

Die Biogasanlage Funktionsweise – Technik - Kosten

**Biogaserzeugung im
Öko - Landbau**

**Dr. Manfred Dederer
LSZ Fochheim**

Grundlagen

EEG

Planungsgrößen

Anlagentechnik

Kosten

Zusammenfassung

Südwürttemberg und Südbaden

Nordwürttemberg und Nordbaden

BADEN-
WÜRTTEMBERG

Jörg Messner, LVVG Aulendorf

88 326 Aulendorf Atzenberger Weg 9971640 Ludwigsburg Auf dem Wasen 9

Tel. 07525/942-357

(370 Fax)

E-mail: Joerg.Messner@lvvg.bwl.de

Dr. Manfred Dederer, LSZ Forchheim

9971640 Ludwigsburg Auf dem Wasen 9

Tel. 07141/144/4900 Zentrale

(4949 Durchwahl) (4995 Fax)

E-mail: Manfred.Dederer@lsz.bwl.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Universität Hohenheim

70599 Stuttgart

Dr. Hans Oechsner

Tel 0711/459/2684 Fax 2519

E-mail: oechsner@uni-hohenheim.de

Staatliche Biogasberatung

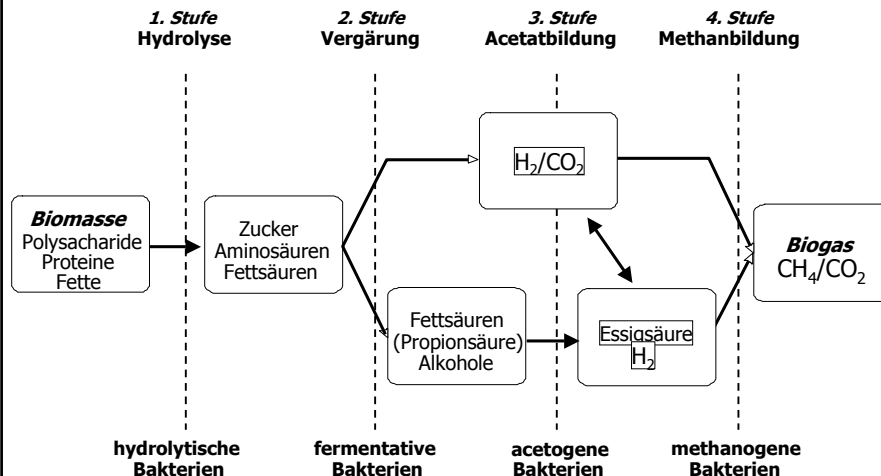
Biogas-Grundlagen

Biogas ist ein brennbares Mischgas
 Biogas ist ähnlich wie Erdgas
 Biogas kann wie Erdgas verwendet werden

Die chemische Zusammensetzung von Biogas:

50 bis 70% Methan (CH_4)
 30 bis 50% Kohlendioxid (CO_2)
 in Spuren Schwefelwasserstoff (H_2S)
 Ammoniak (NH_3)
 Wasserstoff (H)
 Stickstoff (N)
 Kohlenmonoxid (CO)

