

Hans Oechsner, Dieter Weckenmann und Carsten Buchenau, Hohenheim

Biogasanlagen in Baden-Württemberg

Evaluierung

In Deutschland existieren mittlerweile rund 375 landwirtschaftliche Biogasanlagen [1]. Baden-Württemberg ist neben Bayern das Bundesland mit der höchsten Anlagendichte. Die meisten dieser Anlagen wurden durch öffentliche Mittel gefördert. Zur Ermittlung von verfahrenstechnischen Daten wurde die Landesanstalt vom Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg damit beauftragt, an allen bekannten Biogasanlagen im Land verfahrenstechnische Daten zu erheben. Die Evaluierung soll dazu beitragen, die Datenbasis im Bereich der landwirtschaftlichen Biogasanlagen für Baden-Württemberg zu vervollständigen. Durch eine Erfassung und Auswertung von Erfahrungswerten der Anlagenbetreiber wird für die Zukunft eine gezieltere Beratung und Planung möglich.

Wichtigste Entscheidungsgründe für den Bau von Biogasanlagen sind die Erzeugung regenerativer Energie, die Reduzierung von Gerüchen, die Verbesserung der pflanzenbaulichen Eigenschaften des Flüssigmistes, die Verwertung organischer Reststoffe und die Entsorgung von häuslichen Abwässern.

Untersuchungsmethode

Von uns wurden alle bekannten Biogasanlagen besucht, anhand eines Erhebungsbogens die Verfahrenskomponenten der Anlagen vor Ort erfaßt und Leistungsdaten erfragt. Zusätzlich wurde die Gasqualität (Methan, Kohlendioxid und Schwefelwasserstoffgehalt) ermittelt.

Ergebnis

Anfang 1997 existierten in Baden-Württemberg 79 landwirtschaftliche Biogasanlagen. An 66 Anlagen wurden verfahrenstechnische Daten erhoben, vier Anlagen befanden sich im Baustadium, sieben Anlagen sind vorübergehend außer Betrieb und zwei Betriebsleiter lehnten eine Datenerhebung ab.

Dr. Hans Oechsner ist wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinen- und Bauwesen, Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart. Dr. Dieter Weckenmann war wissenschaftlicher Mitarbeiter dieser Landesanstalt während der Erhebung der Daten, cand. agr. Carsten Buchenau war dort studentische Hilfskraft.

Durch die Erhebung wurde erneut deutlich gemacht, daß die Bereitschaft von Landwirten, im Bereich Biogas zu investieren, durch rahmenpolitische Steuermaßnahmen stark beeinflusst wird. So wurden 73 % der heute existierenden Anlagen nach Inkrafttreten des Stromeinspeisegesetzes im Jahr 1991 in Betrieb genommen. Auch die Gewährung von Investitionszuschüssen wirkte sich fördernd aus. Seit Inkrafttreten des Agrarinvestitionsförderprogrammes im Jahr 1995 wurden 37 % der heute existierenden Biogasanlagen gebaut. Förderlich war auch die verstärkte Officialberatung durch zwei Biogas-Fachberater im Land.

In Baden-Württemberg werden zur Zeit die Exkremate von rund 6000 Großvieheinheiten (GV) in Biogasanlagen vergoren. Es werden durchschnittlich 87 GV pro Biogasbetrieb gehalten. Der Anteil der größeren Betriebe stieg in den vergangenen Jahren, 41 % der Betriebe mit Biogasanlagen haben mehr als 100 Großvieheinheiten. Bei 36 % der Betriebe liegt der GV-Besatz zwischen 50 und 99 und nur 23 % der Betriebe halten weniger als 50 GV.

Die Kofermentation

spielt inzwischen mit einem Anteil von 62 % der Betriebe eine bedeutende Rolle. Den größten Anteil der Kosubstrate nimmt Frittierfett, gefolgt von Abscheider- und Flotatfett und von Speiseresten ein. Vor allem bei den neueren Anlagen handelt es sich um fundiert geplante Kofermentationsanlagen mit der erforderlichen peripheren Aufbereitungstechnik und entsprechenden Lagerungsmöglichkeiten. Insgesamt werden in den Biogasanlagen Baden-Württembergs rund 22000 t/Jahr organischer Abfälle mitvergoren. Es stehen zur Zeit 23000 m³ Fermentervolumen zur Verfügung. Die Größen der Fermenter schwanken zwischen 23 und 1050 m³ pro Betrieb. Als Mittelwert errechnet sich je Betrieb ein Faulraumvolumen von 330 m³ oder 3,8 m³ pro GV. 77 % der Biogasanlagen arbeiten nach dem Durchflußprinzip, (konstantes Fermentervolumen). 33 % der Durchflußanlagen sind mit zusätzlicher Nachgärung im Lagerbehälter versehen. 6 % der Biogasanlagen in Baden-Württemberg sind Speicheranlagen (Fermenter kann bis zu 70 % als Lagerraum genutzt werden). Bei

den restlichen 17 % handelt es sich um Speicher-Durchflußanlagen (Fermenter fungiert zeitweise als Durchflußanlage, kann zum Ausbringungszeitraum teilweise geleert werden).

