

Ökonomie der Biogaserzeugung von Grünlandaufwüchsen

Ulrich Keymer

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, INSTITUT FÜR AGRARÖKONOMIE,
Menzinger Straße 54, 80638 München, ulrich.keymer@LfL.bayern.de

1. Einleitung und Problemstellung

Die jüngst aktualisierte Grünlandstudie Bayern (HALAMA, 2011) kommt zu dem Ergebnis, dass bereits im Jahr 2008 neben knapp 98.000 ha Ackerfutter rund 106.000 ha Dauergrünland, davon ca. 8.800 Streuwiesen, nicht mehr für die Fütterung von Raufutterfressern erforderlich waren. Steigt die durchschnittliche Milchleistung in Bayern, wie in der Studie prognostiziert, bis zum Jahr 2020 auf knapp 7 500 kg pro Kuh und Jahr, sind dann nur noch rund 1,0 Million Milchkühe erforderlich, um dieselbe Milchmenge zu erzeugen wie im Basisjahr 2008. Dementsprechend ist im Prognosezeitraum ein Rückgang des Kuhbestands um ca. 228 000 Tiere oder knapp 18,5 %, bezogen auf das Basisjahr, zu erwarten. Die Gesamtzahl der Rinder (Milchkühe, Mutterkühe, männliche und weibliche Rinder) könnte im selben Zeitraum um knapp 650 000 oder 18,8 % abnehmen. Der Grundfutterbedarf sinkt dann um ca. 1,9 Mio. Tonnen Trockenmasse, da sich die Bestände der sonstigen Raufutterfresser in toto nur wenig verändern. Bis zum Jahr 2020 werden dementsprechend schätzungsweise 70.000 ha Ackerfutterfläche und zwischen 165.000 und 209.000 ha Dauergrünland nicht mehr für die Versorgung der Raufutterfresser benötigt.

Die Milchkuh- und damit die Rinderbestände sind nicht nur in Bayern rückläufig. Wenn Dauergrünland aus landeskulturellen und/oder naturschutzfachlichen Gründen weder umgewidmet werden noch brachfallen soll, müssen nachhaltige und wirtschaftlich sinnvolle Alternativen gesucht werden. Die Nutzung des Grünlandaufwuchses als Substrat für die Biogaserzeugung könnte eine solche Alternative sein.

2. Substitution von Maissilage

Gras bzw. Grünlandaufwuchs in Form von Silage kommt durchschnittlich in jeder zweiten Biogasanlage zum Einsatz, allerdings meist nur als Ko-Substrat in untergeordneten Mengen (SPATZ ET AL., 2011). Sofern eine Biogasanlage für einen Substratmix aus nachwachsenden Rohstoffen konzipiert ist, sollte gehäckseltes Gras bis zu einem Masseanteil von etwa einem Drittel ohne größere Schwierigkeiten zu verarbeiten sein. Die Methanausbeuten pro Tonne Frischmasse (FM) erreichen zwar nicht ganz das Niveau einer Maissilage (siehe Tab. 1), trotzdem könnte Grassilage eine überlegenswerte Alternative zur Auflockerung enger Energiepflanzenfruchtfolgen sein. Ökonomisch macht das aber nur dann Sinn, wenn die Bereitstellungskosten des Substitutes, die des zu substituierenden Substrates zumindest nicht überschreiten.