Die 4 Stufen der Biogasbildung



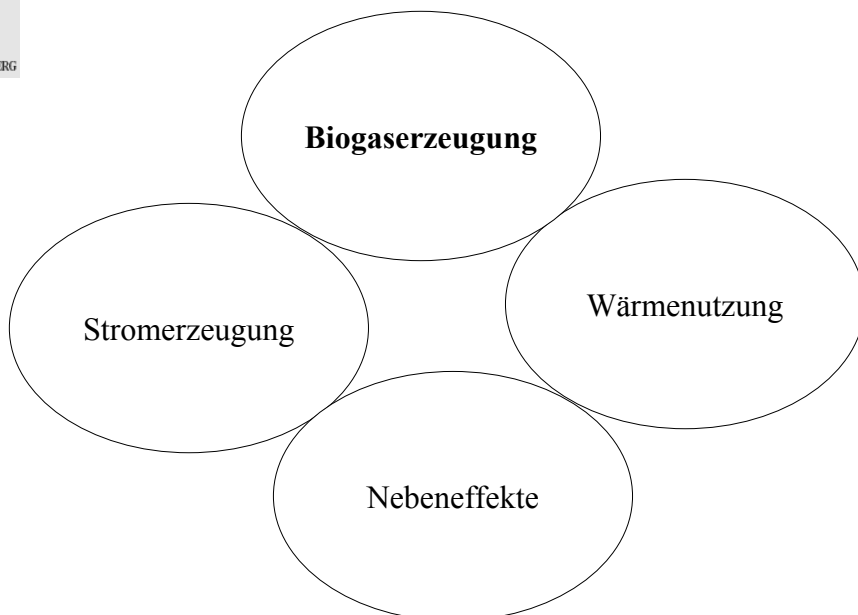
Temperaturbereiche

BADEN-
WÜRTTEMBERG

15- 30°C	psychrophiler Bereich geringe Heizenergie relativ lange Prozessdauer große Gäräume notwendig
30- 45°C	mesophiler Bereich Standardverfahren
45- 55°C	thermophiler Bereich viel Heizenergie notwendig relativ kurze Prozessdauer kleine Gäräume notwendig

Staatliche Biogasberatung

BADEN-
WÜRTTEMBERG



Staatliche Biogasberatung

Ökologische Aspekte

Biogas ist eine speicherbare, **regenerative Energiequelle**
(Schonung fossiler Energieträger)

Biogas verbessert die **Pflanzenverfügbarkeit** der Gülle-
Nährstoffe (Verringerte Nitrat-Auswaschung)

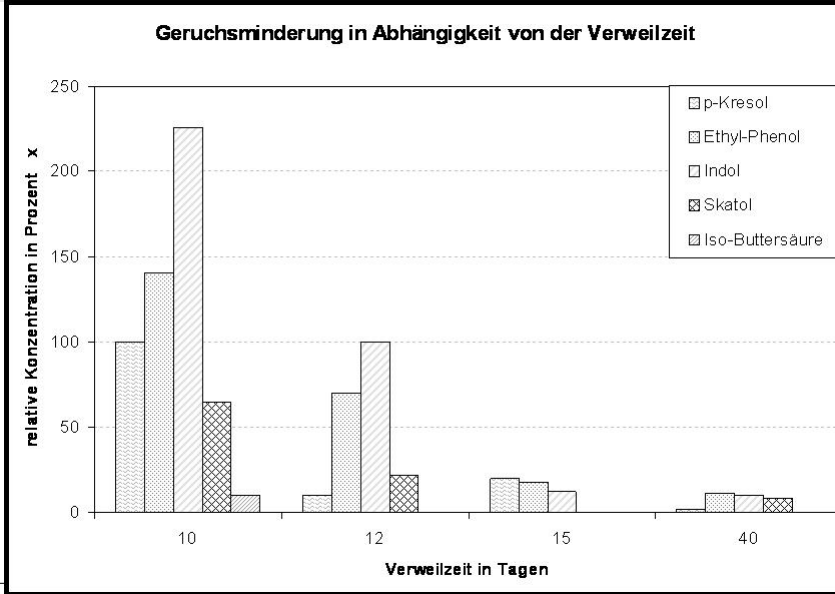
Biogasgülle hat eine **geringere Ätzwirkung**
(Kopfdüngung ist möglich)

