

Zur Effizienz von Biogasanlagen

Martin Odening, Günther Filler

Institut für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus
Humboldt-Universität zu Berlin
Luisenstraße 56
10099 Berlin
m.odening@agrار.hu-berlin.de
guenther.filler@agrار.hu-berlin.de

Abstract: In dieser Arbeit wird die technische Effizienz von Biogasanlagen mit Hilfe der Data Envelopment Analyse bestimmt. Als Datengrundlage dient eine Befragung des KTBL bei deutschen Biogasanlagenbetreibern, die sich auf das Jahr 2004 bezieht. Die Auswertung zeigt deutliche Unterschiede in der Produktivität der Anlagen. Als wesentlicher Einflussfaktor stellt sich die Auslastung heraus.

1 Problemstellung und Zielsetzung

Angesichts steigender Preise fossiler Energieträger gewinnt die Erzeugung von Energie aus nachwachsenden Rohstoffen zunehmend an Wettbewerbsfähigkeit und wird als bedeutende Einkommensalternative für die Landwirtschaft diskutiert. Die Erzeugung regenerativer Energie im Allgemeinen und von Biogas im Besonderen ist zudem politisch erwünscht und wird gefördert, insbesondere durch das Energieeinspeisegesetz (EEG), das am 1. 4. 2000 in Kraft trat und am 1.8. 2004 novelliert wurde. Die weitere und dauerhafte Verbreitung von Technologien zur Biogaserzeugung steht und fällt mit deren einzelbetrieblicher Wirtschaftlichkeit. Ziel dieses Beitrages ist es, eine ex post Analyse der Produktivität von Biogasanlagen (BGA) auf der Basis empirischer Daten durchzuführen. Der Fokus liegt auf der Berechnung der Effizienz von Biogasanlagen und der Identifizierung von Ursachen für Effizienzunterschiede. Es sollen Faktoren bestimmt werden, die die Produktivität von BGAs maßgeblich beeinflussen. Damit können Entscheidungsträgern Ansatzpunkte zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit ihrer Anlagen gegeben werden.

2 Methodik und Daten

Die Untersuchung basiert auf einzelbetrieblichen Daten, die vom KTBL zur Verfügung gestellt wurden. Der Datensatz umfasst Biogasanlagen aus 39 Betrieben, von denen nach einer Plausibilitätskontrolle noch 24 verbleiben. Die Daten enthalten Angaben über technische Parameter der Anlagen, verwendete Substrate, Investitionskosten sowie die erzeugte Energie und deren Verwendung. Auf dieser Datengrundlage wird die Effizienz der Biogasanlagen mit Hilfe der Data Envelopment Analyse (DEA) bestimmt. Dabei

handelt es sich um ein nicht parametrisches deterministisches Verfahren Eine ausführliche Beschreibung dieses Verfahrens findet sich z.B. bei [C98]. Als Inputvariablen für die DEA-Analyse werden in dieser Untersuchung die Menge an Gärsubstrat, der Strombedarf der Anlage, der Arbeitsaufwand für den Betrieb der Anlage und die Investitionskosten gewählt. Die erzeugte Strommenge und die genutzte Wärme dienen als Maß für den Output. Einzelheiten zur Messung dieser Variablen werden in [S06] erläutert. Tabelle 1 enthält statistische Kennzahlen der Inputs und Outputs dieser Anlagen.

		Einheit	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Inputs	Energiepotential der Substrate	kWh/a	512.358	74.093.052	8.174.186	13.926.136
	Strombedarf zum Betrieb der Anlage	kWh/a	10.500	960.000	148.805	187.441
	Arbeitsaufwand	Akh/a	166	5.024	1.180	1.196
	Investitionen	€	135.470	4.300.000	846.836	955.657
Output	Erzeugter Strom und genutzte Wärme	kWh/a	140.000	8.000.000	1.937.061	1.914.911

Tabelle 1: Kennzahlen der Input- und Outputvariablen der untersuchten Anlagen

Die Berechnung der Effizienz mittels DEA gibt noch keinen Aufschluss über die Ursachen für möglicherweise auftretende Unterschiede in der Produktivität der untersuchten Anlagen. Diese Ursachenanalyse erfolgt absätzig in einem zweiten Verfahrensschritt. Dazu wird ein Tobit-Regressionsmodell herangezogen. Mit Hilfe statistischer Testverfahren können mögliche Einflussfaktoren auf Signifikanz geprüft werden.

