



Kleinbiogasanlagen Technik, Prozessstabilität und Wirtschaftlichkeit

Dr. Manfred Dederer, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

13.12.2011 Bad Hersfeld



Dez-11



Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

EEG 2012

Es gibt noch einige Unklarheiten. Klärung i.d.R.
über Clearingstelle.

Alle Ausführungen, Rechenansätze usw. zum EEG
sind deshalb unter Vorbehalt zu betrachten



Vergütungssätze Stromeinspeisung

(in ct / kWh Strom, Dauer: Inbetriebnahmejahr + 20 Jahre)

Leistung	Grundvergütung	Einsatzstoff- vergütungs- klasse I	Einsatzstoff- vergütungs- klasse II	Bioabfall
Bis 75 kW	25 ct/kWh	entfällt		
Bis 150 kW	14,3 ct/kWh	6 ct/kWh	8 ct/kWh	16 ct/kWh
Bis 500 kW	12,3 ct/kWh			
Bis 750 kW	11 ct/kWh	5 ct/kWh	8 ct/kWh, Gülle 6 ct/kWh	14 ct/kWh
Bis 5 MW		4 ct/kWh		
Bis 20 MW	6 ct/kWh	entfällt		

Ausschließlichkeitsprinzip wurde aufgehoben, d.h. gemeinsame Vergärung von Nawaros und Bioabfällen ist möglich (aber: Konsequenzen für das Genehmigungsrecht und die Gärrestverwertung aufgrund der BioabfallVO)



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

3



Sondervergütung bis 75 KW - Voraussetzungen

- Installierte el. Leistung am Standort der Biogaserzeugung: max. 75 KW
- Mind. 80% (massebezogen, im Jahresmittel) Gülle: Gülle vom Rind und Schwein Festmist von Rind, Schwein, Pferd, Schaf und Ziege). *Geflügelmist und Geflügeltrockenkot zählen nicht dazu.*
- Vergütung 25 ct/kWh
- keine Begrenzung von Silomais und Getreide
- Keine weiteren Auflagen an Wärmenutzung



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

4



Vergütungsvoraussetzungen (Gülle, Wärme)

Leistung kW	Mindest Wärme (kWh)	Mindest Gülle (m ³)
50 kW	Keine	3000 = 81 %
75 kW	Keine	4100 = 81%

50 kW- 33 %; 75 kW 35 %; 250kW 36%; 500 kW 38 %; 750 kW 40%; 1400 kW, 40%



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

5



Sondervergütung bis 75 KW - Voraussetzungen

- Nachweis: Kopie des Betriebstagebuch (kein Gutachten erforderlich).
- Stromerzeugung am Standort der Biogaserzeugung
- Neue Gärrestlager gasdicht und 150 Tage Verweilzeit im gasdichten System
Ausnahme: wenn ausschließlich Gülle im Sinne des Düngemittelgesetzes (Gülle inkl. Futterreste, die im Stall anfallen, mit max. 15% TS-Gehalt) der Anlage zugeführt wird
- zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

6

LSZ

		elektr. Leistung	74,7 kW		
		Laufzeit	8000 h		
		elektr. Wirkungsgrad	35,0% Strommenge		
			Gesamtenergie		
	Ertrag	Anteil energetisch	Energie	Anteil Masse	Menge (t)
Silomais	50	44%	758621	13%	720
GPS	36	0%	0	0%	0
Rinderfestmis	99	13%	221264	8%	420
Gras	26	0%	0	0%	0
Pferdemist	10	0%	0	0%	0
Gülle Rinder	20	43%	726614	79%	4300
Summe		100,0%	1706499	100%	5440

Energie aus Gülle

Energie aus Biomasse

Dez-11 Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg 7

LSZ

Konzept 75 kW - Anlage

Vorhandene Lagerbehälter sind abdeckbar und ausreichend groß
 Neuer Fermenter nötig
 150 Tage gasdichte Verweilzeit

Vorhandene Lagerbehälter sind nicht abdeckbar oder ausreichend groß
 Neuer Fermenter und neues gasdichtes Lager nötig
 150 Tage gasdichte Verweilzeit

Dez-11 Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg 8



Anlagenkonzeption

Verweilzeit > 80 Tage beim Einsatz von NAWARO
Verweilzeit > 35 Tage beim Einsatz von nur Gülle

