A	4	B	7	B	0,3	A	37,5	E	14	A	0,24
Autobahnwiese	4,1	A	2	A	3	B	6	B	1,0	C	36,1	E	14	A	0,23
Bultenwiese	4,3	B	8	C	4	B	4	B	1,1	C	25,8	E	9	A	0,17
Henstedter Wiese	4,6	B	7	C	8	C	5	B	1,6	C	71,3	E	20	A	0,29
Baumgartenwiese	4,7	C	5	B	4	B	5	B	1,2	C	43,2	E	12	A	0,32
Ehlerswiese	4,8	C	4	B	6	C	6	B	0,7	A	64,3	E	22	A	0,40
Wildschweinswiese	5,0	C	5	B	3	B	6	C	2,0	C	143,5	E	21	A	0,27
BUND-Wiese	5,0	C	8	C	3	B	5	B	1,5	C	76,1	E	24	A	0,30
Hammerrwiese	5,0	C	6	B	4	B	7	B	4,6	E	144,7	E	27	B	0,33
Buckelwiese	4,9	C	10	C	4	B	7	B	1,2	C	115,0	E	54	C	0,39
Große Dorfwiese	4,9	C	4	B	4	B	8	B	0,8	C	42,2	E	14	A	0,46
Brennesselwiese	4,8	C	3	B	4	B	8	B	0,7	A	23,7	E	35	B	0,35
Neue Wiese	4,9	C	3	B	6	C	12	C	1,4	C	73,6	E	23	A	0,37
Dreieckwiese	5,0	C	5	B	5	C	6	C	1,8	C	65,8	E	9	A	0,21
Logewiese	5,2	C	6	C	5	C	4	B	1,7	C	59,9	E	11	A	0,12

Bewertung aus landwirtschaftlicher Sicht:

A sehr gering  
 B gering  
 C anzustreben  
 D hoch  
 E Sehr hoch

Zweimalige Mahd  
 Einmalige Mahd

Tabelle 1: Ergebnisse der Bodenuntersuchung der Feuchtgrünlandflächen im Delmetal. Die speziell ausgesuchten Flächen farbig markiert.

## Ernte

Die Ernte im Jahr 2006 gestaltete sich schwierig, da obwohl für viele Flächen eine Ausnahmegenehmigung für eine frühe Mahd ab 15 Mai bestand, diese jedoch nicht durchgeführt werden konnte, weil der Mai kalt und nass war. Die Folge war fehlender Aufwuchs und schlechtes Erntewetter.

Nur die Mahd auf den speziell ausgesuchten Flächen konnte programmgemäß ausgeführt werden, da ohnehin für die frühe Mahd ein phänologischer Blühaspekt als Zeitgeber festgelegt wurde (siehe Zwischenbericht Vegetation).

Es wurde auf den ausgewählten Flächen Grassilage in Rundballen mit 120 cm Durchmesser gewonnen.

Der Schnitt im Juli fiel in die Hitzeperiode 2006. Hier war eine ordnungsgemäße Silage kaum möglich, da das Gras nach dem Schnitt sehr schnell getrocknet ist. (Siehe auch Diskussion Substrate Biogasanlage)

Name	Fläche [ha]	gemäht	gepreßt	Flächen-	Ballen
	Netto	Datum	Datum	Kürzel	Anzahl
Wildschweiniwiese	1,67	06.06.06	07.06.06	Wilds	16
BUND-Wiese	0,83	06.06.06	07.06.06	BUND	7
Buckelwiese	1,43	06.06.06	07.06.06	Buck	12
Hammerwiese	1,11	06.06.06	07.06.06	Hamm	7
BUND-Wiese 2. Mahd		25.09.06	26.09.06		18
Wildschweiniwiese 2. Mahd		25.09.06	26.09.06		13
Buckelwiese 2. Mahd		25.09.06	26.09.06		26
Brennesselwiese	0,41	10.07.06	11.07.06		10
Große Dorfwiese	2,67	10.07.06	11.07.06	GrD	47+
Neue Wiese	0,70	10.07.06	11.07.06	KIW	24

Tabelle 2: Erntezeitpunkte und –Mengen auf den ausgewählten Flächen.