Tab. 1: Substrate und ihre Qualitätsparameter

Substrat	TM [%]	oTM [%]	Ausbeute Nm ³ /t _{oTM}	CH ₄ -Gehalt [%]	CH ₄ -Ertrag [Nm ³ /t _{FM}]	H _i im Vergl. zu Maissilage
Maissilage (Ø) ^{*)}	33 %	95 %	650	52 %	106	1
Grassilage (Ø) ^{*)}	35 %	90 %	600	53 %	100	0,94
Grassilage (-)	35 %	90 %	550	53 %	92	0,87
„Lapf“-Gras ^{*)}	50 %	85 %	200	50 %	43 - 85	0,41 – 0,80

^{*)}Quelle: KTBL Heft 88

Neben den Erzeugungskosten bzw. dem Zukaufspreis - frei stehender Bestand - umfassen die Substratbereitstellungskosten frei Eintrag die Kosten der Ernte, der Einlagerung und der Silierung sowie die Kosten der Entnahme aus dem Lager und des Transportes bis zur Eintragsvorrichtung der Biogasanlage einschließlich Lohn. Hinzu kommen die Kosten für die Ausbringung des Gärrestes. Muss ein Anlagenbetreiber beispielsweise Energiemais für 1.600 €/ha zukaufen, ergeben sich bei einem gewogenen Frischmasseertrag von 52 t_{FM}/ha Bereitstellungskosten frei Feststoffeintrag in Höhe von rund 40 €/t Maissilage (siehe Tab. 2). Rechnet man die Kosten der Gärrestrücklieferung ein, erhöht sich der Betrag nochmals um ca. 2 bis 3 €/t Silage.

Tab. 2: Bereitstellungskosten von Maissilage frei Feststoffeintrag inkl. Gärrestausbringung

Transportentfernung	km	2	4
Frishmasseertrag (gewogen)	t _{FM} /ha	52	
Zukaufspreis inkl. USt.	€/ha	1.600	
	€/t Silomais	30,77	
Umsatzsteuer (10,7 %)	€/t Silomais	-2,97	
Zukaufspreis netto	€/t Silomais	27,80	
Häckseln und Walzen	€/t Silomais	+3,50	
Transport	€/t Silomais	+2,70	+3,40
Abdeckung	€/t Silomais	+0,50	
Verluste im Silo	%	10	
Entnahme und Transport	€/t Maissilage	+1,30	
Bereitstellungskosten frei Eintrag	€/t Maissilage	39,63	40,41
Gärrestausbringung	€/t Maissilage	+2,10	+2,60
Bereitstellungskosten	€/t Maissilage	41,73	43,01

Die Bereitstellung von Grassilage, einschließlich der Gärrestausbringung, darf dann rund 36 €/t Silage ausmachen, wenn man einen im Vergleich zu Maissilage um 13 % geringeren Methanertrag und einen kleinen Risikoabschlag in Ansatz bringt. Saldiert man von diesem Betrag die Kosten der einzelnen Arbeitsgänge und rechnet die Silierverluste ein (siehe Tabelle 3), könnte der erste Schnitt (10 t Anwelkgut) mit 167 € vergütet werden. Der dritte Schnitt (4 t Anwelkgut) müsste nahezu kostenfrei zur Verfügung stehen. Ertragsschwache Folgeschnitte verursachen in der Regel so hohe Ernte- und Transportkosten, dass für eine Entlohnung des Aufwuchses kaum ein Spielraum bleibt.

Tab. 3: Bereitstellungskosten von Grassilage frei Feststoffeintrag inkl. Gärrestausbringung (Transportentfernung 2 km)

Ertrag Anwelkgut gewogen (35 % TM)	t_{FM}/ha	10	4
Wert der Maissilage frei Eintrag	€/t Maissilage	42	
Hi im Vergleich zu Maissilage		0,87	
Max. tragbare Bereitstellungskosten	€/t Grassilage	36,00	
Gärrestausbringung	€/t Grassilage	-2,20	
Entnahme und Transport	€/t Grassilage	-1,7	
Verluste im Silo	%	12	
Bereitstellungskosten frei Silo abgedeckt	€/t Anwelkgut	28,24	
Abdeckung	€/t Anwelkgut	-0,60	
Transport	€/t Anwelkgut	-2,80	-5,00
Mähen, Häckseln und Walzen	€/t Anwelkgut	-7,80	-16,80
Management, Logistik	€/t Anwelkgut	-2,00	
Zukaufspreis netto	€/t Anwelkgut	15,04	3,84
Umsatzsteuer (10,7 %)	€/t Anwelkgut	+1,61	+0,41
Zukaufspreis inkl. USt.	€/t Anwelkgut	16,65	4,25
	€/ha	166,50	17,00

