

Stefan Nakazi, Anke Niebaum und Helmut Döhler, Darmstadt

# Wann lohnen sich kleine Wirtschaftsdünger-Biogasanlagen?

Anhand von Planungsbeispielen wird geprüft, ob das EEG 2009 ausreichend Anreize für den Bau von kleinen Biogasanlagen bis 150 kW bietet und welche Substratkombinationen und Organisationsformen für solche Biogasanlagen in Frage kommen. Es zeigt sich, dass kleine einzelbetriebliche und überbetriebliche Biogasanlagen mit Leistungen von 30 kW (200 Rinder-GV), die nur mit Gülle als Substrat gefahren werden, trotz des kostenlosen Substrates und trotz zusätzlicher Einnahmen aus dem Verkauf von Wärme kaum wirtschaftlich betrieben werden können. Die Wirtschaftlichkeitsschwelle für Wirtschaftsdüngeranlagen (ohne Zugabe von Biomasse) wird bei Anlagen mit 75 kW (entsprechend 500 Rinder-GV) mit einer Kapitalverzinsung von etwa 4 % knapp erreicht.

M.Sc. Stefan Nakazi, Dr. Anke Niebaum und Dipl.-Ing Helmut Döhler sind wissenschaftliche Mitarbeiter des KTBL, Bartningstr. 49, 64289 Darmstadt; e-mail: s.nakazi@ktbl.de

## Schlüsselwörter

Kleine Biogasanlagen, Erneuerbare Energien Gesetz (EEG 2009), Güllebonus, Wirtschaftlichkeit

## Keywords

Small biogas plants, Renewable Energy Source Act (EEG 2009), liquid manure bonus, economic efficiency

Am 1. Januar 2009 wird das novellierte Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG) in Kraft treten. Vorgesehen ist mit Inkrafttreten des EEG 2009 im Vergleich zum EEG 2004 für Anlagen bis 150 kW elektrischer Leistung eine Erhöhung der Grundvergütung, für Anlagen bis 500 kW eine Erhöhung des NawaRo-Bonus und des KWK-Bonus um je 1 Ct/kWh eingespeisten Strom. Darüber hinaus wird für Anlagen bis 500 kW ein Emissionsminderungsbonus (1 Ct/kWh) für die Einhaltung der TA-Luft-Grenzwerte und ein Landschaftspflegebonus (2 Ct/kWh) für die überwiegende Anwendung von Landschaftspflegematerial gewährt. Zudem ist erstmals eine zusätzliche Förderung des Einsatzes von Wirtschaftsdüngern vorgesehen. Der so genannte Güllebonus wird in Höhe von 4 Ct/kWh für Anlagen bis 150 kW Leistung gewährt, wenn mehr als 30 % des Substrates aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft bestehen. Der Bonus wird auch für Anlagen bis 500 kW gewährt, allerdings nur für ein Stromäquivalent von 150 kW-Anlagen. Darüber hinaus beträgt der Bonus 1 Ct/kWh.

Mit der Gewährung des Gülle-Bonus sollen der Biogaswirtschaft Anreize zum vermehrten Einsatz von Wirtschaftsdüngern gegeben werden. *Tabelle 1* zeigt eine Übersicht über die alten und neuen Vergütungssätze des EEG.

Im Folgenden wird anhand von Planungsbeispielen geprüft, ob das EEG 2009 ausreichend Anreize für den Bau von kleinen Biogasanlagen bis 150 kW bietet und welche Substratkombinationen und Organisationsformen für solche Biogasanlagen in Frage kommen.

## Planungsbeispiele

BHKW für Kleinbiogasanlagen werden ab etwa 30 bis 40 kW elektrischer Leistung angeboten, daher werden Anlagengrößen und -konzepte von 30 bis 150 kW betrachtet. Die wichtigsten Annahmen für die Planungsbeispiele sind in der *Tabelle 2* dargestellt. Ausgegangen wird von Rindviehbeständen von 200 bis 500 GV, deren Wirtschaftsdünger mit und ohne Biomasse in den Modellbiogasan-

lagen vergoren werden. Dabei werden drei Anlagenkonzepte unterschieden:

1. Einzelhofanlage (30 kW) mit Gülle von 200 Rinder-GV (Anlage 1); Lagerbehälter vorhanden
2. Gemeinschaftsanlage (30 kW) bestehend aus unmittelbar benachbarten Betrieben mit insgesamt 200 GV; Gülle wird durch Pumpen zur Anlage am Nachbarbetrieb gefördert; Sammelgrube und Lagerbehälter auf Nachbarbetrieb vorhanden; Gärrest wird zum Kooperationsbetrieb zurückgepumpt; Hof/Hof Entfernung beträgt 250 m
3. wie 2; jedoch zusätzlich 870 t/a Mais als Substrat; Gär silo und zusätzliche Lagerkapazität erforderlich (75 kW)
4. wie 2; jedoch wird Gülle über Entfernung von 3 km zum Kooperationsbetrieb mit einem Flüssigmisttankwagen transportiert (30 kW)
5. wie 3; jedoch wird Gülle über Entfernung von 3 km zum Kooperationsbetrieb mit einem Flüssigmisttankwagen transportiert (75 kW)
6. Gemeinschaftsanlage mit Gülle von 500 Rinder-GV (75 kW); bestehend aus drei Betrieben, die 3 km entfernt voneinander liegen; Gülle wird zum Kooperationsbetrieb mit einem Flüssigmisttankwagen transportiert; Sammelgrube und Lagerbehälter auf Kooperationsbetrieb vorhanden; Gärrest wird zum Kooperationsbetrieb zurückgebracht
7. wie 6; jedoch zusätzlich 1330 t/a Mais als Substrat; Gär silo und zusätzliche Lagerkapazität erforderlich (150 kW)

## Anlagentechnik und Investitionen

*Tabelle 2* zeigt einige Annahmen zu den Planungsbeispielen. Da vorhandene Gärrestlagerkapazitäten aus der Tierhaltung berücksichtigt werden sollen (180 Tage), wird je nach Substratinput die Anlagentechnik unterschiedlich zusammengestellt.

Somit wurde für Anlage 1, 2, 4 und 6 aus *Tabelle 2* folgende Technik beschafft:

- Fermenter mit Leckerkennung, Tragluftdach, Entschwefelung, Heizung und zwei Tauchmotorrührwerke

- Steuer-Mess- und Regelungstechnik
  - Zündstrahl-BHKW
  - Gasabdeckung Gärrestlager
- Anlagen 3, 5 und 7 benötigen durch den Einsatz von Maissilage folgende zusätzliche Anlagenteile:
- Silageflächen für die Maislagerung
  - Mobiltechnik für die Auslagerung von Festsubstrat aus dem Silo in den Feststoffeintrag
  - Feststoffeinbringsystem
  - Gärrestlagerkapazitäten (angepasst an die eingesetzte Maismenge)

Die Höhe der Gesamtinvestitionen sowie spezifische Investitionen sind in *Tabelle 3* dargestellt. Die Höhe der Investition variiert dabei je nach Anlage und Gülletransportsystem zwischen 200 000 € und 580 000 €. Für die Pumpentechnik für den Wirtschaftsdüngertanktransport sind hohe Investitionen nötig. Für den Transport mit Flüssigmisttankwagen werden keine zusätzlichen Investitionen angenommen, da diese von einem Lohnunternehmer getragen werden. Aus ökologischen Gründen und um zusätzliche Kosteneinsparungen zu erreichen, werden keine Leerfahrten durchgeführt. Der Tankwagen fährt auf dem Hinweg Wirtschaftsdünger und

nimmt Gärrest zurück. So werden die Lagerkapazitäten der beteiligten Landwirte voll ausgeschöpft und weitere Investitionen vermieden.

Die spezifischen Investitionen – Investition/installierte elektrische Leistung – unterscheiden sich entsprechend stark von Anlage zu Anlage. So sind diese bei Anlage 6 und 7 (*Tab. 3*) mit etwa 4230 und 3870 €/kW<sub>el</sub> sehr niedrig. Bei den anderen Anlagen liegen die spezifischen Investitionen mit über 5300 € deutlich höher. Den höchsten Wert hat Anlage 2, bei der die teure Pump- und Rohrtechnik den Investitionsbedarf im Verhältnis zur installierten Leistung deutlich steigen lässt.