Raumbelastung < 4 kg o TS / m³ und Tag

Mehrere Fermenter in Reihe und / oder gasdichte Endlager

Mehrmals täglich kleine Mengen einbringen

gleichmäßiges Einmischen des eingebrachten Materials und Vermischen

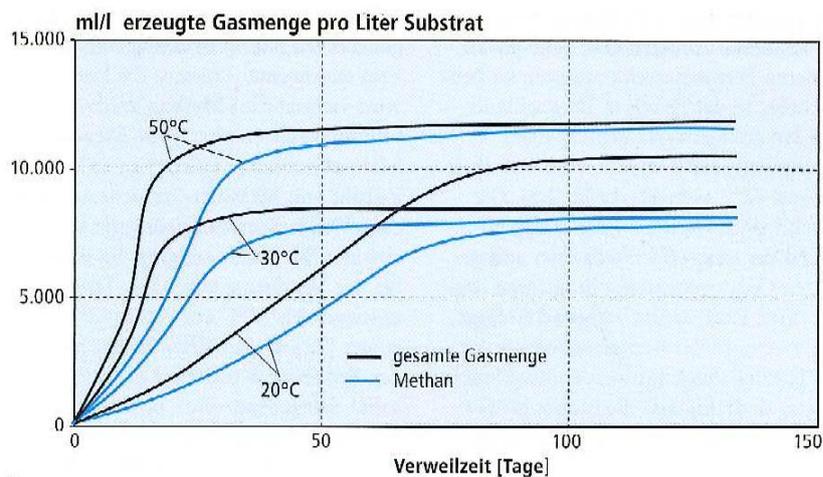
Vermeidung von Schwimmdecken bzw. Sinkschichten



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

9



2.7

Einfluss der Faultemperatur und der Verweilzeit auf Menge und Zusammensetzung des erzeugten Gases (aus [2]).

Schulz 2007



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

10

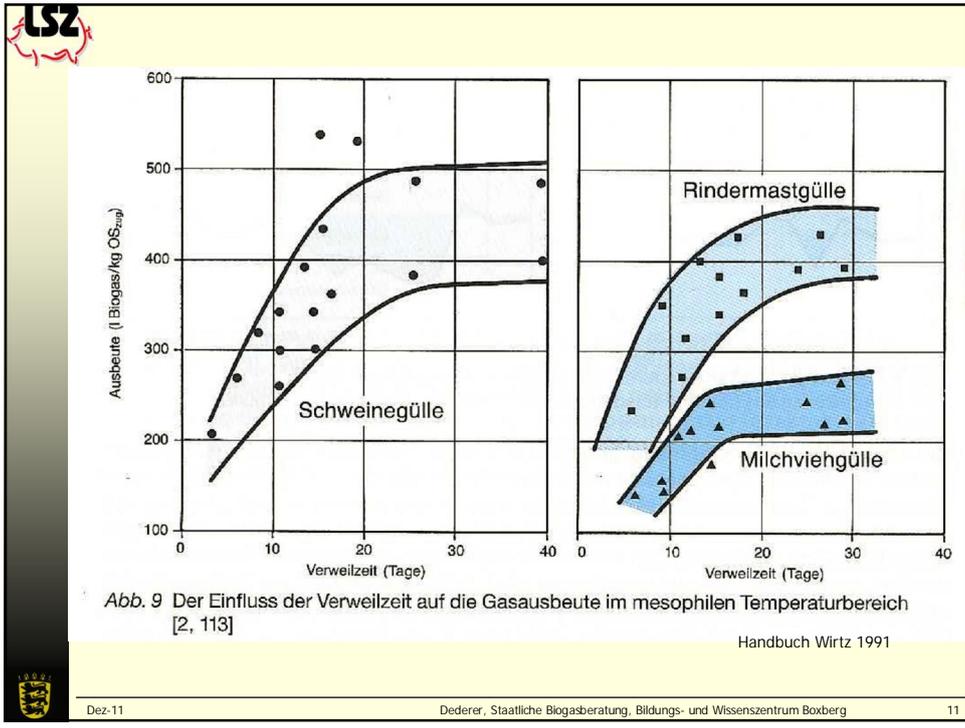
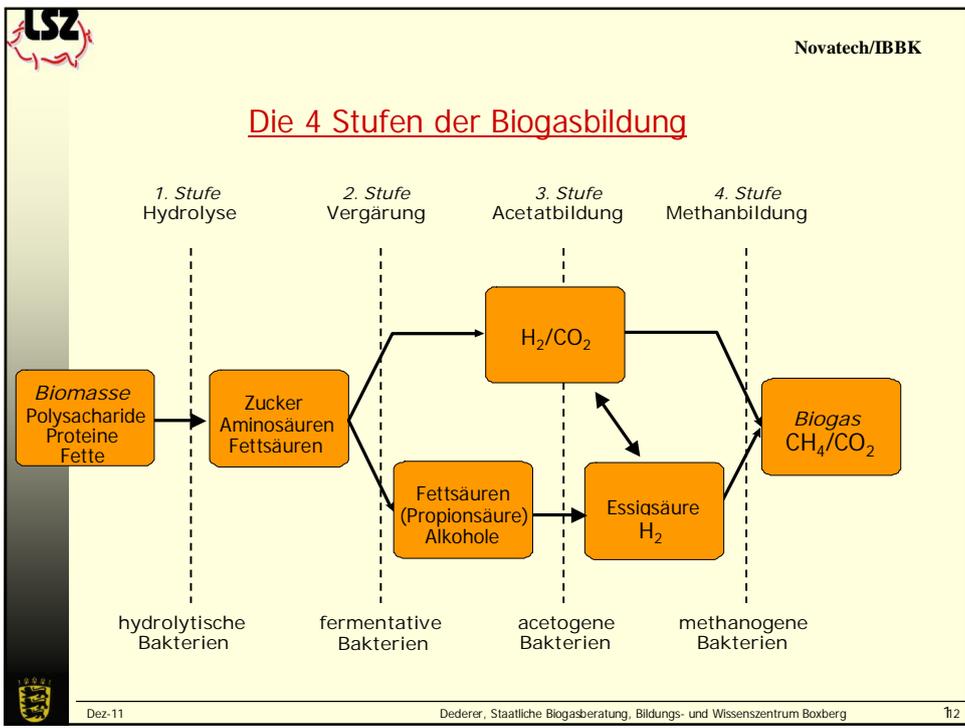