## Biogasanlage

### Anlagenbeschreibung

Es handelt sich um eine Trockenfermentationsanlage im so genannten Batch-Verfahren.

Die Anlage besteht aus zwei garagenähnlichen Fermentern mit großen Toren für die Befüllung. Die Fermenter sind 17 m lang, 6 m breit und 4 m hoch. Das Substrat (ca. 150 aufgelockerte Rundballen) wird feucht mit einem Radlader eingebracht.

Während der 28 - tägigen Fermentation wird das Sickerwasser (Perkolat) in bestimmten Abständen auf das Substrat gesprüht. Eine Fußbodenheizung sorgt für die notwendige Prozesswärme von 38 Grad Celsius.



Abbildung 2: Foto Biogasanlage Front mit Fermentertoren

Das besondere Verfahren der Einbringung des Substrates wurde von der Firma Bioferm entwickelt (Abbildung 3). 60-70 % des vorherigen Substrates wird immer wieder in den Fermenter eingebracht. Daraus ergibt sich eine dreimalige Einfuhr eines Substratanteiles. Die Verweildauer des Substrates beträgt bei 28 tägigen Wechsel des Fermenters damit 84 Tage. Diese lange Verweildauer sorgt gerade bei dem Substrat aus den Naturschutzflächen für den optimalen Abbau der organischen Trockensubstanz. Ein Abbau von 60 % wird angestrebt.