### Grundannahmen für die Kostenrechnung, Arbeitszeitbedarf

Für die Berechnung der Kosten der einzelnen Anlagen wurden folgende Annahmen getroffen:

- Wirtschaftsdünger steht kostenfrei zur Verfügung
- Kosten Maissilage: 35 €/t siliert und entnahmefähig im Silo
- Zündölanteile nicht höher als 8,5 % an der Gesamtenergie

- Kosten Zündöl: 90 Ct/l Pflanzenöl
  - 30 % EEG – konforme Wärmenutzung mit Wärmeverkauf zu 3 Ct/kWh
  - 8000 Volllaststunden der Anlage
  - Zins: 4 %
  - Gasertrag von Gülle: ~ 405 m<sup>3</sup>/t oTS und eine Verweilzeit von ~ 60 Tagen
  - 3,5 €/t Gärrestaubsbringung durch Lohnunternehmer
  - 2,88 €/t Wirtschaftsdüngertransport (Tankwagen) durch Lohnunternehmer
- Für die Gülleförderung werden hier 300 €/m Rohrleitung (etwa entlang eines Feldes) angesetzt.

Der Wirtschaftsdüngertransport im Tankwagen wurde mit Kosten von 2,88 €/t aus der KTBL-Datenbank berechnet. Diese berücksichtigen eine Fahrt von 2•3 km Entfernung mit voller Auslastung sowie der Zeit zum Laden und Entladen. Zugrunde liegt dabei ein 15 m<sup>3</sup> Flüssigmisttankwagen mit einem 87 kW Traktor.

In allen Beispielen wird der Wirtschaftsdünger direkt in einer vorhandenen Sammelgrube zwischengelagert und von dort in den Fermenter eingebracht.

Da die Planungsbeispiele die Menge und Art der eingesetzten Substrate sowie bereits vorhandene Infrastruktur aus der Tierhaltung mit einbeziehen, werden Gärrestlager, Silagekapazitäten und Feststoffeinträge auf die zugesetzte Maismenge abgestimmt. Bei Anlage 7 werden zum Beispiel für 945 t Gärrestlager zugebaut, bei Anlage 3 und 5 jedoch nur 618 t (*Tab. 2*).

Die in *Tabelle 2* aufgeführten Arbeitszeiten setzen sich aus Annahmen für unterschiedliche Tätigkeiten zusammen. Dabei werden etwa sieben Stunden pro Woche für die Kontrolle und Buchführung der Biogasanlagen angenommen. Wenn Substrate gepumpt oder transportiert werden, werden unterschiedliche Zeiteinsätze für die Substratbereitstellung addiert. Dazu zählen die Beaufsichtigung der Pumpvorgänge wie auch die Bedienung der mobilen Technik für die Entnahme von Festsubstrat und die Einbringung in den Fermenter.

Damit die Erträge der Biogasanlage weiter gesteigert werden können, wird in den hier gezeigten Modellanlagen davon ausgegangen, dass 30 % der durch den BHKW-Betrieb erzeugten Wärme EEG-konform genutzt wird. Zusätzlich wurde angenommen, dass für diese Wärme auch ein Verkaufserlös in Höhe von 3 Ct/kWh Wärme erzielt wird.

### Ergebnisse

*Tabelle 3* zeigt den Investitionsbedarf, die Erträge, Kosten sowie den Gewinn und Verlust der Modellanlagen. Als weitere Erfolgsgröße ist auch die Gesamtkapitalverzinsung angegeben.

*Tab. 1: Einspeisevergütung EEG Entwurf für 2009 im Vergleich zum gültigen EEG 2004 (Einspeisevergütung laut EEG-Entwurf, Stand: 6. Juni 2008)*

*Table 1: Compensation for electricity fed into the grid for 2009, compared to the effective EEG 2004 (Compensation for electricity fed into the grid; as of June 6<sup>th</sup> 2008)*