Abb. 9 Der Einfluss der Verweilzeit auf die Gasausbeute im mesophilen Temperaturbereich [2, 113]

Handbuch Wirtz 1991



Novatech/IBBK

LSZ

Einbringtechnik für Biomasse



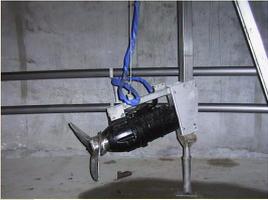
Über den **Feststoffeintrag** wird die tägliche Biomasse (Silomais, Getreide, Grassilage,...) alle 30 min in den Fermenter eingebracht



Dez-11 Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg 13

LSZ

Heiz- und Rührtechnik



Mit dem **Rührwerk**, wird die Biomasse durchmisch, um

- Sink- u. Schwimmschichten zu zerstören
- Entstehende Gasblasen schneller entweichen zu lassen
- die Bakterien mit dem Futter (Frischsubstrat) zu vermischen
- das Substrat gleichmäßige zu erwärmen
- das Substrat zu homogenisieren



Durch die **Heizrohre** wird die Biomasse auf die für die Gärung nötige Temperatur (ca. 38 - 40°C) erwärmt.

Dez-11 Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg 14

Heiz- und Rührtechnik



Form der Biogasverwertung

Stromerzeugung ohne Kraft-Wärme-Kopplung mit Kraft-Wärme-Kopplung

(Abwärme wird als Prozess- und Heizenergie verwendet)



Mit dem **BHKW** (**B**lock**h**eiz**k**raft**w**erk) wird aus Biogas (Methan) Strom und Wärme erzeugt.



Lager für Biomasse



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

17



Routine - Anlagenbetrieb

Allgemeine Wartung

Wartungsarbeiten an Pumpen, Rührwerken ...

BHKW – Wartung

Öl- und Filterwechsel, Einspritzdüsenwechsel

Reinigungsarbeiten

Wartung gemäß Wartungsplan des Herstellers



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

18



Controlling, Fortbildung, Schulung

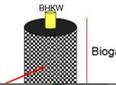
Eingespeiste Substratmengen
 Fermenter Temperatur
 BHKW-Laufzeiten
 Produzierte Strom- und Wärmemenge
 Verbrauchte Gasmengen
 Verbrauchte Zündölmengen
 Gasqualität
 Laufzeiten Rührwerk
 Gastemperatur
 pH -Wert
 Fos / Tac – Wert (wöc
 Gärsäureanalysen

Gasaufbereitung:

Nachgeschalteter Gaswäscher (Bio-Sulfex) vom ATZ zu Entschwefelung:



Aktivkohlefilter („Polizeifilter“) zur Entschwefelung:



=> Entwässerung des Biogases im Kondensatabscheider

- Abkühlung des Biogases in der Gasleitung (Boden)
- => Kondensation des Wassers
- Aktive Gaskühlung vor dem BHKW

=> Gas wird durch Kältemaschine auf ca. 7 °C abgekühlt und im Gegenstrom durch das warme Rohgas wieder erwärmt.