3 Ergebnisse

3.1 Technische Effizienz

Abbildung 1 zeigt die Verteilung der technischen Effizienz der untersuchten Anlagen. Es wird deutlich, dass die Effizienzwerte eine hohe Varianz aufweisen. Mehr 40 % der untersuchten Anlagen erreicht einen Effizienzgrad von weniger als 70 %. Die schlechteste BGA weist einen Efficiency Score von 40 % auf, d.h. sie benötigt mehr als doppelt so viel Inputs um dieselbe Menge an Biogas (und Wärme) zu erzeugen wie die effizientesten Anlagen. Fünf der 28 untersuchten BGA sind technisch effizient und bilden die „Best-Practice-Anlagen“. Um die Unterschiede zu verdeutlichen, soll diese Best-Practice-Gruppe mit den ineffizientesten Anlagen (Effizienz < 50 %) verglichen werden. Die effizienten Anlagen konnten bei einer installierten Leistung von 287 kW den Output einer kWh Strom und Wärme mit einem spezifischen Input an 2,71 kWh Substrat, 0,036 kWh Prozessenergie, 0,0005 Akh und 0,329 Euro Kapital produzieren. Die beiden ineffizientesten BGA brauchten für 1 kWh Output bei einer installierten Leistung von 766

kW das dreifache an Substrat, 3,5 Mal mehr Eigenstrom, 1,5 Mal mehr Arbeitszeit und investierten 1,7-mal mehr Kapital. Während das Verhältnis zwischen dem Energiegehalt der Ausgangssubstrate und dem Output an Energie bei den 5 effizienten Anlagen 37 % betrug, konnten bei den schlechtesten beiden Anlagen nur 12 % der Ausgangsenergie in nutzbare Form umgewandelt werden.