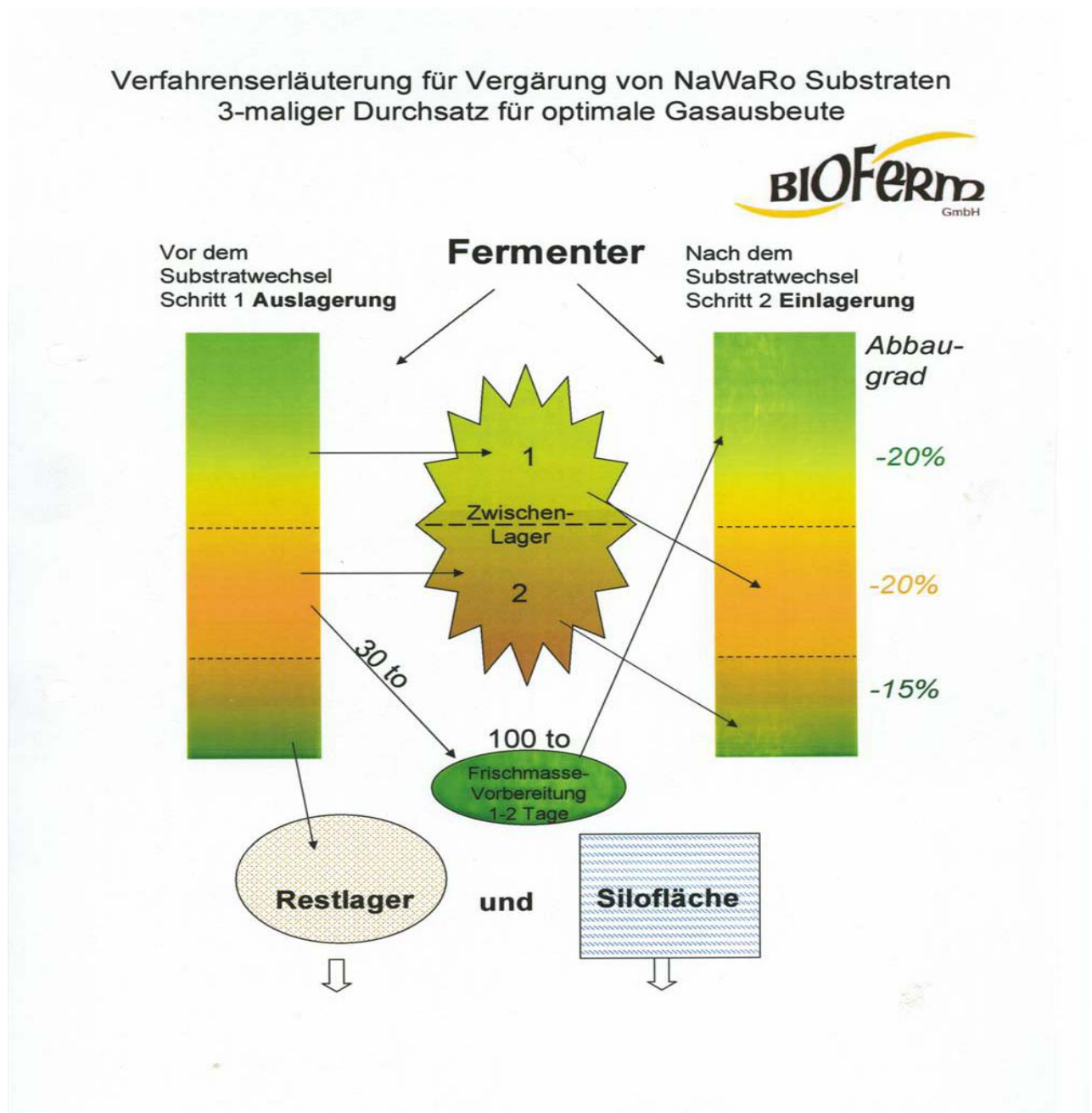


Abbildung 3: Einbringungsschema des Substrates

### Energiegewinnung und -verteilung

Die Anlage ist mit 50 KW elektrischer Leistung, die nach dem EEG in das EVU-Netz eingespeist wird, eine der kleinsten Biogasanlagen im Weser-Ems-Raum. Die Abwärme des Motors von etwa 70 KW wird zu einem geringen Teil als Prozesswärme genutzt. Der größte Teil der Abwärme wird zur Heizung und Warmwasserbereitung innerhalb einer Energievernetzung des Hofes genutzt (siehe Abbildung 5 )