Kombination aus Aktivkohle und aktiver Gaskühlung (Fa. Schnell)

Dez-11

is- und Wissenszentrum Boxberg

19

Wirtschaftlichkeit

Wichtigster Faktor

Die Biogas-Anlage muss an die betriebliche Situation angepasst sein!



Elektrische Leistung aus Rinder- / Schweinegülle

Gülle	Rinder GV (20m ³ / GV)	Rinder (10% TS)	Schweine GV (15m ³ / GV)	Schweine (6% TS)
2.500 m ³	125	17 KW	170	12 KW
4.000 m ³	200	28 KW	270	20 KW
6.000 m ³	300	42 KW	400	30 KW
7.150 m ³	360	50 KW	480	35 KW
8.000 m ³	400	56 KW	530	40 KW
10.150 m ³	510	72 KW	680	50 KW
14.370 m ³	-	-	960	75 KW

Elektr. Wirkungsgrad 33 % / 8000 h Vollastlaufzeit

Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

21



Substratbedarf für Gülleanlagen (50 kW, 75 kW) nach EEG 2012

Wirkungsgrad	Leistung	Tierart	Gülle 100 % t /Jahr	Gülle 81% t /Jahr	Getreide 19 % t /Jahr
33 %	50kW	Rinder	7.170	1.340	310
		Schweine	10.150	1.400	329
35 %	75 kW	Rinder	10.150	1.900	438
		Schweine	14.370	2.000	464

Gasausbeute nach Standardwerten EEG
8000 Vollaststunden

Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

22



Substratbedarf für Gülleanlagen (50 kW / 75 kW) nach EEG 2012

Leistung	Tierart	Gülle 100 % t /Jahr	Gülle 81% t /Jahr	Silomais 19 % t /Jahr
50 KW	Rinder	7.170	2.900	685
	Schweine	10.150	3.350	770
75 KW	Rinder	10.150	4.160	960
	Schweine	14.370	4.700	1.095

Gasausbeute nach Standardwerten EEG / 8000 Vollaststunden / Gasmotor
el. Wirkungsgrad: 33% bei 50 KW, 35% bei 75 KW



Methanausbeute von Gülle

TS-Gehalt	Schweine	Milchvieh
4 %	9 m ³	-
6 %	14 m ³	11 m ³
8%	18 m ³	14 m ³
10%	-	18 m ³
Festmist	60 m ³	55 m ³

Die Methanausbeute ist abhängig vom TS-Gehalt, der Fütterung und dem Leistungsniveau der Herde, der Menge an Futterreste und den Haltungsbedingungen (Stallklima, Einstreu, ...)
→ ggf. Analyse durchführen



Ersatz von Gülle durch

1 t Rinderfestmist	3 t Rindergülle
1 t Mais	6,2 t Rindergülle
1 t CCM	14,2 t R-Gülle
1 t Getreide	18,8 t R-Gülle

1 t Schweinefestmist	3,75 t S-Gülle
1 t Mais	8,8 t S-Gülle
1 t CCM	20,2 t S-Gülle
1 t Getreide	26,6 t S-Gülle

Berechnungsgrundlagen

- Abschreibung: Bauteile 5%, Technik 10 %, BHKW 12,5 %
- Zinsansatz: 4,5 % des durchschnittlich gebundenen Kapital
- Versicherung: 0,5% der Investition
- Wartung und Unterhalt: Bauteile 1 % , Technik ohne BHKW 5%, BHKW 1,2 ct/kWh erzeugtem Strom.
- Eigenstrom: 7,5 % vom erzeugten Strom
- Buchführung und Beratung: 3.000 €
- Biomassepreis: 35 € / t FM
- Gülle steht kostenfrei zur Verfügung

• Eine Wärmenutzung ist nicht berücksichtigt



Berechnungsgrundlagen Rindergülle:

	15 KW		30 KW	
	Gülle		Gülle	
Gülle (10%TS)	2.500 m ³		4.740 m ³	
GV (20m ³ /GV)	125		240	
Biomasse				
Fläche (Mais, 50t/ha)				
Investition	180.000 €		300.000 €	
Invest / KW	12.000 € / KW		10.000 € / KW	
Arbeitszeit- bedarf / Jahr	300 h		300 h	