Reduzierung der Geruchsintensität

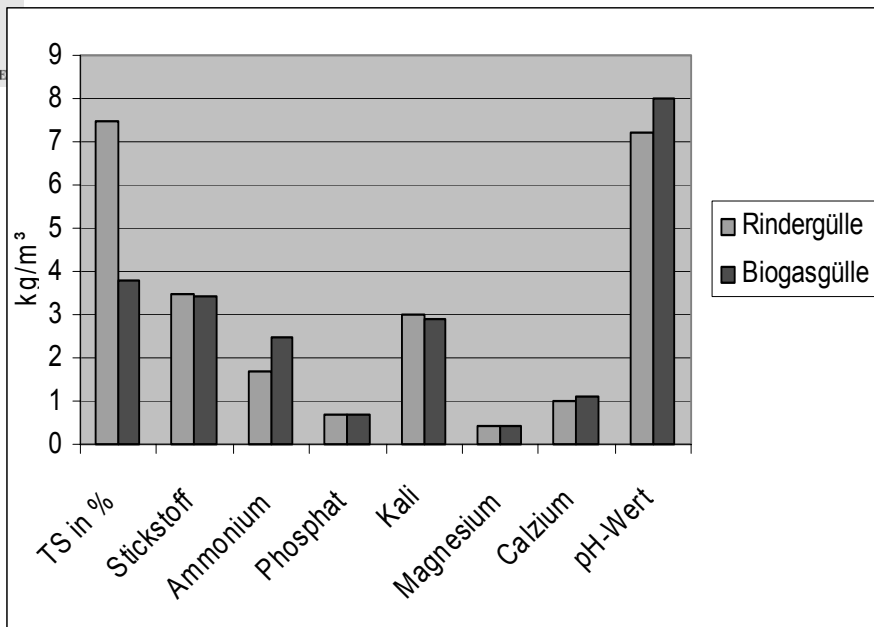
Ökologische Aspekte

Im Biogasprozess werden **Krankheitskeime** und
Unkrautsamen abgebaut

Biogas verbessert die physikalischen **Güleeigenschaften**
wie Fließfähigkeit und Homogenität



Staatliche Biogasberatung



Staatliche Biogasberatung

Biogasverfahren

Nassverfahren
8 – 10 % Trockensubstanz

- **Kontinuierlicher Betrieb**
- **Feste/ flüssige Substanz**
- **Guter Stoff und Energieaustausch**
- **Gute Substratverwertung**

Trockenverfahren
Trockensubstanz > 25 (30) %

- **Diskontinuierlicher Betrieb**
- **Nur stapelbare Substrate**
- **Keine Durchmischung**
- **Kleine Fermentervolumen**

Staatliche Biogasberatung

Nassverfahren

Güllebetrieb

nachwachsende Rohstoffe plus Gülle

nachwachsende Rohstoffe ohne Gülle

Staatliche Biogasberatung

Anforderung an Dokumentation

Trockensubstanz der Biomasse
Erntemenge richtig einschätzen
Tägliche Futtermenge
Tägliche Gasmenge ermitteln
Gaszusammensetzung (Methan) ermitteln
BHKW- Laufzeit
Produzierte Strommenge
Gärsäureanalysen
pH-Wert
Temperatur

**Aus diesen Daten lassen sich Rückschlüsse auf
Gärstabilität und Wirtschaftlichkeit der Anlage ziehen**

Staatliche Biogasberatung

Planung

- **Erntemenge realistische einschätzen**
- **Elektrische Leistung errechnen**
(Laufzeit/ Wirkungsgrad)
- **Standort festlegen**
(Erweiterbarkeit, Wärmenutzung, Gaseinspeisung)
- **Behälter und Lagerräume nicht zu knapp dimensionieren**
- **Genügend Zeit für Information einplanen**

Staatliche Biogasberatung

Größe Fermenter, Verweilzeit, Faulraumbelastung

Kenngröße Faulraumbelastung

$$\text{Faulraumbelastung} = \frac{\text{Organische TS / Tag}}{\text{Arbeitsvolumen}} \left(\frac{\text{kg oTS}}{\text{m}^3 \text{ u. Tag}} \right)$$

Zielgröße 2 bis 4 kg oTS / m³ Faulraum und Tag

Theoretische Verweilzeit 60 bis 100 Tage

=> ergibt Fermentervolumen

Staatliche Biogasberatung

EEG-Novelle – Vergütung (§ 8)

Alt-Anlage: Inbetriebnahme bis 31.12.2003

Neu-Anlage: Inbetriebnahme ab dem 01.01.2004

Vergütungszeitraum: 20 Jahre

Grundvergütungsstruktur

Nur für Neu-Anlagen
Neue Schwelle bei 150 kW
Vergütungszeitraum 20 Jahre
Ab 2005: jährlich 1,5% Degression

KWK-Bonus

Nur für Neu-Anlagen
Bonus von 2 Ct / kWh
unterliegt nicht der Degression

Tatsächliche Nutzung von Wärme

NawaRo-Bonus

Für Alt- und Neu-Anlagen
Bis 500 kW = 6 Ct / kWh
Bis 5 MW = 4 Ct / kWh
unterliegt nicht der Degression

Technologie-Bonus

Nur für Neu-Anlagen
Nur in Verbindung mit KWK-Bonus
Bonus von 2 Ct / kWh
unterliegt nicht der Degression
Brennstoffzelle, Trockenfermentation

Quelle: Fachverband Biogas e.V.