Der überwiegende Teil der Biogasanlagen wird bei mesophiler Temperatur zwischen 30 und 40 °C gefahren. Weniger als 3 % der Anlagen laufen bei Temperaturen unter 30 °C. 12 % der Biogasanlagen arbeiten zum Teil aufgrund von Hygieneüberlegungen im thermophilen Temperaturbereich über 50 °C. Die hydraulische Verweilzeit des Substrates in den Fermentern ist sehr unterschiedlich. Bei 17 % der Durchflußanlagen sind es weniger als 20 Tage und bei 37 % liegt sie zwischen 20 und 39 Tagen. Erstaunlich ist, daß bei 6 % der Durchflußanlagen eine hydraulische Verweilzeit von mehr als 100 Tagen vorliegt.

Die Rührreinrichtungen in den Biogasanlagen sind von entscheidender Bedeutung für eine gleichmäßige Durchmischung des Substrates (Nährstofftransport zu den beteiligten Mikroorganismen, Verhindern von Schwimmdecken und Sedimentschichten, Entgasen des Substrates). Mechanische Rührsysteme überwiegen (85 %). Bei voll durchmischten Reaktoren finden Tauchrührwerke, Langachs-rührwerke sowie Haspel- oder Paddelrührwerke Einsatz. Etwa 11 % der Biogasanlagen werden pneumatisch mit Hilfe von am Boden der Fermenter eingepreßtem Biogas durchmischt. An nur 4 % der Biogasanlagen werden hydraulische Rührreinrichtungen eingesetzt.

Die Speicherung

des anfallenden Biogases erfolgt bei 97 % der Biogasanlagen in Niederdruckspeichersystemen (durchschnittliche Lagerdauer 18 Stunden).

Verwertung

Das Biogas wird bei 96 % der Betriebe in Blockheizkraftwerken verstromt. Diese wurden von insgesamt neun verschiedenen Herstellern gebaut. 20 % der Blockheizkraftwerke sind Selbstbauanlagen (zum Teil unter Verwendung von Gebrauchtteilen). In den vergangenen Jahren hat sich vorwiegend der Zündstrahlmotor (67 %) durchgesetzt. Seine Vorteile liegen im höheren Wirkungsgrad sowie der größeren Flexibilität beim Betrieb.

Biogas enthält neben Methan und Kohlendioxid auch verschiedene Spurengase. Bei der Verbrennung des Biogases kann sich der Anteil des Spurengases Schwefelwasserstoff (H₂S) negativ auf die Lebensdauer der Motoren auswirken. Es ist daher erforderlich, das Biogas einem Entschwefelungsprozeß zu unterziehen. Die in den Anfängen der Biogastechnologie übliche Methode der chemischen Entschwefelung des Biogases mit Eisenhydroxid wird nur noch bei 4 % der Biogasanlagen eingesetzt. Inzwischen hat sich ein biologisches Entschwefelungsverfahren bei etwa 81 % der Biogasanlagen etablieren können, bei dem der Schwefelwasserstoff von Schwefelbakterien unter Zuhilfenahme von Sauerstoff zu elementarem Schwefel oxidiert wird. Zu diesem Zweck wird Luft in den Gasbereich des Fermenters oder in das Nachgärbecken eingeblasen. Es ist eine Luftfrate zwischen 3 und 8 % der täglich produzierten Biogasmenge üblich. Bei der Überprüfung der Gasqualität wurde festgestellt, daß nicht alle Entschwefelungsanlagen ausreichend sicher funktionieren. Bei 54 % der Biogasanlagen lag der H₂S-Anteil trotz Entschwefelung über 500 ppm, bei 15 % der Anlagen sogar über 2000 ppm. Erstaunlich war, daß auch 15 % der Biogasanlagen ohne Entschwefelungsmaßnahmen betrieben werden. Dementsprechend liegt der H₂S-Gehalt bei diesen immer über 1000 ppm, meist sogar über

2000 ppm. Der Methangehalt im Biogas war zum Teil sehr unterschiedlich und schwankte zwischen 43 und 68,5 %. Bei 98 % der Biogasanlagen lag brennbares Gas mit mehr als 50 % Methananteil vor, bei 78 % der Anlagen lag der Methangehalt über 55 % (Gesamtdurchschnitt: 57,7 % Methangehalt).

Gasausbeute

Als äußerst schwierig erwies sich die Ermittlung der Gasproduktion, da die Betriebe zum Teil nicht über geeignete Meßeinrichtungen verfügen oder die Daten nicht regelmäßig notiert werden. Die 65 auswertbaren Betriebe produzieren täglich eine Biogasmenge von etwa 16000 m³. Dies entspricht einer jährlich erzeugten Menge von rund 3,4 Mio. m³ Methan mit einem Energieinhalt von rund 33 GWh. Bei 58 Betrieben konnte die erzeugte Elektrizität erfaßt werden, sie produzierte rund 10,4 GWh/ Jahr.