Abbildung 4: BHKW- und Heizungsraum

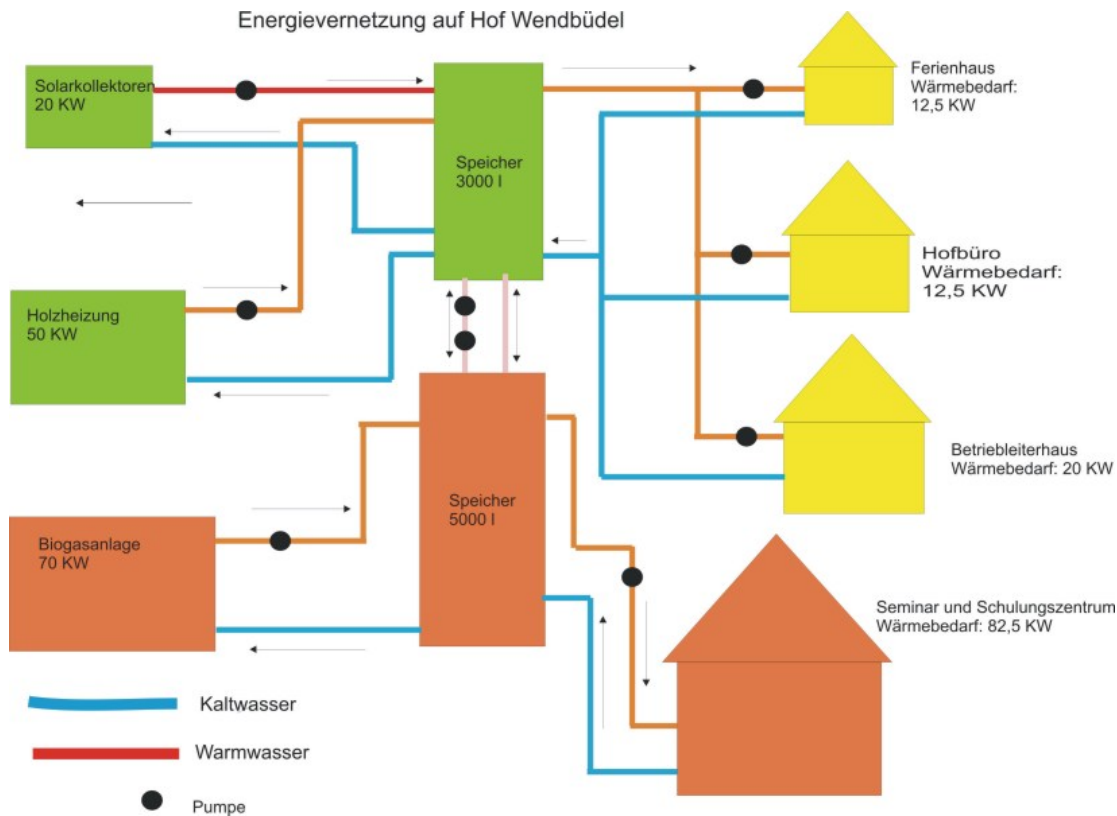


Abbildung 5: Energievernetzung auf Hof Wendbüdel

## Labor

In einem kleinen Labor wird vor Ort die Trockensubstanz und organische Trockensubstanz von Input- und Outputmaterial bestimmt. Der pH-Wert des Perkolats wird in bestimmten Abständen bestimmt. Das Perkolat selber wird zur Untersuchung auf Biogasrelevante Werte als Fremdvergabe von der LUFA untersucht (siehe Tabelle im Kapitel Gasausbeute)



Abbildung 6: Labor und Technikraum

## Prozessführung Biogasanlage

### Gas-Qualität

Beide Fermenter der Biogasanlage wurden zum Anfang (September 2006) mit 60 % Rindermist und 40 % Silage angefahren.

Zwischenzeitlich wurde auch schon beim Fermenterwechsel Altmaterial nach dem Schema Bioferm (siehe Abbildung 3) als Dünger auf dem hofeigenen Acker ausgebracht.

Die Gasqualität konnte aufgrund der anfänglich fehlenden Gasanalyseeinheit nur mit der Brennprüfung abgeschätzt werden.

Nach Einbau der Gasanalyse-Einheit im Oktober 2006 wurde bis Dezember 2006 eine durchschnittliche Gasqualität von 55 % Methan, 46 % Kohlendioxid und einem Schwefelwasserstoffwert unter 300 ppm festgestellt. Dies ist nach Aussage der LUFA (Bischoff, mündliche Mitteilung) eine normale bis gute Qualität für nachwachsende Rohstoffe als Substrat.

Die Zeit zum Erreichen dieses Wertes ist abhängig von der Qualität des Substrates (siehe Abbildung 6-7).

Da der BHKW-Hersteller einen Schwefelwasserstoff-Wert von < 500 ppm für Garantieleistungen vorschreibt, braucht hier keine Entschwefelungsanlage installiert werden.

Trotz anfänglicher Schwierigkeiten können die Substrate der untersuchten Flächen zumindest in der Entwicklung der Gasqualität unterschieden werden. Die erreichte Gasqualität ist bei beiden Mahdvarianten gleich.