Staatliche Biogasberatung

Berechnung der Vergütung in Abhängigkeit der Leistung 2007					
BADEN- WÜRTTEMBERG	Gesamt- leistung (kW)	Grund Vergütung ct / kWh	Vergütung ohne NawaRo ct / kWh	NawaRo Bonus ct /kWh	Vegütung mit NawaRo ct / kWh
	Bis 150 kW-Leistung				
	150	10,99	10,99	6	16,99
über 150 kW bis 500 kW-Leistung					
	180	9,46	10,74	6	16,74
	200	9,46	10,61	6	16,61
	250	9,46	10,38	6	16,38
	300	9,46	10,23	6	16,23
	400	9,46	10,03	6	16,03
	500	9,46	9,92	6	15,92
über 500 kW-Leistung					
	700	8,51	9,52	4	14,94
	1000	8,51	9,21	4	14,21

Staatliche Biogasberatung

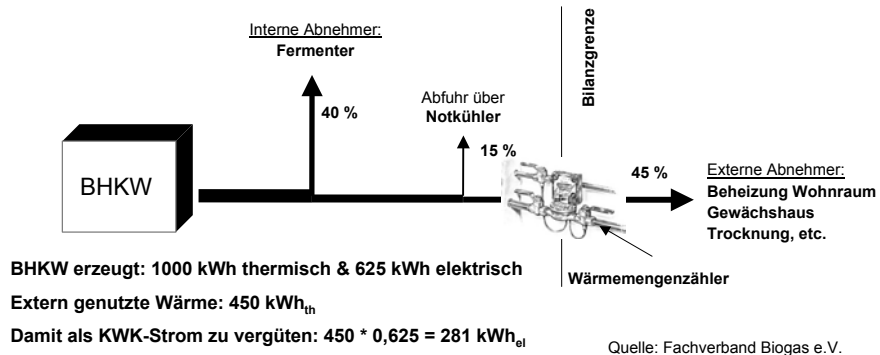
BADEN- WÜRTTEMBERG	EEG-Novelle - NawaRo-Bonus (§ 8 Abs. 2)	
	Vorraussetzungen für Anspruch auf NawaRo-Bonus:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. ausschließlicher Einsatz von Substraten aus folgenden 3 Stoffgruppen: <ol style="list-style-type: none"> a) Pflanzen und Pflanzenbestandteilen, die in landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Betrieben oder im Rahmen der Landschaftspflege anfallen und die keiner weiteren als der zur Ernte, Konservierung oder Nutzung in der Biomasseanlage erfolgten Aufbereitung oder Veränderung unterzogen wurden b) Gülle im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 c) Schlempen aus landwirtschaftlichen Brennereinen 2. Vorliegen einer ausschließlich auf die 3 Stoffgruppen lautenden öffentlich-rechtlichen Genehmigung oder Führen eines Einsatzstofftagebuchs 3. Auf demselben Betriebsgelände darf keine Biomasseanlage betrieben werden, in der Strom aus sonstigen Stoffen gewonnen wird 		
Sobald eine der drei Vorraussetzungen nicht (mehr) erfüllt ist, erlischt der Anspruch auf den NawaRo-Bonus endgültig!		