Bei Betrieben ohne Kofermentation liegt die spezifische Biogausausbeute in der Regel unter 2 m³/GV.d. Der Zusatz von Kosubstrat steigert die spezifische Gasausbeute deutlich. Ähnliches gilt für die Betrachtung der faulraumbezogenen spezifischen Gasausbeute (Tab. 1).

Notwendige Investitionen

Die spezifischen Investitionen je m³ Faulraumvolumen ergaben eine sehr breite Spanne von 124 bis 11429 DM/m³. Anla-

Tab. 1: Durchschnittliche spezifische Gasausbeute beim Biogasprozeß bei unterschiedlichen Kotarten mit und ohne Kofermentation

Table 1: Average gas yield in the biogas process with different excrements with and without co-fermentation

Exkremate von:	volumenspezifische Gasausbeute m ³ Biogas/m ³ Faulraum · Tag	
	ohne Kofermentation	mit Kofermentation
Rindern	0,63 (18)	1,09 (29)
Schweinen	0,54 (4)	1,23 (8)
Hühnern	0,95 (1)	1,47 (1)

() Zahl der Betriebe

gen ohne Kofermentation verursachten durchschnittlich Investitionskosten von 661 DM/m³ Faulraum, Anlagen mit Kofermentation waren entsprechend teurer mit 1004 DM/m³ Faulraum. Bei Anlagen ohne Kofermentation ergibt sich je GV eine Kostenspanne zwischen 625 und 7619 DM. Nach Abzug der vier teuersten und vier billigsten Anlagen liegt der durchschnittliche spezifische Investitionsaufwand bei 2015 DM/GV.

Bei den meisten Biogasanlagen wurden staatliche Fördermittel gewährt, die zwischen 5 und 35 % der Investitionssumme lagen. Als besonders erfreulich zeigte sich bei der Erhebung, daß vor allem die Betriebe mit hohem Kofermentationsanteil sehr schnell einen Rückfluß der Investitionen haben, wenn sie den aus Biogas erzeugten Strom verkaufen und für die Abnahme des Abfalls eine Entsorgungsgebühr erhalten.

Die Erhebung hat ferner gezeigt, daß es in der Regel von großem Vorteil ist, wenn sich Landwirte, die eine Biogasanlage planen, zuvor von unabhängiger Seite beraten lassen. Vor allem eine fundierte, betriebsspezifische Wirtschaftlichkeitsbetrachtung kann Fehlinvestitionen verhindern.

Literatur

[1] Oheimb, R. von: Betriebserfahrungen mit Biogasanlagen in der Landwirtschaft. ATV-Tageband „Biogas, Aufbereitung und Verwertung“ ATV-Schriftenreihe (in Vorbereitung)

Schlüsselwörter

Biogas, Evaluierung, Kofermentation, Investitionen, Gasertrag, Methangehalt, Schwefelwasserstoff

Keywords

Biogas, evaluation, co-fermentation, investment, gas yield, methane content, hydrogen sulphide

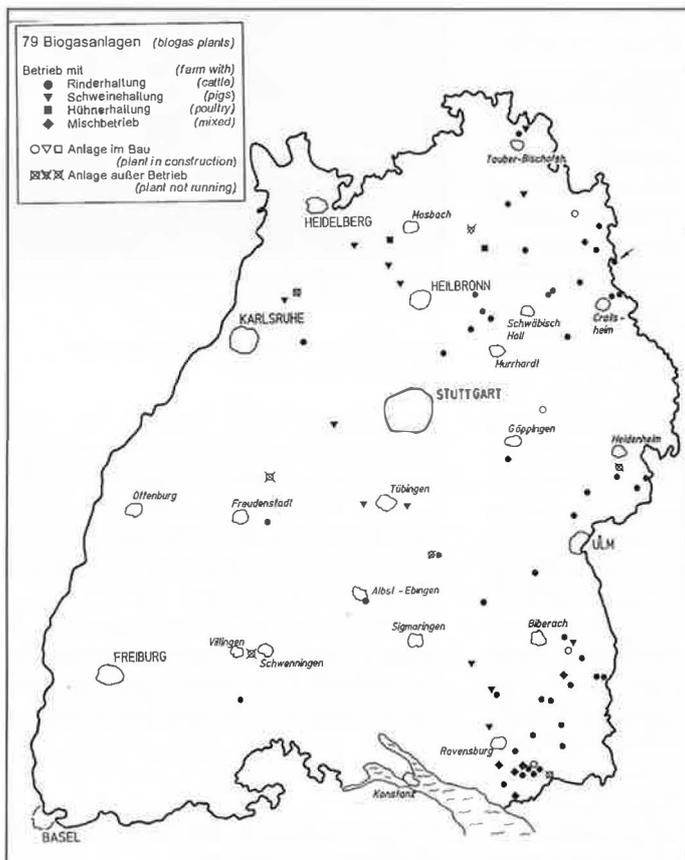


Bild 1: Verteilung landwirtschaftlicher Biogasanlagen in Baden-Württemberg

Fig. 1: Locations of agricultural biogas plants in Baden-Württemberg