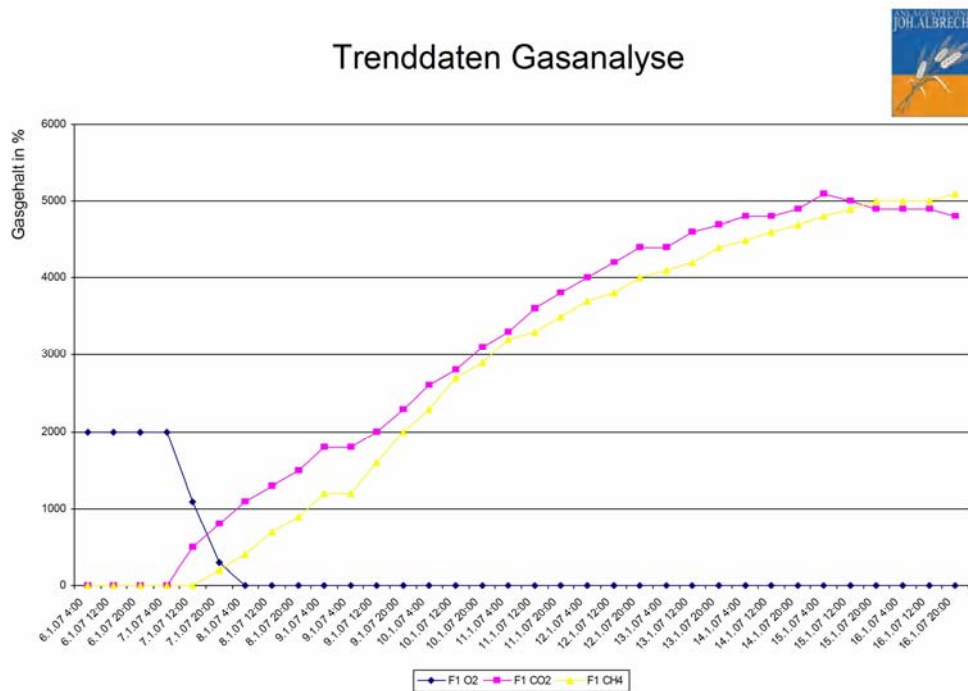


Abbildung 6: Typische Entwicklung der Gasqualität - relativ feuchte Silage - gute Qualität - frühe erste Mahd (Anfang Juni) oder späte 2. Mahd (Ende August).

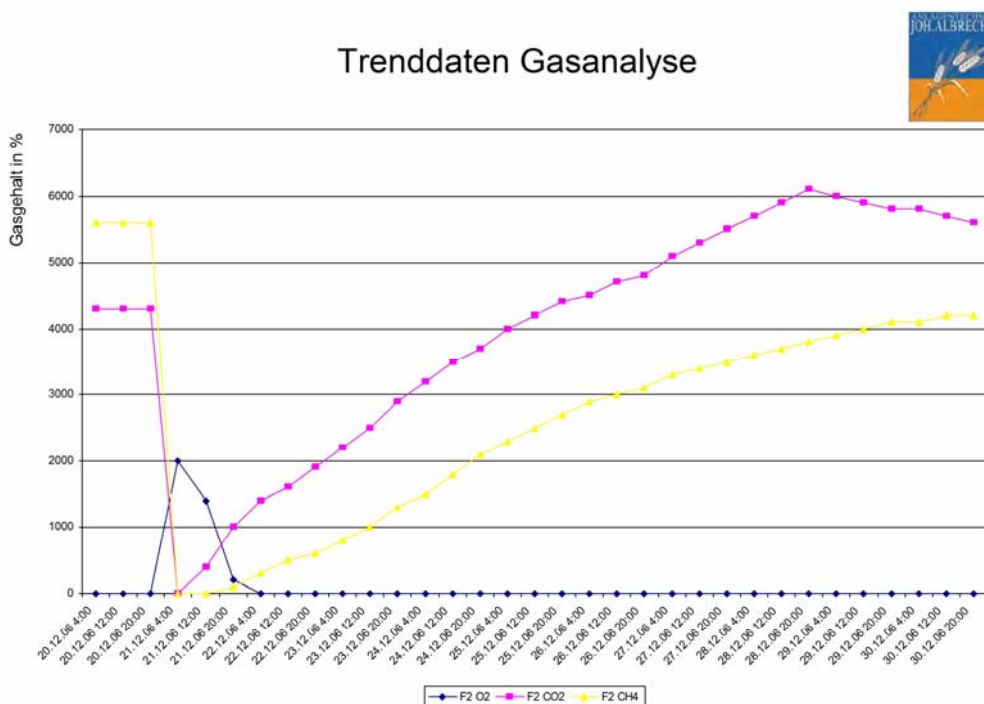


Abbildung 7: Typische Entwicklung der Gasqualität - trockenes Substrat - einmalige Mahd im Juli.