Staatliche Biogasberatung

EEG-Novelle – KWK-Bonus (§ 8 Abs. 3)

Hersteller-
nachweis

Thermischer Wirkungsgrad: 56 %
Elektrischer Wirkungsgrad: 35%
Stromkennzahl: 0,625



Staatliche Biogasberatung

EEG-Novelle – Technologie-Bonus (§ 8 Abs. 4)

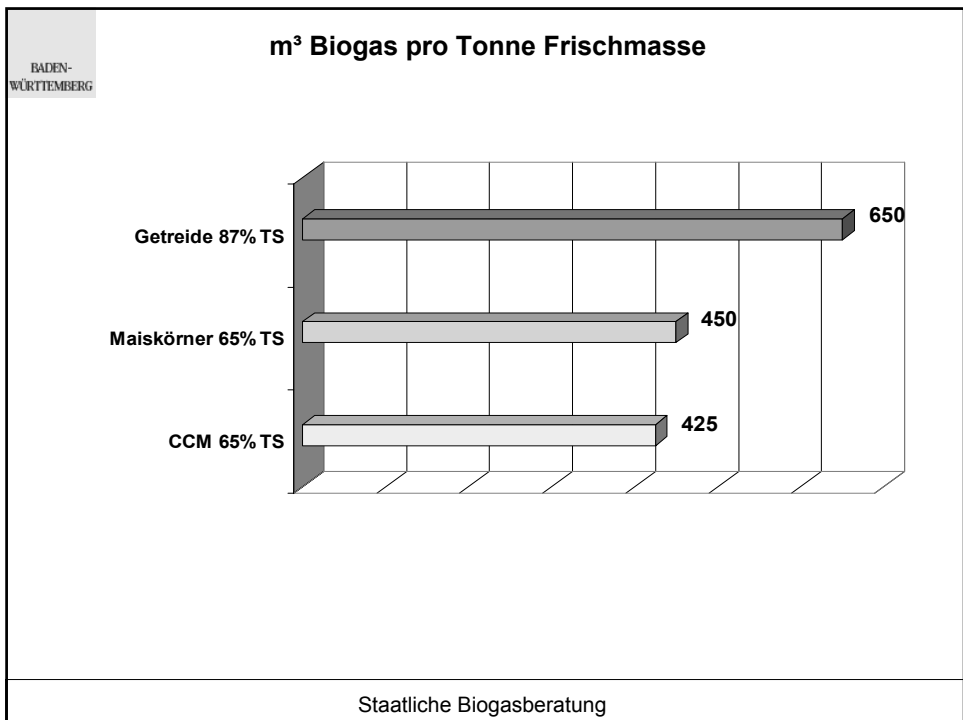
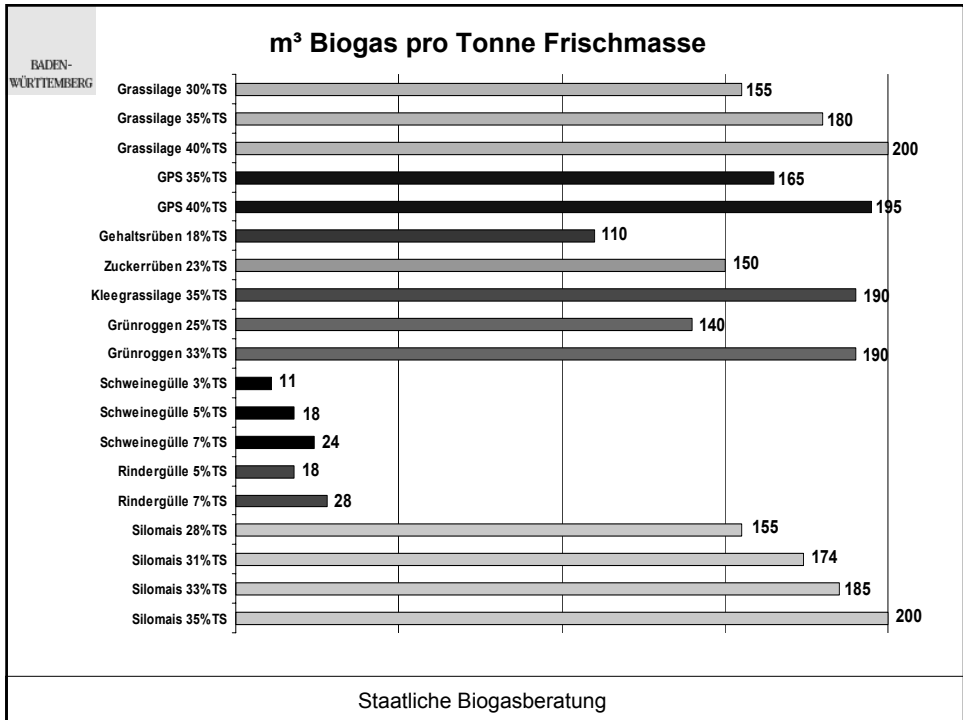
Voraussetzungen für Anspruch auf Technologie-Bonus