Alles in [ct/kWh]	Installierte elektrische Anlageneistung					
	bis 150 kW		bis 500 kW		bis 5 MW	
	EEG 04	Entwurf EEG 09	EEG 04	Entwurf EEG 09	EEG 04	Entwurf EEG 09
<b>Grundvergütung</b>						
<b>Altanlagen</b>	2004: 11,50 2005: 11,33	ab: 2009: 11,67	9,90 9,75 9,60 9,46 9,32	unverändert	8,90 8,77 8,64 8,51 8,38	unverändert
IBN ab 1.1.2004 bis 31.12.2008	2006: 11,16 2007: 10,99 2008: 10,83					
<b>Neuanlagen</b>		ab: 2009: 11,67 2010: 11,55		ab: 2009: 9,18		ab: 2009: 8,25
IBN ab 1.1.2009						
<b>Degression<sup>1</sup></b>	1,50%	1,00%	1,50%	1,00%	1,50%	1,00%
<b>Boni</b>						
<b>1 NaWaRo-Bonus</b>	6	7	6	7	4	4
<b>2 Gülle-Bonus<sup>2</sup></b>	-	4	-	1 / anteilig	-	anteilig
<b>3 KWK-Bonus<sup>3</sup></b>						
<b>Altanlagen</b>	2	3	2	3	2	2
<b>Neuanlagen</b>		3		3		3
<b>4 Technologie-Bonus<sup>4</sup></b>	2	2	2	2	2	-
<b>5 Immissions-Bonus<sup>5</sup></b>	-	1	-	1	-	-
<b>6 Landschaftspflegebonus<sup>6</sup></b>	-	2	-	2	-	-

- 1) Degression findet für alle Boni Anwendung und nicht wie bisher nur für die Grundvergütung statt
- 2) bei 30% Masseanteil Gülle
- 3) bei Anlagen mit vorhandenem Wärmekonzept nach EEG 2004
- 4) ohne Trockenfermentation
- 5) bei Einhaltung der Formaldehydgrenzwerte der TA-Luft
- 6) bei überwiegendem Einsatz von Landschaftspflegegut

Tab. 2: Kenndaten der Planungsbeispiele

Table 2: Characteristics of planning examples

	Einheit	Hofeigene Biogasanlage	Gemeinschaftsanlage Zwei Landwirte				Gemeinschaftsanlage Drei Landwirte	
			Gülle fördern (Pumpe)		Gülle transportieren (Tankwagen)			
Anlage		1	2	3	4	5	6	7
Anlagenleistung kW <sub>el</sub>		30	30	75	30	75	75	150
Wirtschaftsdünger aus	GV	200	200	200 (mit Mais)	200	200 (mit Mais)	500	500 (mit Mais)
Eingesetzte Substrate								
Rindergülle	t FM/a	3800	3800	3800	3800	3800	9.500	9.500
Maissilage	t FM/a	0		870		870		1.330
Technische Daten								
Elektrischer Wirkungsgrad	%	32	32	34	32	34	34	36
Thermischer Wirkungsgrad	%	48	48	46	48	46	46	46
Verfahrenstechnische Daten								
Brutto-Fermenter-volumen (gesamt)	m <sup>3</sup>	700	700	900	700	900	1700	2000
Mittlere hydraulische Verweilzeit	d	58	58	60	58	60	58	60
Zusätzliches Gärrestlagervolumen <sup>1</sup>	t	0	0	618	0	618	0	945
Arbeitszeitbedarf d. Anlagen	h	396	428	497	396	465	443	549
Wirtschaftsdüngertransport Hof zu Hof	m	0	250 Pumpen (300 €/m)		3000 Hof/Hof Entfernung mit 15m <sup>3</sup> Güllefass (2,88 €/t)			

Rindergülle, mit Futterresten, 8 % TM

Mais, Silage, wachstreif, körnerreich, 35 % TM

<sup>1</sup> Lagerdauer 6 Monate; vorhandene Lagerkapazität aus Tierhaltung berücksichtigt.

Die einzelbetriebliche Hofanlage erwirtschaftet einen jährlichen Gewinn von etwa 1900 € und somit eine Kapitalverzinsung von 0,9 %. Die Gemeinschaftsbiogasanlagen mit 200 GV, unabhängig von der Transportvariante für Gülle (Anlagen 2 und 4), erwirtschaften hingegen wegen der zusätzlichen Aufwendungen für den Transport der Gülle keine Gewinne. Die Kosten der Fördertechnik sowie die Ausgaben für den Gülletransport mit Gülletankwagen führen zu Verlusten von etwa 6500 und 7200 €. Wenn der Gülle von 200 GV rund 22 % Maissilage beigemischt werden, verbessert sich das wirtschaftliche Ergebnis deutlich (Anlagen 3 und 5). Trotz erhöhtem Investitions- und Zeitbedarf werden Kapitalverzinsungen von über 2 % erreicht. Von einem wirtschaftlichen Anlagenbetrieb ist dann aber immer noch nicht auszugehen, daran würde auch eine Reduzierung der Investitionssummen um 10 % nichts ändern.