## Gasausbeute

Die prognostizierte Gasausbeute der Firma Bioferm konnte zu keinem Zeitpunkt der Anlaufphase erreicht werden.

Da in der Vergangenheit keine Trockenfermentationsanlage nur mit Grassilage und dann auch noch mit Substrat von Naturschutzflächen mit unterschiedlichen Mahdterminen gefahren wurde, mussten hier umfangreiche Erfahrungen gesammelt werden.

Inzwischen ist die Sachlage annähernd geklärt, so dass die Anlage im Jahr 2007 zumindest zeitweilig 100 % der Leistung erreichen wird.

Beim Anfahren der Anlage wurde von der Firma Bioferm ein Verhältnis 80 % Silage und 20 % Heu als Frischmaterial vorgeschlagen. Nach Erfahrungen in Süddeutschland führt 100 % Silage im Frischmaterial zu hohen Perkolatmengen, die entsorgt werden müssen.

Dieses Rezept erwies sich bei der vorliegenden Anlage als falsch!!!

Das eingebrachte Substrat nach obigem Rezept erwies sich als zu trocken. Die Perkolierung konnte die für die Prozessführung nötige Feuchte nicht herstellen, da es ohnehin schwierig ist, Heu oder ähnliches trockenes Material zu befeuchten.

Auf den Naturschutzflächen des BUND-Hofes wird aufgrund des späteren Mahdtermins oft zu trockenes Material geerntet. Wenn dann noch die landwirtschaftliche Regel der "Anweilsilage" mit einer Wartezeit von einem Tag eingehalten wird, tritt oftmals keine Silierung ein und die Konservierung ist nicht gegeben. Der trockene Sommer 2006 hat die Silageernte noch erschwert.

Die Pufferwirkung von zugesetztem Mist wurde unterschätzt. Die Anlage muss bei etwa pH 8 im Perkolat gefahren werden, um die entstehenden organischen Säuren wie Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure abzupuffern (LUFA, Bischoff mündliche Mitteilung). Nur mit Silage und Heu würde der PH- Wert unter 7 liegen und die Methanbakterien würden gehemmt. Das Verhältnis Essigsäure zu Propionsäure sollte mindestens 3:1 betragen (Bischoff, mündliche Mitteilung). Essigsäure ist bei der Methanentstehung ein wichtiges Zwischenprodukt, während Propionsäure als Konservierungsmittel und damit stark bakterienhemmend angesehen werden muss.

In der Tabelle 3 ist eine Perkolat-Probe verzeichnet, die nicht aus der Biogasanlage des Hofes stammt. Diese Probe wurde genommen von einer Lieferung Perkolat der Bioferm-Anlage Siemke (Lüchow-Dannenberg), die nach Aussage des Betreibers optimal läuft. 5 m<sup>3</sup> dieses Perkolates sollte der Impfung der Biogasanlage auf dem Hof dienen, hat aber kaum Wirkung gezeigt, da noch andere Parameter zum suboptimalen Prozessablauf der Biogasanlage geführt haben. Die fremde Perkolat-Probe wurde von Dr. Bischoff (Lufa) aber insgesamt als positiv eingeschätzt.

Die Werte von Propionsäure und Buttersäure sind zwar sehr hoch, werden aber durch pH-Wert und hohem Anteil an organischer Trockensubstanz abgepuffert. Außerdem ist das Verhältnis zwischen Essigsäure und Propionsäure als positiv anzusehen.

Die Perkolat-Probe die vor Zumischung des Fremd-Perkolats aus unserer Biogasanlage gezogen wurde, ist nicht sehr positiv einzuschätzen (Bischoff, mündliche Mitteilung). Der PH-Wert und die geringe organische Substanz tragen kaum zur Pufferung der, wenn auch geringen, Buttersäure und Propionsäure bei. Das Verhältnis Essigsäure zu Propionsäure ist negativ. Dieses Perkolat wird von Herrn Bischoff als bakterienhemmend angesehen.

