

## Gülleanlagen im EEG 2012 – klein oder groß?

Standardanlagen kommen nicht gut weg im EEG 2012. Danach wäre eine Weiterentwicklung im Biogasbereich kaum noch möglich. Sind Gülleanlagen der Ausweg aus dem Dilemma? Im EEG finden wir hierfür zwei Anlagentypen, auf die der Gesetzgeber den Fokus richtet:

1. Die Standardanlage mit mindestens 60% Gülleanteil (ohne weitere Verpflichtung zur Wärmenutzung)
2. Die Kleinanlage bis 75 kW mit mindestens 80% Gülleanteil

Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit führt uns zu der Aufgabe, eigentlich längst bekannte Techniken und Fragestellungen noch einmal aus neuer Perspektive zu betrachten. Bei Gülleanlagen müssen wir uns insbesondere um die Fragen der

- Anlagendimensionierung im Hinblick auf die Raumbelastung
- Anlagendimensionierung im Hinblick auf die Verweilzeit
- der Beheizung der Anlage im Hinblick auf die notwendige Betriebstemperatur (mesophiler Bereich zwischen 38 und 42 °C)
- und der Einbringtechnik insbesondere bei Kleinanlagen beschäftigen

Hierbei schauen wir uns 2 Anlagentypen an:

1. Die Standardanlage mit 500 kW<sub>el</sub> Leistung und einem zweistufigem Fermenteraufbau (2 x 23m x 6,40 m = 4.800 m<sup>3</sup>)
2. Die einstufige Kleinanlage mit 75 kW<sub>el</sub> und einem beheizten Fermenter mit 10 x 6 m = 500 m<sup>3</sup>)

### Vorüberlegung

In Gülle, die wir zur Vergärung einsetzen, ist wegen des niedrigen Trockensubstanzgehaltes erheblich weniger Gas in der Frischsubstanz enthalten als in nachwachsenden Rohstoffen wie Silomais, Gras oder Ganzpflanzensilage. Verstärkt wird dies zusätzlich dadurch, dass wegen der energetischen Vornutzung im Verdauungstrakt des Tieres auch weniger Gas in der so genannten organischen Trockenmasse der Gülle enthalten ist im Vergleich zu den oben genannten Stoffen.

In (sehr) kleinen Anlagen setzen wir Blockheizkraftwerke ein, die in der Regel über wesentlich geringere elektrische Wirkungsgrade verfügen als wir sie aus unseren Anlagen mittlerer oder hoher installierter Leistung kennen. Gehen wir für unser folgendes Beispiel von 36% für die Kleinanlage und 40% für die Großanlage aus (das können in der Praxis je nach Alter und Wartungszustand der Maschinen dann aber auch schon mal 34% - 38% sein), so handelt es sich zwar „nur“ um einen Unterschied von 4 in der Zahl der Prozentpunkte, gleichwohl ist der Wirkungsgrad der Großanlage um  $4\%/36\% = 11,11\%$  höher!

Aus den BHKW - Daten können wir nun zunächst die Gasmenge ermitteln, die wir im Idealfall zum Betreiben der Anlagen benötigen. Gehen wir zur Sicherheit bei der 75 kW – Anlage von einer etwas geringeren Verfügbarkeit aus:

## Übersicht 1:

Jahresstunden	x Leistung	: Wirkungsgrad	: Heizwert CH <sub>4</sub>	= Methanmenge
7800 h	75 kW	36%	9,97 kWh / m <sup>3</sup>	<b>162.989 m<sup>3</sup></b>
8200 h	500 kW	40%	9,97 kWh / m <sup>3</sup>	<b>1.028.084 m<sup>3</sup></b>

Im Ergebnis erhalten wir die benötigte Methanmenge für den Anlagenbetrieb eines Jahres.

Welche Substratmengen benötigen wir hierfür nun, insbesondere bei unterschiedlichen Masseanteilen von Gülle?

Nehmen wir hier vereinfachend die Werte aus der Biomasseverordnung. Es reicht für diesen Fall, wenn wir uns auf die Betrachtung von Silomais und Gülle beschränken. Vergleichen wir aber Rinder- und Schweinegülle.