In den beiden Planungsbeispielen 2 und 4 zeigt sich, dass unter sonst gleichen Bedin-

gungen die Variante mit der Pumptechnik um rund 2000 € geringere Kosten verursacht. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Kosten für die Rohrleitung für günstige Bedingungen (Verlegung in leicht erschließbarem Gelände (Ackerland) ohne Schwarzdeckenaufbruch) kalkuliert wurden. Die Erhöhung der Anlagenleistung auf 75 kW (Anlage 3) durch die zusätzliche Vergärung von Mais führt zwar zum Erreichen der Gewinnzone, jedoch nicht zu befriedigender Kapitalrendite.

Die Gemeinschaftsanlage mit einem 500 GV-Gülleäquivalent (Anlage 6; 75 kW) kann Skaleneffekte bei Investition und Betriebskosten nutzen. Die spezifischen Investitionskosten, wie auch der spezifische Arbeitszeitbedarf/kWh des erzeugten Stroms sinken deutlich und führen dazu, dass diese Anlage mit einem Gewinn von 28 500 € und einer Kapitalverzinsung von ~ 9 % abschließt. Beim zusätzlichen Einsatz von ~ 14 % (1330 t) Maissilage und einer damit verbundenen Leistungssteigerung auf 150 kW sind Ge-

winne von 71 500 € und Kapitalrenditen von 12,4 % zu erzielen. Die Transportkosten für die Gülle mit mobiler Technik schmälern den Gewinn nicht signifikant.

### Fazit

Das EEG 2009 bietet zwar mit dem Güllebonus die Möglichkeit höherer Leistungen aus dem Verkauf von Strom, diese reichen für einen wirtschaftlichen Betrieb von kleinen Biogasanlagen auf Güllebasis in der Leistungsklasse von 30 kW nicht aus. Auch der Ersatz von fossilen Wärmeenergieträgern durch Eigennutzung oder Verkauf ändert an dieser Kernaussage nichts. Erst durch zusätzliche Vergärung von Biomasse und damit erreichten Leistungsklassen von 75 kW werden wirtschaftlich erfolgreiche Anlagenkonzepte möglich. Nur mit erheblich reduzierten Investitionen könnten für einen wirtschaftlichen Betrieb anzustrebende Kapitalrenditen von 5 % erreicht werden. Dagegen sind Anlagengrößen mit einem 500 GV-Äquivalent geeignet, wirtschaftlich erfolgreich betrieben zu werden.

	Einheit	Hofeigene Biogasanlage	Gemeinschaftsanlage Zwei Landwirte				Gemeinschaftsanlage Drei Landwirte	
			Gülle fördern (Pumpe)		Gülle transportieren (Tankwagen)			
Anlage		1	2	3	4	5	6	7
Anlagenleistung kW <sub>el</sub>		30	30	75	30	75	75	150
Wirtschaftsdünger aus	GV	200	200	200 (mit Mais)	200	200 (mit Mais)	500	500 (mit Mais)
Leistungsklasse BHKW		30	30	75	30	75	75	150
Investition	€	203.501	299.121	486.849	203.501	399.922	317.558	578.682
Spezifische Investition	€/kW <sub>el</sub> Inst.	6.783	9.971	6.783	6.491	5.332	4.234	3.858
• Erträge	€	57.467	57.467	148.660	57.467	148.660	148.400	296.138
• Kosten	€	55.561	63.986	137.016	64.697	140.066	119.862	224.634
• Gewinn/Verlust	€	1.905	-6.520	11.643	-7.231	8.594	28.538	71.504
• Kapitalverzinsung	%	0,936	-2,180	2,392	-3,553	2,149	8,987	12,356
Bei um 10 % niedrigere Investition								
• Gewinn/Verlust	€	5.178	-2.452	18.153	-4.139	14.362	33.421	79.982
• Kapitalverzinsung	€	2,827	-0,911	4,143	-2,260	3,990	11,694	15,357

Tab.3: Ergebnisstabelle

Table 3: Summary table