3. Biogasanlagen zur Vergärung von Grünlandaufwuchs

Noch gibt es relativ wenige Biogasanlagen mit einem Anteil von deutlich mehr als 50 % Grassilage am Substratmix. Das faserreiche Material stellt erhöhte Anforderungen an die Technik; insbesondere an Pumpen, Misch- und Fördereinrichtungen. Sand und Steine, die durch das Schwaden und die Aufnahme in das Substrat gelangen, können den Verschleiß deutlich erhöhen. Bei Monofermentation lassen sich wegen des hohen Eiweißgehalts im Gras Prozesshemmungen nicht immer vermeiden. Zur Stabilisierung des Prozesses ist der Zusatz von Gülle (Pufferkapazität) sinnvoll. Der Flächenbedarf von Grasvergärungsanlagen ist trotz des relativ hohen Gülleanteils auf den ersten Blick überraschend hoch (siehe Tab. 4). Schon eine kleine Anlage braucht knapp 100 ha Grünlandaufwuchs zur Substratversorgung, wenn man von einem eher mäßigen Grasertrag ausgeht und den Methanertrag vorsichtig ansetzt. Bei drei Nutzungen sind dann rund 300 ha zu ernten. Würde man unter sonst gleichen Bedingungen den etwas höheren Grasertrag aus Tab.1 ansetzen, ließen sich knapp 8 % der Futterfläche einsparen.

Tab. 4: Flächenbedarf von Grasvergärungsanlagen mit einem Gülleanteil von 35 Masseprozent

Installierte Leistung der BGA	kW_{el}	75	190	500
Bruttoertrag Grünland	t_{TM}/ha	7		
Nettoertrag (12 % Silier-/Lagerverlust)	t_{TM}/ha	6,2		
Nettoertrag Grassilage (35 % TM)	t_{TM}/ha	17,6		
Substratbedarf Grassilage	t_{FM}/a	1.667	4.110	10.531
Flächenbedarf Grünland	ha	95	234	598

Für zwei Standorte wurden die Substratbereitstellungskosten frei Eintrag in Abhängigkeit von der Verfahrenstechnik ermittelt. Um die Kosten möglichst standortgerecht abbilden zu können, wurden bei Maschinenringern, Lohnunternehmern und Biogasanlagenbetreibern die an den jeweiligen Standorten verfügbaren Maschinen und Ernte-

ketten sowie die gegendüblichen Verrechnungspreise erhoben. Damit geht einerseits das regionale Preisniveau in die Berechnung ein, andererseits sind in den Verrechnungspreisen Festkosten- und Lohnanteile bereits berücksichtigt. Die Verrechnungspreise sind Nettopreise und beinhalten die Maschinen, den Fahrer und den Treibstoff.

Für die Berechnungen gelten folgende Bedingungen:

- Die Silo-Feld-Entfernung beträgt 6 Kilometer.
- Die Flächenleistungen der Arbeitsverfahren sind auf Grund des niedrigen Ertrags, der geringen Schlaggröße (1 bis 2 ha) und des häufigen Umsetzens der Leitmaschine herabgesetzt.
- Kosten für den Arbeitsgang Zetten/Wenden fallen nicht an. Unter normalen Witterungsverhältnissen reicht die Aufbereitung des Mähgutes aus.
- Die Kosten des Fahrsilos sind in die Bereitstellungskosten eingepreist. Die Anschaffungskosten betragen 20 €/m³ Siloraum.
- Für das Abdecken der Silos sind Kosten in Höhe von 0,40 €/m³ einschließlich Lohn angesetzt.
- Die Maschinenkosten der Entnahme aus dem Silo und der Transport zum Feststoffeintrag sollen 1,20 €/m³ betragen. Der Arbeitszeitbedarf für die Entnahme und den Transport zum Feststoffeintrag ist mit 5 Min./m³ Silage angenommen.
- Die Kosten der Rücklieferung der Gärreste auf die beernteten Flächen und deren Ausbringung sind in den Bereitstellungskosten enthalten. Bei ortsüblicher, überbetrieblicher Mechanisierung ergeben sich für die beiden Standorte Ausbringkosten in Höhe von 4,77 €/m³ bzw. 4,19 €/m³. Geht man davon aus, dass pro Tonne Grassilage ca. 0,76 Tonnen Gärrest anfallen, ist jede Tonne Substrat am Standort Hinterschmiding mit zusätzlich 3,20 € und in Raisting mit 3,64 € belastet. Bezogen auf die Trockenmasse des Substrats betragen die Ausbringkosten 9,15 € bzw. 10,40 €.

Die Substratbereitstellungskosten, in Abhängigkeit von der eingesetzten Verfahrenstechnik, sind für beide Standorte in Tab. 5 ausgewiesen. Die Details der Berechnung sind in der LfL-Schrift Nr. 4/2011 publiziert.

Tab. 5: Durchschnittliche Substratbereitstellungskosten frei Eintrag

Standort	Hinterschmiding				Raisting			
	1.	2.	3.	Ø	1.	2.	3.	Ø
Ertrag [TM]	3,50	2,10	1,40	7,00	3,15	2,80	1,05	7,00
Verfahren	€/ t TM				€/ t TM			
Häcksler	69,86	82,36	101,77	79,99	76,25	81,76	132,17	86,84
Ladewagen	74,77	86,31	100,03	83,29	76,61	79,33	115,06	83,47

Kurzgehäckseltes Substrat eignet sich aus Sicht der Biogasanlagentechnik am besten. Grünlandaufwuchs sollte deshalb, wenn möglich, als Häckselgut siliert werden. In Hinterschmiding kann es bei überbetrieblicher Ernte und Einlagerung im Durchschnitt für etwa 80 €/t Trockenmasse frei Eintrag für die Biogaserzeugung bereitgestellt werden. Am Standort Raisting liegen die Bereitstellungskosten, aufgrund der ungünstigeren Erntebedingungen (moorige Böden) bei rund 87 €/t Trockenmasse.

Betrachtet man die einzelnen Schnitte, zeigt sich, dass mit abnehmendem Ertrag die Erntekosten und damit die Bereitstellungskosten deutlich steigen. Die geringere Erntemenge kann nicht durch höhere Flächenleistung ausgeglichen werden. Insbesondere der 3. Schnitt ist mit sehr hohen Kosten belastet. Kostengünstiger wäre es insbesondere am Standort Raisting, den 3. Schnitt mit dem Ladewagen zu werben. Die geringen Mengen an Kurzschnittladewagengut sollten von der Biogasanlagentechnik noch ohne Zusatzaufwand zu bewältigen sein. Soll die komplette Werbung des Anwelkgutes mit Kurzschnittladewagen erfolgen, ist dies schon bei der Planung der Biogasanlage zu berücksichtigen. Größere Leitungsquerschnitte, angepasste Rührtechnik oder eine Nachzerkleinerung können im Einzelfall die Anlagen teurer machen und die Betriebskosten der Anlage deutlich erhöhen. Unabhängig davon verteuert die Ladewagenkette die Bereitstellung der Silage am Standort Hinterschmiding um rund 3 €/t TM gegenüber der Häckslerkette. In Raisting ist auf Grund der örtlichen Gegebenheiten Kurzschnittladewagengut im Durchschnitt um ca. 3 €/t TM günstiger bereitzustellen als Häckselgut. Insgesamt betrachtet, erscheint es gerechtfertigt, an beiden Standorten die durchschnittlichen Substratbereitstellungskosten frei Eintrag sowohl der Häckslers- als auch die der Ladewagenkette mit 85 €/t TM anzusetzen. Nutzungskosten der Grünlandfläche oder flächengebundene Gemeinkosten sind in diesem Betrag nicht enthalten.