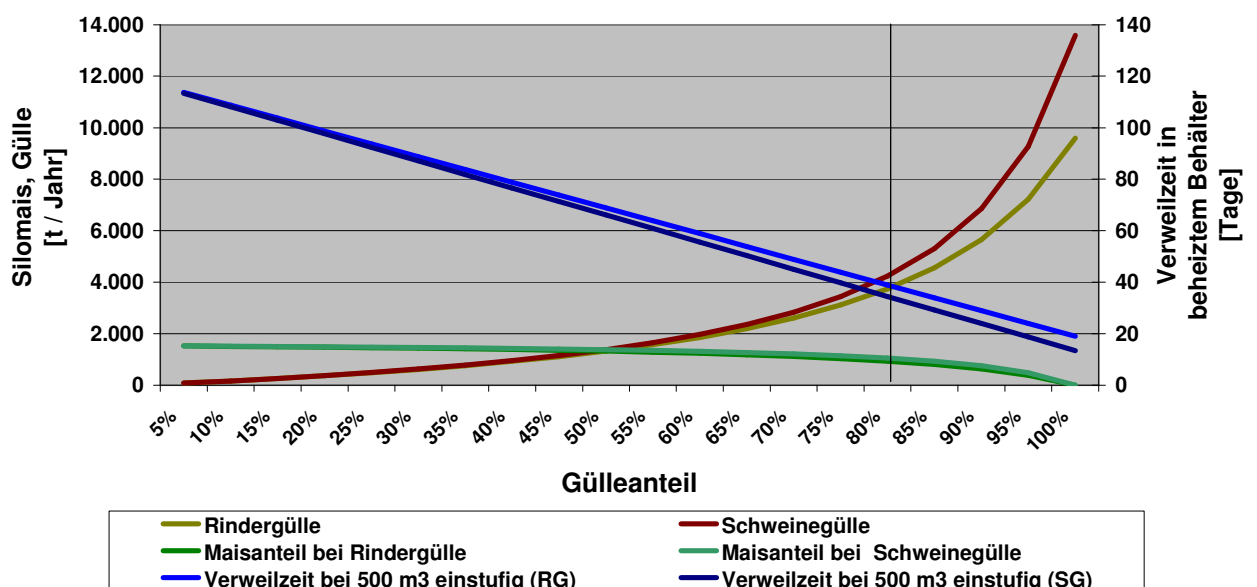
## Übersicht 2: Pauschale Annahme für den Gasertrag nach der Biomasseverordnung

Substrat	m <sup>3</sup> Methan / t FS
Silomais	106
Rindergülle	17
Schweinegülle	12

Hiermit haben wir alle Werte, die notwendig sind, um unterschiedliche prozentuale Gülleanteile in der Ration der Anlage in absoluter Masse darzustellen.

## Diagramm 1:

### Fütterungsmassen bei unterschiedlichen Gülleanteilen - 75 kW Anlage / 500 m<sup>3</sup> Fermenter



### **Gülmengende steigt bei hohen %-Anteilen übermäßig**

Es ist sehr gut zu erkennen, dass das Anwachsen der Gülmengen bei hohen prozentualen Anteilen eine sagenhafte Dynamik aufweist. Reichen uns bei 80% Gülleanteil noch weniger als 4.000 t (resp. m<sup>3</sup>) Gülle, so verdreifacht sich diese Menge, beim Steigern um weitere 20% - Punkte auf eine reine GÜlleration!

Sehr interessant ist gleichfalls, dass der Einfluss der Gülleart bis zu einem Anteil von 80% relativ gering ist – zu stark ist noch der Einfluss des Hauptgärssubstrates (Silomais).

#### **Hinweis für den Praktiker:**

Aber bitte Vorsicht!