**916** : Perkolat von Siemke-Anlage vom 31.01.07, untersucht am 06.02.07

**915** : Perkolat aus Schacht d. Anlage Hof Wendbüdel vom 31.01.07, untersucht am 06.02.07

(vor Zumischung von Siemke-Perkolat)

**1297** : Perkolat aus Schacht d. Anlage Hof Wendbüdel vom 19.02.07, untersucht am 19.02.07

**Werte beziehen sich immer auf die Originalsubstanz!**

916	915	1297	Einheit	Untersuchung	Bemerkungen
8,0	7,2	7,2		<b>pH-Wert</b>	Der pH-Wert sollte bei Trockenfermentation bei 8 liegen
3,6	1,1	2,0	%	<b>Trockensubstanz</b>	Trockensubstanz bietet Besiedlungsfläche für Bakterien
10,7	0,93	2,33	<b>g/kg</b>	<b>Essigsäureäquivalent</b>	
6,09	0,13	1,05	<b>g/kg</b>	<b>Essigsäure</b>	Ein wichtiges Zwischenprodukt bei der Methanbildung
2,64	0,49	0,55	<b>g/kg</b>	<b>Propionsäure</b>	Konservierungsstoff
1,64	<0,01	0,36	<b>g/kg</b>	<b>Buttersäure</b>	Bakterienhemmend
0,25	0,08	0,08	%	<b>Ammoniumstickstoff (NH4-N)</b>	
2,2	0,6	1,2	%	<b>organische Trockensubstanz</b>	Bietet Substrat im Perkolat, Pufferwirkung bei der Umsetzung
		0,36		<b>FOS/TAC</b>	
		0,64	%	<b>Calciumcarbonat (CaCO3)</b>	
21,7	9,86	11,0	%	<b>Salzgehalt (KCl)</b>	

Tabelle3: Untersuchungsergebnisse Biogasrelevanter Parameter verschiedener Perkolatproben

Die Steuerung der Perkolatbesprühung wurde aufgrund eines zu kleinen Durchlaufbehälters nur auf eine bestimmte Menge bei Erreichen von Höchst- und Niedrigstand automatisiert, so dass eine zeitliche Steuerung und eine abgestufte Mengensteuerung nicht möglich waren. Eine falsche Prozessführung führte im Jahr 2006 zu einem bakterienhemmenden Perkolat (siehe vorhergehende Beschreibung). Die automatische Perkolierung konnte nicht gestoppt werden, so dass der Gasertrag von Stunde zu Stunde weniger wurde. Inzwischen wurde die automatische in eine halbautomatische Steuerung geändert, und eine Zeit und Mengenabstufung ist möglich.

Der jetzige Perkolattank wird ausgetauscht, damit tritt eine Änderung von 500l zu 12000 l Perkolat - Vorrat ein. Hierdurch wird ein Puffer für die Gesamtmenge Perkolat eingerichtet (bei Fermenterwechsel wird nur ein Fermenter besprüht). Der neue Perkolattank wird gasdicht ausgeführt und beheizt. Das hier entstehende Biogas wird dem bestehenden Gassack zugeführt.

Bei der Substratvorbereitung müssen folgende Parameter in der Zukunft eingehalten werden, um zu einer guten Gasausbeute zu führen.

- Das Substrat muss beim Vorbereiten auf dem Mischplatz entweder ca 70 % Feuchte enthalten oder so lange vernässt werden bis ca 70 % Feuchte erreicht wurden.
- Das Substrat muss im Sommer 3 Tage und im Winter 6 Tage vor Fermenterwechsel vorbereitet werden, um die Prozesswärme zu erreichen, damit der Fermenter nicht bei jedem Substratwechsel stark abgekühlt wird.
- Das Substrat muss neben Frischmaterial 20 % Mist zur Pufferung enthalten

## **Wirtschaftlichkeit**

### **Investitionskosten**

Die anfänglichen geplanten Investitionskosten konnten nicht gehalten werden. Die Anlage ist mit 360.000 € gegenüber geplanten 300.000 € um 20 % teurer geworden.