Gasausbeute nach Standardwerten EEG / 8000 Vollaststunden / Gasmotor

el. Wirkungsgrad: 28% bei 15 KW, 30% bei 30 KW

Nur Gülle, kein Festmist



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

27



Rindergülle 10%	15KW		30 KW	
	Gülle		Gülle	
Investition	180.000 €		300.000 €	
Stromproduktion	120.000 kWh		240.300 kWh	
Stromerlös	29.500 €		60.000 €	
Kosten				
Biomasse				
Gesamtkosten	23.500 €		37.800 €	
Gewinn	6.000 €		22.200 €	
Arbeitszeit	4.000 €		6.000 €	
Betriebszweigergebnis	2.000 €		16.200 €	



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

28



Berechnungsgrundlagen Schweinegülle:

	15 KW		30 KW	
	Gülle		Gülle	
Gülle (6% TS)	3.600 m ³		6.700 m ³	
GV (15m ³ /GV)	240		450	
Biomasse				
Fläche (Mais, 50t/ha)				
Investition	180.000 €		300.000 €	
Invest / KW	12.000 € / KW		10.000 € / KW	
Arbeitszeit- bedarf / Jahr	300 h		300 h	

Gasausbeute nach Standardwerten EEG / 8000 Vollaststunden / Gasmotor

el. Wirkungsgrad: 28% bei 15 KW, 30% bei 30 KW

Nur Gülle, kein Festmist



Schweinegülle 6 %	15KW		30 KW	
	Gülle		Gülle	
Investition	180.000 €		300.000 €	
Stromproduktion	120.000 kWh		240.300 kWh	
Stromerlös	29.500 €		60.000 €	
Kosten				
Biomasse				
Gesamtkosten	23.500 €		37.800 €	
Gewinn	6.000 €		22.200 €	
Arbeitszeit	4.000 €		6.000 €	
Betriebszweigergebnis	2.000 €		16.200 €	





Berechnungsgrundlagen Rindergülle:

	50 KW		75 KW	
	Gülle	Gülle + Biomasse	Gülle	Gülle + Biomasse
Gülle (10%TS)	7.170m ³	2.900m ³	10.150m ³	4.160m ³
GV (20m ³ /GV)	360	145	510	210
Biomasse		690t		960t
Fläche (Mais, 50t/ha)		14 ha		19 ha
Investition	360.000 €	450.000 €	420.000 €	530.000 €
Invest / KW	7.200 € / KW	9.000 € / KW	5.600 € / KW	7.100 € / KW
Arbeitszeitbedarf / Jahr	300 h	500 h	300 h	600 h

Gasausbeute nach Standardwerten EEG / 8000 Vollaststunden / Gasmotor

el. Wirkungsgrad: 33% bei 50 KW, 35% bei 75 KW

Nur Gülle, kein Festmist



Wirtschaftlichkeit im Betrieb mit Rinderhaltung

Rindergülle 10%	50 KW		75 KW	
	Gülle	Gülle + Biomasse	Gülle	Gülle + Biomasse
Investition	360.000 €	450.000 €	420.000 €	530.000 €
Stromproduktion	400.000 kWh	400.000 kWh	600.000 kWh	600.000 kWh
Stromerlös	100.000 €	100.000 €	150.000 €	150.000 €
Kosten				
Biomasse		24.000 €		33.900 €
Gesamtkosten	52.450 €	87.000 €	63.150 €	110.200 €
Gewinn	47.550 €	13.000 €	86.850 €	39.800 €
Arbeitszeit	6.000 €	10.000 €	4.500 €	12.000 €
Betriebszweigergebnis	41.550 €	3.000 €	82.350 €	27.800 €





Einflussfaktoren (für 75 KW-Beispiel)

Faktor	Veränderung um	Gewinnänderung
el. Wirkungsgrad	1% - Punkt	+ / - 4.300 €
Substratkosten	10%	+ / - 3.500 €
Gasausbeute	5%	+ / - 7.500 €
Jährl. Laufzeit	5%	+ / - 5.800 €
Baukosten (ohne BHKW)	10%	+ / - 4.400 €
Eigenstrom	1% - Punkt	+ / - 1.000 €
Kosten Gülle	2 € / t	- 8.300 €



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

33



Berechnungsgrundlagen Schweinegülle:

	50 KW		75 KW	
	Gülle	Gülle + Biomasse	Gülle	Gülle + Biomasse
Gülle (6% TS)	10.150m ³	3.350m ³	14.370m ³	4.700m ³
GV (15m ³ /GV)	680	225	960	315
Biomasse		770t		1.100t
Fläche (Mais, 50t/ha)		16 ha		22 ha
Investition	360.000 €		420.000 €	530.000 €
Invest / KW	7.200 € / KW	9.000 € / KW	5.600 € / KW	7.100 € / KW
Arbeitszeitbedarf / Jahr	300 h	500 h	300 h	600 h

Gasausbeute nach Standardwerten EEG / 8000 Vollaststunden / Gasmotor

el. Wirkungsgrad: 33% bei 50 KW, 35% bei 75 KW

Nur Gülle, kein Festmist



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

34



Wirtschaftlichkeit im Betrieb mit Schweinehaltung

Schweinegülle 6%	50 KW		75 KW	
	Gülle	Gülle + Biomasse	Gülle	Gülle + Biomasse
Investition	360.000 €	450.000 €	420.000 €	530.000 €
Stromproduktion	400.000 kWh	400.000 kWh	600.000 kWh	600.000 kWh
Stromerlös	100.000 €	100.000 €	150.000 €	150.000 €
Kosten				
Biomasse		27.200 €		38.350 €
Gesamtkosten	52.450 €	90.200 €	63.150 €	114.650 €
Gewinn	47.550 €	9.800 €	86.850 €	35.350 €
Arbeitszeit	6.000 €	10.000 €	4.500 €	12.000 €
Betriebszweigergebnis	41.550 €	-200 €	82.350 €	23.350 €



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

35



Was tun, wenn weniger Gülle vorhanden ist?

- ✓ Zündstrahl-BHKW
- ✓ Festmist vom eigenen oder nahegelegenen Betrieben
- ✓ Größere Anlage prüfen oder Biogas scheidet als wirtschaftliche Alternative aus



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

36



Was tun, wenn weniger Gülle vorhanden ist?

- ? Einsatz von Getreide / CCM
 - bei aktuellen Preisen zu teuer
- ? Gülleaufnahme, bzw. gemeinsame Anlage
 - aufgrund Transportkosten oft uninteressant. Macht m.E. nur Sinn, wenn Gülle gepumpt werden kann
- ? Einsatz von energiereichen Reststoffen
 - Genehmigungsrecht / BimSchG / BioabfallVO beachten

Aufnahme Gülle / Festmist: Veterinärrechtliche Auflagen beachten!



Wärmenutzung

- Bei reinen Gülleanlagen i.d.R während der Wintermonate kein Wärmeüberschuss. Bei geringen TS-Gehalten sogar ggf. zu wenig Wärme für die Fermenterheizung
 - gute Wärmedämmung der Behälter, ggf. Wärmetauscher
- Bei Mitvergärung von fester Biomasse verbessert sich die Wärmebilanz
 - Beheizung von Wohnhaus und ggf. Stallungen denkbar





Ideale Voraussetzungen für Kleinanlagen bis 75 KW

- Mehr als 4.000m³ Gülle, ein Teil als Festmist
- Ausreichend Güllelager
- Keine Güllekeller
- Gülleanfall an zentraler Stelle
- großes Güllelager vorhanden, das gasdicht abgedeckt werden kann
- Auf Silagewirtschaft ausgerichtet (Rinderhaltung)
- Günstige Erweiterung der Fahrtilos möglich
- Trafo bereits vorhanden (PV)
- 15 – 25 ha Fläche verfügbar
- Geeigneter Standort
- Wärmebedarf im Wohnhaus und / oder Stall
- Jeder Betrieb muss individuell betrachtet werden, da unterschiedliche Voraussetzungen vorhanden sind



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

39



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Südwürttemberg und Südbaden

Jörg Messner, LAZBW Aulendorf
88 326 Aulendorf Atzenberger Weg 99
Tel. 07525/942-357
(333 Fax)
E-mail: Joerg.Messner@lazbw.bwl.de

Universität Hohenheim
70599 Stuttgart
Dr. Hans Oechsner
Tel 0711/459/22684 Fax 22519
E-mail: oechsner@uni-hohenheim.de

Nordwürttemberg und Nordbaden

Dr. Manfred Dederer,
Bildungs-u. Wissenszentrum Boxberg
71640 Ludwigsburg Auf dem Wasen 9
Tel. 07141/144/4949
(4995 Fax)
E-mail: Manfred.Dederer@lsz.bwl.de



Dez-11

Dederer, Staatliche Biogasberatung, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg

40