Natürlich sind nicht alle Güllearten gleich zu beurteilen: Mast oder Milch, Schweine oder Ferkel, Flüssig- oder Trockenfütterung, Fremdwasser oder Hemmstoffe, nicht zuletzt auch die Lagerdauer vor dem Einbringen – vieles kann die Gäreignung Ihrer Gülle positiv oder negativ beeinflussen. Machen Sie also in jedem Fall einen Gärtest mit vorschriftsmäßiger Probengewinnung und vergessen Sie auch nicht, einen Hemmtest zu machen oder sich bezüglich der eingesetzten Mittel beraten zu lassen. Ein Gülle basiertes Biogaskonzept reagiert zu empfindlich auf falsche Grundannahmen! Ein guter Hinweis ist zumindest schon einmal der Trockensubstanzgehalt der Gülle.

### **Spielt die Raumbelastung eine Rolle?**

Die nachfolgende Tabelle zeigt den Drift in der Raumbelastung hin zu höheren Werten bei steigendem Gülleanteil (die Raumbelastung der 500 kW – Anlage ist bezogen auf beide Behälter berechnet). Der Grund liegt in dem niedrigeren Gaspotential von Gülle bezogen auf die organische Trockensubstanz (oTS). Trotzdem würden wir hier keine Probleme vermuten. Das liegt in dem Umstand begründet, dass der Anteil der fermentierbaren oTS in Gülle geringer ist als in Silomais.

Übersicht 3:

<b>Raumbelastung bei unterschiedlichen Gülleanteilen</b>				
Anteil Gülle	75 kW - Anlage:F= 500 m <sup>3</sup>		500 kW - Anlage:F=4.800 m <sup>3</sup>	
	Rindergülle	Schweinegülle	Rindergülle	Schweinegülle
0%	2,59	2,59	1,70	1,70
30%	2,66	2,63	1,75	1,73
60%	2,80	2,73	1,84	1,79
80%	3,02	2,89	1,99	1,90
100%	3,70	3,57	2,43	2,25

### **Verweilzeit > 150 Tage im EEG 2012**

Beachten Sie bitte auch die Entwicklung der Verweilzeit. Bei 80 % Gülle in der Kleinanlage liegen wir bei 40 Tagen. Ein höherer Gülleanteil lässt die Verweilzeit bis auf unter 20 Tage sinken. Hierbei ist mit einer restlosen Verwertung des Gaspotentials in der Gülle nicht mehr zu rechnen!

Die 500 kW – Anlage hat bei einem Gülleanteil von 60% immerhin noch eine Verweilzeit von knapp 90 Tagen in beheizten Behältern aufzuweisen (dabei wurde die Verweilzeit im Nachgärer über die Anrechnung des Substratabbaus im Fermenter als länger angenommen!).

In beiden Modellen kann jedoch eine Gesamtverweilzeit in gasdichten Behältern von 150 Tagen nach der VDI-Richtlinie (3475 Blatt 4) nicht eingehalten werden. Zusätzliche Behälter / Gärrestlager wären notwendig.

### **Gülle/Futterrest statt Gülle/Mais bei 75 kW - Anlage**

Für die Kleinanlage müssen wir uns an dieser deshalb auch vom Mais/Gülle - Modell verabschieden, denn nur für reine Gülleanlagen nach §6, Abs.4 des EEG 2012 kann von der Verweilzeitregel abgewichen werden (eine bauliche Aufstockung auf 150 Tage Verweilzeit wäre in dieser Baugröße unwirtschaftlich). Zulässig wäre hierbei eine Fütterung ausschließlich mit Gülle in der Definition des Düngegesetzes §2, Abs.1, Satz 4. Danach