Unter den getroffenen Annahmen erweisen sich die Biogas-Modellanlagen (siehe Tab. 7.1 und Tab. 7.2) zur Grasvergärung, ökonomisch gesehen, als relativ stabil, sofern sie nach den Rahmenbedingungen des EEG 2009 neben dem Gülle-Bonus auch den Landschaftspflege(Lapf)-Bonus erhalten. Der Gewinne liegen zwischen 2,4 Ct/kWh_{el} (500 kW_{el}-Anlage) und 3,7 Ct/kWh_{el} (190 kW_{el}-Anlage). Nach Abzug der Lohnkosten bzw. des Lohnansatzes verbleiben Unternehmergewinne in Höhe von 1,4 Ct/kWh_{el} (75 kW_{el}-Anlage) bis 2,2 Ct/kWh_{el} (190 kW_{el}-Anlage). Die Abb. 1 macht aber deutlich, dass ohne den Lapf-Bonus die Wirtschaftlichkeit nicht mehr gegeben ist.

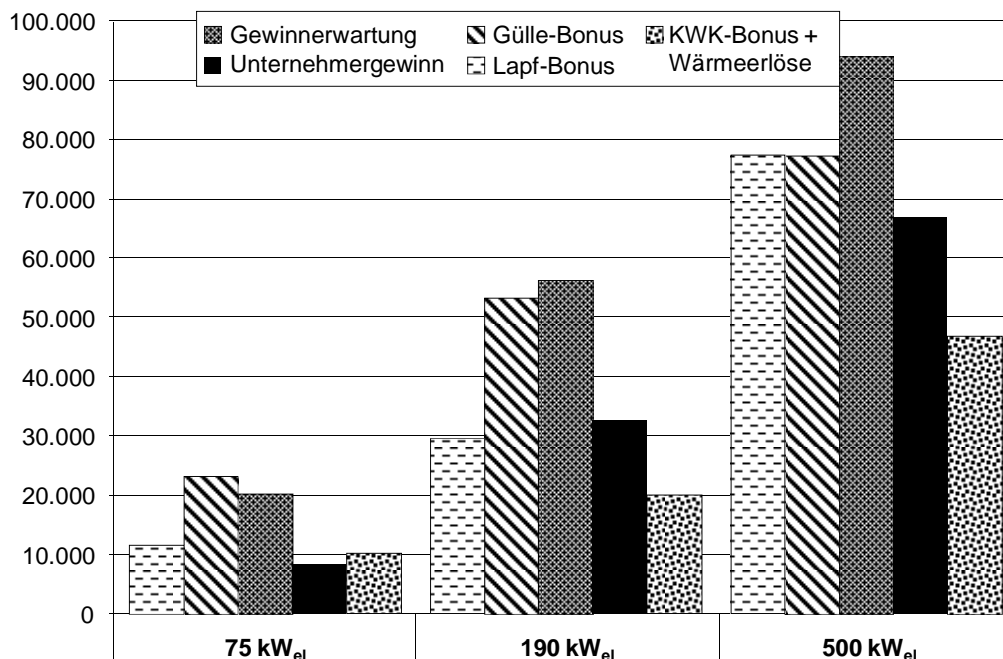


Abb. 1: Gewinnerwartung und Erlöse aus den Boni und der Wärmenutzung - EEG 2009 -