- 1) Biogasanlage
- 2) Kraft-Wärme-Kopplung
- 3) „Innovation“
 1. Variante: besondere Behandlung der Biomasse (thermische Vergasung oder Trockenfermentation)
 2. Variante: besondere Qualität des erzeugten Gases (Erdgasqualität)
 3. Variante: besondere Maschine zur Stromerzeugung (Brennstoffzelle, Dampfturbinen, Organic Racine-Anlagen, Kalina-Cycle-Anlagen und Sterlingmotoren)

Staatliche Biogasberatung

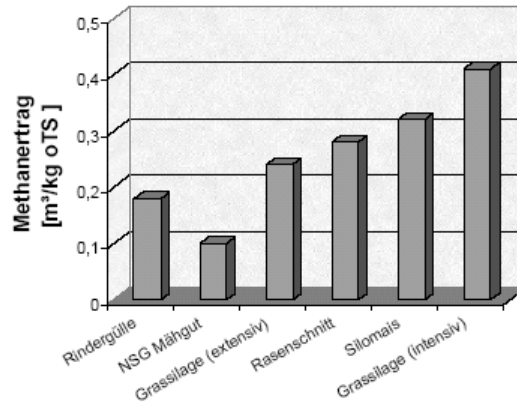
EEG-Novelle – NawaRo-Bonus (§ 8 Abs. 2)	
Positivliste	Negativliste
Gülle im Sinne der (EG) Nr. 1774/2002	
Kot und/oder Harn einschließlich Einstreu von <u>Nutztieren</u>, vom eigenen landwirtschaftlichen Betrieb oder von anderen landwirtschaftlichen werden. <u>Nutztiere sind dementsprechend:</u> Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen, Geflügel, ...	Kot und/oder Harn einschließlich Einstreu von <u>Heimtieren</u>. <u>Heimtiere sind dementsprechend:</u> Pferde, Zoo- und Zirkustiere, ...
Schlempe aus landwirtschaftlichen Brennereien	
Schlempe aus einer <u>landwirtschaftlichen Brennerei</u> , für die nach §25 des Gesetzes über das Branntweinmonopol keine anderweitige Verwertungspflicht besteht. <u>Landwirtschaftliche Brennereien können als Einzelbrennerei oder als Gemeinschaftsbrennerei betrieben werden.</u>	Schlempe aus nicht landwirtschaftlichen Brennereien und Bioethanolfabriken.
Staatliche Biogasberatung	

EEG-Novelle – NawaRo-Bonus (§ 8 Abs. 2)	
Positivliste	Negativliste
Pflanzen oder Pflanzenbestandteile, die in landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Betrieben anfallen	
<u>Ganzpflanzen:</u> Aufwuchs von Wiesen und Weiden, Ackerfutterpflanzen einschließlich als Ganzpflanzen geerntete Getreide, Ölsaaten oder Leguminosen, nicht aufbereitete Gemüse, Heil- und Gewürzpflanzen, Schnittblumen, ...	<u>Ganzpflanzen,</u> Gemüse, Heil- und Gewürzpflanzen, Schnittblumen, die zur weiteren Vermarktung getrocknet wurden, aussortierte Kartoffeln
Pflanzenbestandteile, Körner, Samen, Corn-Cob Mix , Knollen, Rüben, Obst, Gemüse, Kartoffelkraut, Rübenblätter, Stroh,	<u>Pflanzenbestandteile,</u> Getreideabputz, Rübenkleinteile und Rübenschnitzel als Nebenprodukt der Zuckerproduktion, Gemüseabputz, Kartoffelschalen, Pülpe, Treber, Trester, Presskuchen, Extraktionsschrote ...
Pflanzen oder Pflanzenbestandteile, die im Rahmen der Landschaftspflege anfallen (auch bei Gemeinden o.ä.)	
Beispiele sind kommunaler Grasschnitt, Grünschnitt von Golf- und Sportplätzen sowie Privatgärten u.ä..	
Staatliche Biogasberatung	