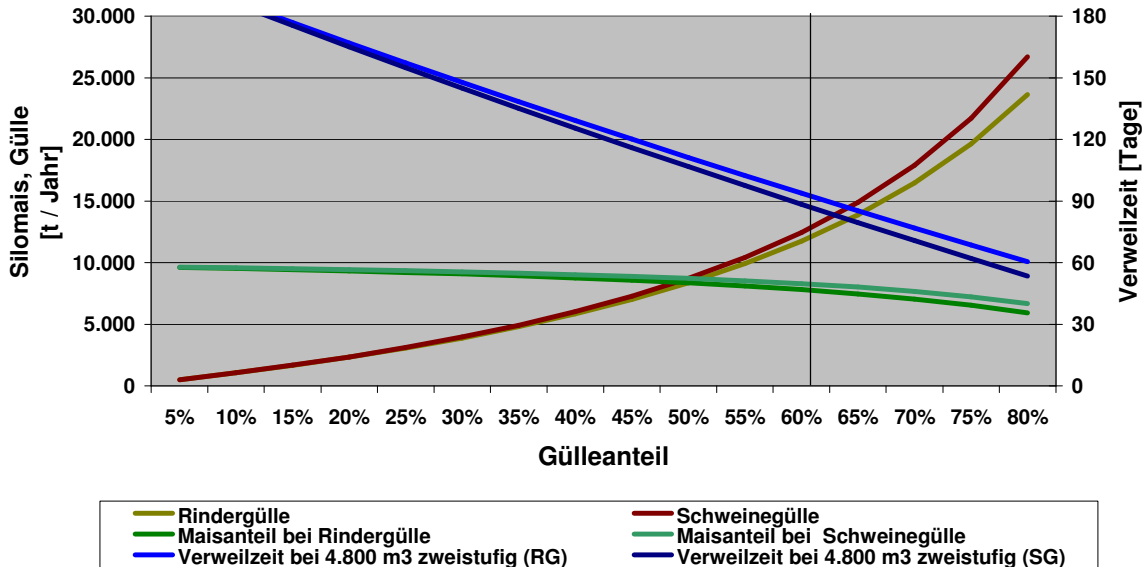
„ist Gülle: Wirtschaftsdünger aus tierischen Ausscheidungen, auch mit geringen Mengen Einstreu oder Futterresten oder Zugabe von Wasser, dessen Trockensubstanzgehalt 15 vom Hundert nicht übersteigt;“

Zulässig wäre also ein Anteil an Futterresten in geringfügiger Menge. Geringfügig wäre diese Menge einerseits, wenn der Anteil „aussortierten Futters“ nicht mehr als 5% der Futterration betragen würde und andererseits die Futterreste / Güllemischung nicht mehr als 15% Trockensubstanz enthält! Die Einbringung von Einstreu in diesem Umfang wäre ebenfalls zulässig. Hinderlich könnte jedoch die Einbringtechnik sein: Die reine Gülleanlage muss nämlich ohne Feststoffdosierer auskommen, so die Juristen des Fachverbandes Biogas.

Die große Gülleanlage aber muss die 150 Tage bringen. Dies kann nur erreicht werden, wenn zusätzliche Lagerbehälter für den Gärrest die entsprechende Differenz darstellen können. Dies bedeutet eine Verschärfung gegenüber dem EEG 2009, weil dort nur die Behälter auf der Anlage gasdicht sein mussten, ein Weitertransport der Gärreste in Außenlager aber zulässig war. Es handelt sich hierbei jedoch um den einzigen baulichen Mehraufwand.

Diagramm 2:

## Fütterungsmassen bei unterschiedlichen Gülleanteilen - 500 kW Anlage / 4.800 m<sup>3</sup> Fermenter



### Wärmeconcept: Gülle erwärmen

Mit zunehmendem Gülleanteil wächst das Problem des Aufheizens im Winter. Die nachfolgende Tabelle zeigt die kalkulierte Substratmenge an, die bei jeweiliger Temperaturdifferenz (Fermenter innen / Substratvorlage außen) gerade noch erwärmt werden kann. Es wurde dabei von zylindrischen Behältern (ebenes Betondach, alle Seiten gedämmt – U-Wert = 0,6 W / (m<sup>2</sup> K) und einem Heizungswirkungsgrad von 75% ausgegangen). Behälter mit Tragluftdächern haben hingegen andere thermische Verhältnisse durch das Einblasen von Umgebungsluft in die äußere Hülle (der Gärraum ist i.d. Regel nicht vom Gasraum wärmeisoliert). Vom Wärmelieferungsvermögen wurde zunächst der Wärmeverlust der Behälter abgezogen und anschließend je m<sup>3</sup> Fermenterinhalt und je Grad Substraterwärmung ein Wert von 1,16 kWh / t FS angesetzt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Anlagen bei hohen Güllemengen an kalten Tagen im Grenzbereich ihrer Leistungsfähigkeit arbeiten. Bei einer Störung des BHKW im Winter kann die aufzuholende Temperaturdifferenz möglicherweise schon nicht mehr erreicht werden. Sonderfälle wie nasskalte Luft, starke Winde, welche je nach Exposition der Anlage zu stärkerer Konvektion führen, könnten das Problem verschärfen!