Von ausschlaggebender Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit sind die Substratbereitstellungskosten. Mit dem Einsatz schlagkräftiger, überbetrieblicher Verfahren sind die Möglichkeiten der Kostensenkung nach dem derzeitigen Stand der Technik weitgehend ausgeschöpft. Es wird nicht einfach sein, die Substratbereitstellungskosten in Höhe von rund 30 €/t FM bzw. 85 €/t TM einschließlich der Gärrestaubsbringung und der Kosten für den beanspruchten Siloraum dauerhaft zu erreichen. Der Spielraum für die Bezahlung eines Entgelts für die Flächennutzung – auf Kosten des Unternehmensgewinns – ist gering (siehe Abb. 2); d. h. die Grasvergärung wird, rationales Handeln vorausgesetzt, um Flächen nur dann konkurrieren, wenn realiter die Kalkulationsannahmen deutlich übertroffen bzw. die Anschaffungskosten merklich unterschritten werden.

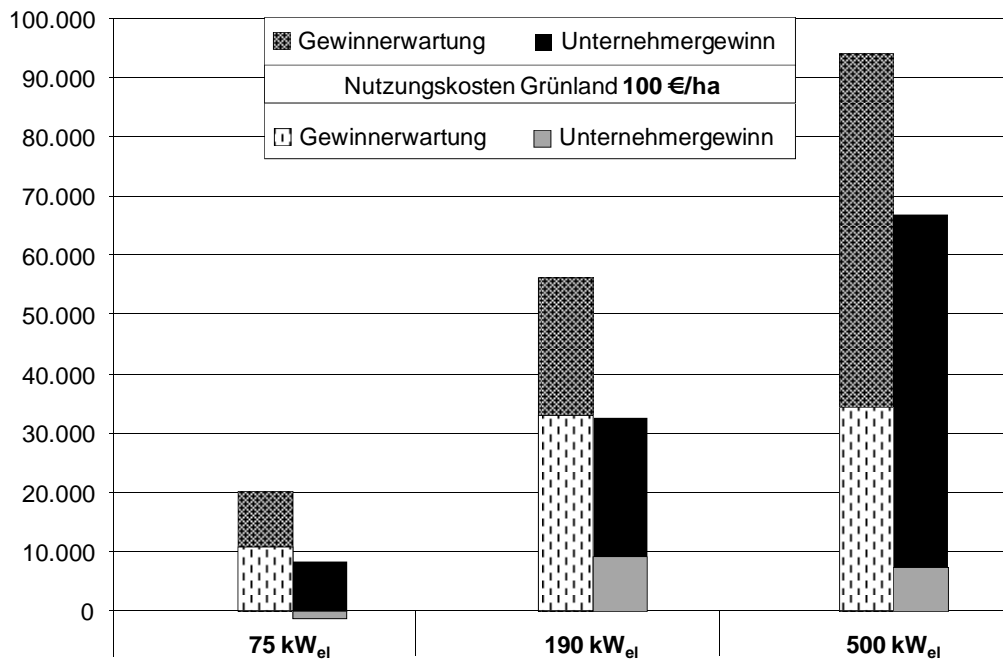


Abb. 2: Gewinnerwartung bei Ansatz von Nutzungskosten - EEG 2009 -

Unter den Bedingungen des EEG 2012 sinken die Vergütungen deutlich. Die kleine Anlage bekommt, wenn sie im Jahr 2012 in Betrieb genommen würde, knapp 4,5 Ct/kWh_{el} weniger (siehe Tab. 6). Mit zunehmender Anlagengröße vermindert sich die Absenkung deutlich. Für die Modellanlage mit 500 kW_{el} betragen die Mindererlöse „nur noch“ 2,09 Ct/kWh_{el}; multipliziert mit der eingespeisten Strommenge ergibt sich jedoch ein Mindererlös in Höhe von fast 83.000 €. Insgesamt gesehen, sind die Modellanlagen unter den Vergütungsbedingungen des EG 2012 nicht wirtschaftlich zu betreiben.