Substratspezifische Methanproduktion

HRT 25d, Temp.: 37°C



LEMMER, 2

Qualität von Substraten

Energieerzeugung pro ha

Silomais	2,2 – 2,6 KW / ha
Grassilage	1,0 – 1,5 KW / ha
GPS	Ca. 1,5 KW / ha
Getreide	Ca. 1,2 – 1,5 KW / ha
Ø Fruchtfolge	2 KW / ha

Modell II
7300 h Volllast pro Jahr

Ration:
(auf Fläche bezogen)

Ca. 60 % Silomais
Ca. 20 % Getreide
Ca. 20 % GPS
Gülle

Ration:
(auf Fläche bezogen)

Ca. 20 % Silomais
Ca. 50 % ,Grassilage
Ca. 10 % Getreide
Ca. 20 % GPS
Gülle

Modell I
7000 h Volllast pro Jahr

Modell III
8030 h Volllast pro Jahr

Staatliche Biogasberatung

Modell I 7300 h höher Silomaisanteil
(Berechnung ohne Gülle)

	Input	Output	Lagerraum ohne Getreide	Fläche
100 KW	1860 t	1450 m ³	2550 m ³	49 ha
190 KW	3430 t	2670 m ³	4700 m ³	92 ha
250 KW	4420 t	3440 m ³	6100 m ³	120 ha
340 KW	5880 t	4570 m ³	8030 m ³	160 ha
500 KW	8470 t	6600 m ³	11 600 m ³	230 ha

Staatliche Biogasberatung

Modell Ia 7300 h geringer Silomaisanteil
(Berechnung ohne Gülle)

	Input	Output	Lagerraum ohne Getreide	Fläche
100 KW	1950 t	1530 m ³	2700 m ³	69 ha
190 KW	3580 t	2800 m ³	5000 m ³	128 ha
250 KW	4650 t	3660 m ³	6670 m ³	165 ha
340 KW	6170 t	4850 m ³	8550 m ³	220 ha
500 KW	8960 t	7050 m ³	12500 m ³	317 ha

Staatliche Biogasberatung

Investitionskosten:

Angebotsauswertung: (2006/07)
Biogasanlage komplett

30 KW	50 KW	70 KW	100 KW
7000 €/KW	4600 €/KW	5500 €/KW	4600 €/KW
geschätzt	geschätzt	geschätzt	
<i>210 000 €</i>	<i>230 000 €</i>	<i>385 000 €</i>	<i>460 000 €</i>
190 KW	250 KW	370 KW	530 KW
4000 €/KW	3800 €/KW	3700 €/KW	3600 €/KW
<i>760 000 €</i>	<i>950 000 €</i>	<i>1,37 Mio. €</i>	<i>1,9 Mio.</i>

Staatliche Biogasberatung

Einzelbetriebliche Berechnung nötig, weil:

Örtliche Erträge unterschiedlich ausfallen

**Investitionen auf jedem Betrieb
unterschiedlich hoch ausfallen**

**Modell II
7300 h Volllast pro Jahr**

**Ration:
(auf Fläche bezogen)**

**Ca. 60 % Silomais
Ca. 20 % Getreide
Ca. 20 % GPS
Gülle**

**Ration:
(auf Fläche bezogen)**

**Ca. 20 % Silomais
Ca. 50 % ,Grassilage
Ca. 10 % Getreide
Ca. 20 % GPS
Gülle**

**Modell I
7000 h Volllast pro Jahr**

**Modell III
8030 h Volllast pro Jahr**

Wirtschaftlichkeit näher betrachtet am Beispiel einer 250 KW Anlage

Auswirkung von

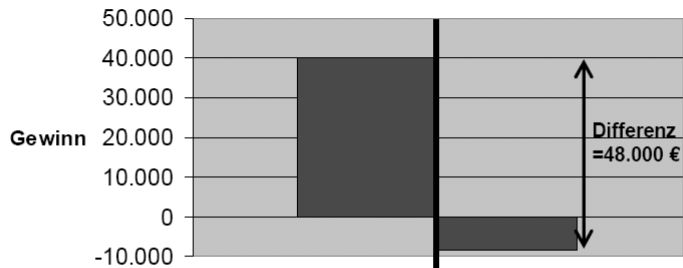
-Wirkungsgrad
-Laufzeit

Staatliche Biogasberatung

BADEN- WÜRTTEMBERG	Laufzeit h/Jahr	7000	7000	7300	7300	8030
	Leistung KW	250	250	250	250	250
	Strom	1750000	1750000	1825000	1825000	2007500
	el. Wirkungsgrad	36%	40%	36%	40%	38%
	Investition/KW	3.700 €	3.700 €	3.700 €	3.700 €	3.700 €
	Investition	925.000 €	925.000 €	925.000 €	925.000 €	925.000 €
	Gesamtkosten	132.656 €	134.781 €	136.266 €	136.266 €	139.880 €
	Strompreis	0,1662 €	0,1662 €	0,1656 €	0,1656 €	0,1646 €
	Stromverkauf	290.850 €	290.850 €	302.220 €	302.220 €	330.435 €
	Arbeitszeit h	1000	1000	1000	1000	1000
	Vergütung 15,00 €	15.000 €	15.000 €	15.000 €	15.000 €	15.000 €
	Überschuss	143.194 €	141.069 €	150.954 €	150.954 €	175.555 €
	Biomasse t/ha	4234	3774,1	4416,5	3978,5	4617,25
	TM/ha	115	101	119	105	123
	Kosten pro ha	1.046 €	1.050 €	1.046 €	1.046 €	1.046 €
	Kosten Biomasse	119.830 €	106.580 €	124.246 €	110.194 €	129.119 €
		28 €	28 €	28 €	28 €	28 €
	Gewinn/Verlust	23.400 €	34.500 €	26.700 €	40.800 €	46.400 €
	Gesamteinkommen	38.400 €	49.500 €	41.700 €	55.800 €	61.400 €

Staatliche Biogasberatung

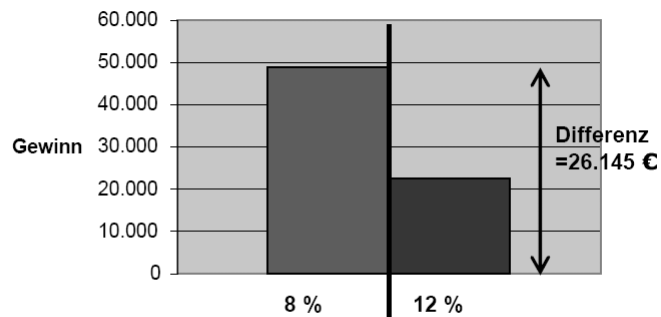
Tabelle 2: Einflussfaktor Laufzeit



Laufzeit pro Jahr	Stunden	7.500	5.500
Gewinn	€	40.175	-8.405

Staatliche Biogasberatung

Tabelle 4: Einflussfaktor Eigenstromverbrauch



		8 %	12 %
Eigenstrom	kWh/a	210.000	367.500
Erlöse	€/a	400.890	374.745
Gewinn	€	48.890	22.745

Staatliche Biogasberatung



Biogasanlage mit NawaRo´s steht in Konkurrenz zu Tierhaltungs- und Pflanzenbauverfahren

Staatliche Biogasberatung

BADEN-
WÜRTTEMBERG

sie benötigt:

- ***Anbaufläche (ca. 0,3-1,0 ha pro kW)***
- ***Kapital (3000 – 5000 € pro kW)***
- ***Arbeitskraft (ca. 1-3 Std pro Tag)***
- ***bebaubare Hoffläche (ca. 0,5 - 1 ha)***

Staatliche Biogasberatung

Fruchtfolge und Humusbilanz ist zu beachten

**Gärrest ist ein wichtiger organischer Dünger,
der Mineraldünger verdrängt**

**Biogas liefert Energie aus nachwachsenden
Rohstoffen und bietet der Landwirtschaft
neben der klassischen Produktion wie
Tierhaltung und Getreideerzeugung eine neue
Einkommensquelle**

größere Anlagen haben wirtschaftliche Vorteile

**Ein gutes Wärmekonzept verbessert
die Wirtschaftlichkeit**