#### Übersicht 4:

<b>Wärme reicht für maximal (..) Tonnen Tagesration</b>			
	75 kW <sub>el</sub> - 95 kW <sub>th</sub>	500 kW <sub>el</sub> - 568 kW <sub>th</sub>	
$\Delta t$ [°K]	89% Auslastung	93,6 % Auslastung	
5	258	1.617	
10	126	792	
15	83	517	
20	61	379	
25	48	297	
30	39	242	
35	33	202	
40	28	173	

Die reine Gülleanlage ist dann ohne Fremdwärme hilflos, weil sie den Gülleanteil nicht herabsetzen kann. Temperaturabgabe an Dritte ist hier undenkbar.

#### Übersicht 5:

<b>Notwendige Tagesration in Tonnen bei (..) % Gülleanteil</b>				
Anteil Gülle	75kW - RG	75kW - SG	500kW - RG	500kW - SG
0%	3,8	3,8	29,5	29,5
30%	5,6	5,7	35,5	36,2
60%	8,5	9,0	53,5	56,8
80%	12,8	14,5	80,9	91,5
100%	26,3	37,2	165,7	234,7

#### **Große Gülleanlagen – wirtschaftlich nur mit Nutzung von Optionen**

Große Gülleanlagen benötigten schon bisher viel Gärvolumen und insbesondere Lagerraum. Im Gegenzug stand mit einem hohen Gülleanteil aus dem eigenen Betrieb (keine Transportkosten!!) günstiges Substrat zur Verfügung. Wegen der Lagerdauer von 150 Tagen wird es jedoch in Zukunft höchstwahrscheinlich zu höheren Baukosten kommen (nur dann nicht, wenn der Gesetzgeber die Lagerbehälter – regelmäßig zur Ausbringungszeit entleert – bei der Berechnung der 150 Tage mitzählt!).

Wegen der hohen Baukosten sind große Gülleanlagen bei oberflächlicher Betrachtung nur knapp wirtschaftlich. Im EEG 2012 fällt dieser Anlagentyp auch nur gering ab wegen des zusätzlichen Behälters für die Lagerzeitverlängerung (sonst nur ca. 10.000,- € Vergütungsunterschied). Mit zwei gasdichten Lagerbehältern ist sie aber eigentlich ausreichend ausgestattet. Technisch ist der zusätzliche Behälter nicht notwendig. Es bleibt zu hoffen, dass sich der gesetzliche Blickwinkel schnell klärt!

Spannend ist dieser Anlagentyp wegen der zusätzlichen Optionen. Es kann eben doch auch noch Wärme abgegeben werden (vorzugsweise Selbstnutzung) und wegen der 2-Stufigkeit (richtiger: wegen des Kaskadenaufbaus aus Fermenter und Nachgärer, die biologischen Prozessstufen sind nicht aufgegliedert) ist die Gasausbeute höher als die Richtwerte aus der Biomasseverordnung. Ein richtiger Bonbon ist zuletzt das Ersetzen von Silomais durch Festmist, der in vielen Güllereichen Betrieben ebenfalls vorhanden ist.