Einleitende Vorträge

Tab. 6: Vergütungen und Erlöse nach EEG 2009 und 2012

EEG 2009 für Inbetriebnahme 2011				
Nennleistung	kW_{el}	75	190	500
Stromeinspeisung	kWh_{el}	594.000	1.504.800	3.960.000
Vergütungen	Ct/kWh_{el}	24,95	24,16	21,22
Erlöse	€/Jahr	148.203	363.560	840.312
EEG 2012 für Inbetriebnahmejahr 2012				
Ø Grundvergütung	Ct/kWh_{el}	14,30	14,05	12,96
Ø ESK - Bonus	Ct/kWh_{el}	6,17	6,17	6,17
Vergütungen	Ct/kWh_{el}	20,47	20,21	19,13
Erlöse	€/Jahr	121.592	304.210	757.548
Erlösdifferenz	€/Jahr	- 26.611	-59.440	-82.764

Tab. 7.1: Musterkalkulationen – Erlöse (Details siehe LfL-Schrift Nr. 4/2011)

Anlagenleistung			75 kW_{el}	190 kW_{el}	500 kW_{el}	
Substrate	Rindergülle	t/Jahr	898	2.213	5.671	
	Niederschlagswasser	t/Jahr	70	70	70	
	Grassilage	t/Jahr	1.667	4.110	10.531	
Gülleanteil		%	35	35	35	
Gasertrag		Nm^3	313.535	772.822	1.980.222	
Bruttoenergieerzeugung	Heizwert Substrat	kWh/m^3	5,32	5,32	5,32	
		$kWh/Jahr$	1.666.667	4.108.109	10.526.316	
Prozessparameter	Fermenternutzvolumen	m^3	600	2.000	4.200	
	Raumbelastung	$kg\ oTM/(m^3*d)$	2,69	1,99	2,43	
	Verweilzeit	Tage	83	114	94	
Gas-Otto-BHKW	Nutzungsgrad _{therm}	%	44	43	42	
	Nutzungsgrad _{el}	%	36	37	38	
Erzeugte thermische Energie		$kWh_{therm}/Jahr$	733.333	1.766.487	4.421.053	
Eigenwärmeverbrauch		%	26	28	27	
Nutzbare thermische Energie		$kWh/Jahr$	542.667	1.271.871	3.227.368	
erzeugte elektrische Energie		$kWh_e/Jahr$	600.000	1.520.000	4.000.000	
Transformationsverluste 1,0%		$kWh_e/Jahr$	6.000	15.200	40.000	
Eigenstromverbrauch		%	10	10	10	
Eingespeiste elektrische Energie		$kWh/Jahr$	594.000	1.504.800	3.960.000	
Jahr der Inbetriebnahme			2011	2011	2011	
Leistungen	Grundvergütung	€/Jahr	67.954	167.494	388.462	
	Stromverkauf	NawaRo-Bonus	€/Jahr	40.748	103.229	271.656
		Gülle-Bonus	€/Jahr	23.285	53.379	77.440
		KWK-Bonus	€/Jahr	4.591	10.039	25.195
		Landschaftspflege-Bonus	€/Jahr	11.642	29.494	77.616
Wärmeverkauf in Prozent der nutzbaren Energie		%	30	30	30	
Wärmeerlös abz. -kosten	2,00 Ct/kWh_{therm}	€/Jahr	3.256	7.631	19.364	
Wärmenutzung		kWh	40.000	40.000	40.000	
Substitutionswert	6,00 Ct/kWh_{therm}	€/Jahr	2.400	2.400	2.400	
Summe Erlöse		€/Jahr	153.876	373.666	862.133	

Einleitende Vorträge

Tab. 7.2: Musterkalkulationen – Kosten und Gewinn (Details siehe LfL-Schrift Nr. 4/2011)