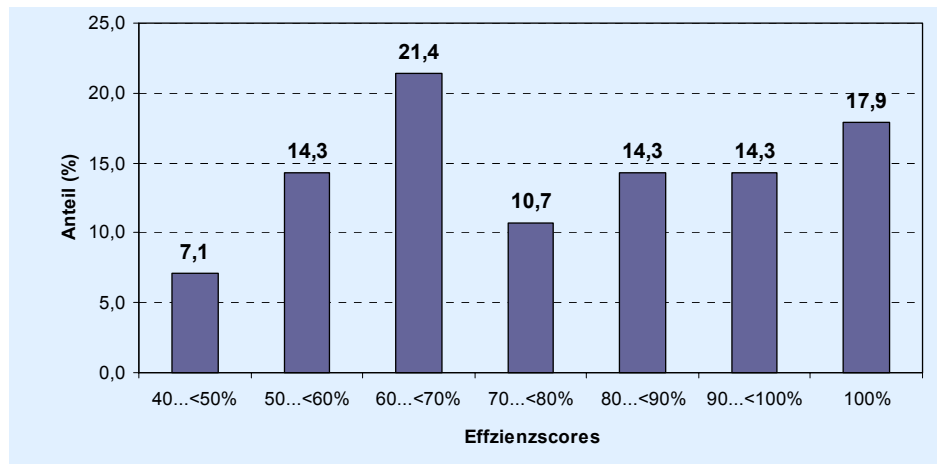


Abbildung 1: Technische Effizienz der Biogasanlagen

3.2 Erklärung von Effizienzunterschieden

Als potenzielle Erklärungsgrößen für die beobachteten Effizienzunterschiede werden folgende Variablen betrachtet und in die nachfolgende Regressionsanalyse aufgenommen: Zusammensetzung der Substrate, gemessen als Relation zwischen Wirtschaftsdünger und Kofermenten, die Faulraumlast, die Anzahl der täglichen Substratzugaben, die Fermenterzahl, die Anlagenleistung (installierte elektrische Leistung) sowie die Anlagenauslastung, die über die Zahl der Volllaststunden des Blockheizkraftwerkes gemessen wird. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Von den sechs untersuchten Einflussvariablen haben die Volllaststunden des Blockheizkraftwerkes sowie die Anzahl der eingesetzten Fermenter einen positiv signifikanten Einfluss auf die technische Effizienz der Biogasanlagen. Für die jährliche Laufleistung war das zu erwarten. Ein Großteil der vorhandenen Ineffizienz wird durch eine ungenügende Auslastung der BHKW verursacht. Dies kann mehrere Ursachen haben. Zum einen kann das BHKW im Vergleich zur Biogasanlage überdimensioniert sein. Das heißt, es ist gar nicht möglich, im Fermenter genügend Gas zu erzeugen, um das BHKW voll auszulasten. Zum anderen könnte nicht die im Vorfeld kalkulierte Gasmenge produziert worden sein, was wiederum verschiedene Ursachen haben kann. Beispielsweise könnten Substrate mit geringerem Energiegehalt zum Einsatz gekommen sein, als bei der Anlagenkonzipierung geplant, was sich negativ auf die Gasbildungsrate auswirkt. Eine weitere Ursache könnten Fehler in der Prozessführung sein. Schließlich könnte auch der Betreuungsaufwand der Anlagen unterschätzt worden sein. Ungeplante Störungen im

Betriebsablauf führen nicht selten zu Ausfallzeiten und beeinträchtigen die geplante Gasproduktion.

Variable	Koeffizient	Standardfehler	t-Wert	Irrtumswahrscheinlichkeit
Substratzusammensetzung	-0,005951	0,0102970	-0,578	0,5633
Faulraumlastabweichung	0,075283	0,0529624	1,421	0,1522
Anzahl Substratzugaben	-0,0008928	0,0021179	-0,422	0,6733
Fermenterzahl	0,2366688	0,0611621	3,870	0,0001
Anlagenleistung	-0,0000263	0,0001881	-0,140	0,8887
BHKW-Stunden	0,0000436	0,0000171	2,546	0,0109
(Pseudo)Bestimmtheitsmaß: 0,52				

Tabelle 2: Einflussfaktoren der technischen Effizienz

Weiterhin ist der positive Zusammenhang zwischen der Fermenterzahl und der technischen Effizienz der Anlagen signifikant. Grund dafür könnte die bessere Substratausnutzung und damit höhere Gasausbeute sein, die durch mehrere Fermenter möglich wird. Zu betonen ist, dass es sich nicht um einen Vergleich ein- und mehrstufiger Verfahren handelt. Alle weiteren Variablen des Regressionsmodells sind nicht signifikant. Für das Merkmal der installierten Leistung als Proxy für die Anlagengröße ist dieser Befund überraschend, denn in der Praxis ist - unter Verweis auf Kostendegressionen - eine Tendenz zur Installation größerer Anlagen zu beobachten. Allerdings kann aus den Ergebnissen der Effizienzanalyse nicht abgeleitet werden, dass größere BGAs nicht kostengünstiger produzieren *könnten* als kleinere Anlagen. Offensichtlich gelingt es den Betreibern größerer Anlagen aber nicht immer, dieses Potential auszuschöpfen. Die Größe der BGA ist damit bestenfalls eine notwendige, keinesfalls aber eine hinreichende Bedingung für technische Effizienz.

Literaturverzeichnis

- [S06] Seeger, Stephan: Zur technischen Effizienz von Biogasanlagen. Master-Arbeit an der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät, Humboldt-Universität zu Berlin, 2006.
- [C98] Coelli, T., Rao, DSP; Battese. G.E.: An introduction to efficiency and productivity analysis. Boston, Kluwer Academic Publishers, 1998.