## Übersicht 6: Große Gülleanlagen im alten und neuen EEG

<b>Kennzahl</b>	<b>Einheit</b>	<b>Altanlage</b>	<b>Neuanlage</b>
EEG	Jahr	2009	2012
Inbetriebnahme	Jahr	2011	2012
Fermenter + Nachgärer	m <sup>3</sup>	4.800	4.800
Behälter zur Verweilzeitverlängerung	m <sup>3</sup>		2.900
Gärrestlager	m <sup>3</sup>	8.600	8.600
Eingespeiste Strommenge	kWh <sub>el</sub>	4.048.750	4.048.750
<b>Investition (ohne Umlaufvermögen)</b>	<b>€</b>	<b>2.315.000</b>	<b>2.555.000</b>
<b>Leistung</b>	<b>€ / Jahr</b>	<b>792.114</b>	<b>782.904</b>
<b>Kosten</b>	<b>€ / Jahr</b>	<b>678.207</b>	<b>702.207</b>
- darunter Kapitalkosten (AfA, Zinsen)	€ / Jahr	218.701	236.701
- darunter Substratkosten	€ / Jahr	266.369	266.369
- darunter alle anderen Kosten (incl. Lohn)	€ / Jahr	193.138	199.138
<b>Gewinn</b>	<b>€ / Jahr</b>	<b>113.907</b>	<b>80.696</b>
<b>Optionen</b>	<b>Einheit</b>	<b>Altanlage</b>	<b>Neuanlage</b>
Verzicht auf zusätzlichen Behälter	€ / Jahr		24.000
10% Substrateinsparung wg. 2-Stufigkeit	€ / Jahr	26.637	26.637
Verdrängung von 750 t Silomais à 33,70 € / t	€ / Jahr	25.275	25.275
Wärmenutzung (350.000 kWh, 5 Ct / kWh)	€ / Jahr	17.500	17.500
KWK - Bonus (Stromkennzahl = 0,88)	€ / Jahr	9.056	
<b>Gewinnpotential</b>	<b>€ / Jahr</b>	<b>192.375</b>	<b>174.108</b>

### Kleine Gülleanlagen – wirtschaftlich nur bei kostenlosem Input

Es ist noch kein Boom, aber die Anfragen häufen sich. Einige Hersteller bieten Speziallösungen mit eher kleineren Fermentern an, andere halten sich an die konventionelle Auslegung. Es werden sich in der Praxis wahrscheinlich beide Konzepte durchsetzen. Für einen Vergleich der Wirtschaftlichkeit schauen wir uns folgende Varianten an:

1. die reine Gülleanlage (Rindergülle mit Futterresten und Einstreu) in zwei Bauformen:
  - ein Fermenter ohne Gärrestlager (Baugröße 1.200 bis 1.900 m<sup>3</sup> = 16 bis 21m Durchmesser mit 6 m Höhe, das kleinere Volumen ist u.U. schon ausreichend, das größere Volumen macht die Anlage erweiterbar!)
  - ein Kleinfenster (Baugröße ca. 500 m<sup>3</sup>) plus Gärrestlager gasdicht (Baugröße ca. 1.900 m<sup>3</sup>, nur die Differenzkosten zum offenen Lagerbehälter sind der Biogasanlage zuzurechnen)
2. die 80% Gülle – Anlage (mit Schweinegülle und Silomais)
  - ein Fermenter ohne Gärrestlager (Baugröße 2.300 m<sup>3</sup> = 23m Durchmesser mit 6 m Höhe), weil nur so die 150 Tage Verweilzeit erreicht werden können

Die Investitionskosten sind mit größter Vorsicht zu lesen. Die ersten Hersteller outen sich und es zeigt sich, dass übertriebene Hoffnungen auf geringe Investitionshöhen vergeblich sind. Unsere Beispielanlage wurde fertig gebaut mit einem Tragluftdach mit Gasspeicher auf einem Gülle/Gärrestlager, welches der Betrieb idealerweise erst plant und daher anpassen kann. In diesem Fall belasten wir das Biogaskonto lediglich mit den Differenzkosten zur reinen Güllelagerung. Vorteil gegenüber der „Ein-Fermenteranlage“ also: der Betrieb erhält mehr Lagerraum, im Gärrestlager kann noch Gas gebildet werden und es entstehen weniger Methanemissionen. Die „Ein-Fermenteranlage“ könnte auch mit geringerem Volumen als in der Beispielsplanung