Anlagenleistung					75 kW _{el}	190 kW _{el}	500 kW _{el}	
Spezifische Anschaffungskosten ohne Silo					€/kW _{el}	5.459	4.973	3.987
Anschaffungskosten ohne Silo					€	409.397	944.918	1.993.558
davon Bauliche Anlagen und Technik					€	326.776	791.332	1.700.713
BHKW					€	82.621	153.586	292.845
Festkosten								
Abschreibung								
Gebäude, bauliche Anlagen 65,0% 21,0 Jahre					€/Jahr	10.114	24.494	52.641
Technik 35,0% 7,0 Jahre					€/Jahr	16.339	39.567	85.036
BHKW 7,0 Jahre					€/Jahr	11.803	21.941	41.835
Ø Zinsen/Zinsansatz 4,00 %					€/Jahr	9.705	22.397	47.251
Versicherung 0,7 %					€/Jahr	2.866	6.614	13.955
Pacht Betriebsgrundstück					€/Jahr	0	1.000	2.000
Summe					€/Jahr	50.827	116.013	242.718
Betriebskosten								
Instandhaltung: Bauliche Anlagen 1,5 %					€/Jahr	3.186	7.715	16.582
Technik 5,0 %					€/Jahr	5.719	13.848	29.762
BHKW					Ct/kWh	1,00	1,30	1,20
					€/Jahr	6.000	19.760	48.000
elektrische Prozessenergie					kWh/Jahr	60.000	152.000	400.000
Zukaufspreis 16,00 Ct/kWh					€/Jahr	9.600	24.320	64.000
Sonstige Kosten (z.B.: Gutachten, BF, ...)					€/Jahr	6.500	8.500	13.000
Anlagenbetreuung Arbeitszeitbedarf					Std./Jahr	411	832	913
Lohnkosten/-ansatz 25,00 €/Std					€/Jahr	10.266	20.805	22.813
Substratmanagement/Logistik Arbeitszeitbedarf					Std./Jahr	66	117	180
Lohnkosten/-ansatz 25 €/Std					€/Jahr	1.658	2.919	4.488
Summe					€/Jahr	42.928	97.868	198.645
NawaRo-Kosten frei Eintrag einschl. Gärrestausrückführung								
Rindergülle - Transportkosten 5,00 €/t FM					€/Jahr	0	0	28.353
Grassilage Ø 29,75 €/t FM					€/Jahr	49.606	122.273	313.304
Vorfinanzierung Substraternte 18,80 €/t FM					€/Jahr	1.881	4.637	11.882
6 % Zins für 1,0 Jahre								
Ausbringung Niederschlagswasser 4,60 €/t FM					€/Jahr	322	322	322
Gärrestmasse insgesamt					t/Jahr	2.225	5.381	13.679
Notw. Lagerkapazität für 180 Tage					t/Jahr	1.097	2.654	5.059
Substratkosten					€/Jahr	51.810	127.232	353.861
Gewinnerwartung (ohne Lohnkosten/-ansatz)					€/Jahr	20.235	56.277	94.209
(Unternehmer-) Gewinnerwartung					€/Jahr	8.311	32.553	66.909
Kapitalrendite (U'Gewinn+Zinsansatz)/(Anschaffungskosten/2)					%	8,8	11,6	11,5

Literatur

- HALAMA, M. (2011): Ergebnisse der aktualisierten Grünlandstudie. In: Nutzung von Grünland zur Biogaserzeugung – Machbarkeitsstudie; LfL-Schriftenreihe 4/2011; Seite 7-32.
- SPATZ, A., KISSEL, R., EFFENBERGER, M. (2011): Bauliche und technische Konzepte für die Biogasanlagen. In: Nutzung von Grünland zur Biogaserzeugung – Machbarkeitsstudie; LfL-Schriftenreihe 4/2011; Seite 66-101.
- WANK, S., KEYMER, U. (2011): Betriebswirtschaftliche Bewertung. In: Nutzung von Grünland zur Biogaserzeugung – Machbarkeitsstudie; LfL-Schriftenreihe 4/2011; Seite 137-170.