Dies lag an mehreren Faktoren.

- Die Kosten in der Folge von Auflagen der Genehmigungsbehörde überstiegen mit spezieller Ausführung des Mischplatzes und der Anordnung eines Geruchsgutachtens den geplanten Rahmen.
- Die Neuentwicklung und der Einbau von Sicherheitseinrichtungen in Hinblick auf Unfälle an anderen Biogasanlagen war so nicht eingeplant und ist für eine kleine Anlage genauso kostenintensiv wie für eine doppelt so große Anlage.
- Der gewaltige Anstieg des Preises für Kupfer und Edelstahl im Jahr 2006 (bis zu 600 %) hat die Kosten für die Installationsarbeiten um 100 % erhöht.

### **Kosten Substratvorbereitung**

#### **Personal**

Die geplanten Personalkosten für die Anlage mit ca. 1 Stunde/Tag konnten bedingt durch Anlaufschwierigkeiten nicht gehalten werden. In der Zukunft wird sich dies aber auf eine Stunde/ Tag ependeln.

#### **Maschinen**

Die Maschinenkosten für die Befüllung konnten aufgrund der Anlaufschwierigkeiten und der Kürze der bisherigen Zeit noch nicht abschließend ermittelt werden.

### **Erträge**

Die Erträge blieben hinter den Erwartungen zurück, da die Anlage noch nicht optimal läuft. Dies wird sich nach Umbauarbeiten der Anlage ändern. Mitte des Jahres 2007 werden 30.000 KW elektrische Leistung monatlich erwartet, dies sind 80 % der Höchstleistung der Anlage.

Ende des Jahres 2007 wird eine konkrete Berechnung der Wirtschaftlichkeit zu erwarten sein.

## **Ausblick 2007:**

### **Flächenmanagement**

Der Zeitpunkt der Mahd der ausgewählten Flächen wird nach Anweisungen des Gutachters für die Vegetation bestimmt. Bei allen anderen Flächen des Hofes wird eine frühe erste Mahd im Mai/Juni und eine zweite Mahd im August angestrebt. Für die Flächen im Naturschutzgebiet Bornhorster Huntewiesen (70 ha) ist eine Ausnahmegenehmigung für eine frühe Mahd notwendig. Die Genehmigung ist abhängig von einer ornithologischen Untersuchung in Hinblick auf Brutvogelvorkommen. Wie im Vorjahr wird sich die Ausnahmegenehmigung auf ca. 50 % der Flächen beschränken. Die Flächen, für die keine Ausnahmegenehmigung erteilt wird, werden ähnlich der Mahdvariante "einschürig" ab 1. Juli einmal gemäht.

Sollte der Sommer 2007 ähnlich trocken wie 2006 werden, wird bei der Mahd im Hochsommer Heu gewonnen, da eine ordnungsgemäße Silierung nicht möglich ist.

Die Ackerflächen des Hofes (5ha) werden dieses Jahr erstmalig mit Ackergras bestellt, das möglichst intensiv bewirtschaftet wird. Das Substrat das hier gewonnen wird, dient als Vergleich zu dem Substrat der Naturschutzflächen.

Aktuell (Februar/März) stehen alle Feuchtgrünflächen (120 ha) des Hofes unter Hoch-Wasser (eher selten). Dies wird voraussichtlich zu einer zum Vorjahr zeitlich abweichenden Vegetationsperiode führen. Die unfreiwillige Düngung der Flächen wird durch erneute Bodenproben ausgesuchter Flächen zu dokumentieren sein.

### **Biogasanlage**

Die technischen Probleme der Biogasanlage werden behoben, so dass hier eine kontinuierliche vergleichbare Fermentation der einzelnen Substrate möglich wird.