gebaut werden. Sie ist dann nicht erweiterbar für den Fall, dass eine spätere Leistungserhöhung geplant wird. Möglicherweise ist die Anlage dann für um die 450.000,- € zu haben. Bei etwas geringerer Gasausbeute müsste geringfügig mehr Substrat durch die Anlage laufen - kostenmäßig kein Problem, wenn es im Betrieb vorhanden ist. Der Gewinn könnte möglicherweise Richtung 60.000,- € steigen.

Schauen Sie bei Angeboten besonders darauf, was am Ende „Anlagenseitig“ also von Ihnen zusätzlich noch erbracht werden muss. (Tiefbau Anlage, Baugenehmigung, Netzanschluss, usw.).

Die Substratkosten in kleinen Gülleanlagen sind gering, wenn es sich ausschließlich um Gülle und Futterreste handelt (z.B. 25 Ct / m<sup>3</sup> für das Handling). Dies führt zu einem interessanten Gewinn für die reine Gülleanlage. Kommt „kostenpflichtiges“ Substrat hinzu, verschwindet die Wirtschaftlichkeit sofort. Zum einen durch die höheren Baukosten, um 150 Tage Verweilzeit zu erreichen, in der Hauptsache aber, weil dieser Anlagentyp keine Substratkosten trägt.

Übersicht 7: Kleine Gülleanlagen im EEG 2012

Kennzahl	Einheit	Reine Gülleanlagen	80% Gülle
Fermenter	m <sup>3</sup>	500	2.300
Gärrestlager (Kostendifferenz zum Güllelager)	m <sup>3</sup>	1.900	
Eingespeiste Strommenge (7.800 h / Jahr)	kWh <sub>el</sub>	577.688	577.688
Rindergülle + Futterreste (hohe Qualität)	t FS / Jahr	7.200	7.200
Schweinegülle (6% TS)	t FS / Jahr		4.200
Maissilage (33% TS)	t FS / Jahr		1.000
<b>Investition (ohne Umlaufvermögen)</b>	<b>€</b>	<b>650.000</b>	<b>528.000</b>
- darunter Baunebenkosten	€	78.000	66.000
- darunter Gasstrecke	€	412.000	302.000
- darunter BHKW und Netzanbindung	€	160.000	160.000
<b>Leistung</b>	<b>€ / Jahr</b>	<b>144.422</b>	<b>144.422</b>
<b>Kosten</b>	<b>€ / Jahr</b>	<b>101.423</b>	<b>90.630</b>
- darunter Kapitalkosten (AfA, Zinsen)	€ / Jahr	57.583	48.100
- darunter Substratkosten (frei Fermenter)	€ / Jahr	1.800	1.800
- darunter alle anderen Kosten (incl. Lohn)	€ / Jahr	42.040	40.730
<b>Gewinn</b>	<b>€ / Jahr</b>	<b>42.999</b>	<b>53.792</b>

### Fazit

Große Gülleanlagen werden dort errichtet, wo schon bisher alle Voraussetzungen (insbesondere Fläche) gegeben waren und lediglich die Entscheidung noch nicht reif genug war. Aus dem EEG 2012 kann der Vorteil mitgenommen werden, die Anlage nun etwas größer zu errichten (im Rahmen des geänderten Baurechtes bei Gasotomotoren bis knapp 600 kW<sub>el</sub>).

Kleine Gülleanlagen funktionieren am besten mit einer ordentlichen Menge an (kostenlosen!) Futterresten. Sie können unter dieser Voraussetzung interessante Gewinne abwerfen. Große Milchviehbetriebe eher als Schweinehalter sind daher die idealen Nachfrager nach diesen Anlagen. Entscheidend ist die Technik. Abzuwarten bleibt die Antwort der Anlagenhersteller auf die praktischen Herausforderungen und ihre Preisvorstellungen.