

Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Energie, Wärme und Dünger in der Kreislaufwirtschaft



C.A.R.M.E.N.

Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Energie, Wärme und Dünger in der Kreislaufwirtschaft

*„Aus Agrarreststoffen
entstehen Energie
und Dünger“*

Ursprüngliches Motiv für die Vergärung von Gülle war die Düngereinsparung. Vergorene Gülle zeichnet sich durch einen verbesserten „Güllewert“ aus, d.h. die Flüssigkeit ist weniger aggressiv und die enthaltenen Nährstoffe, insbesondere Stickstoff, sind für die Pflanzen leichter verfügbar.

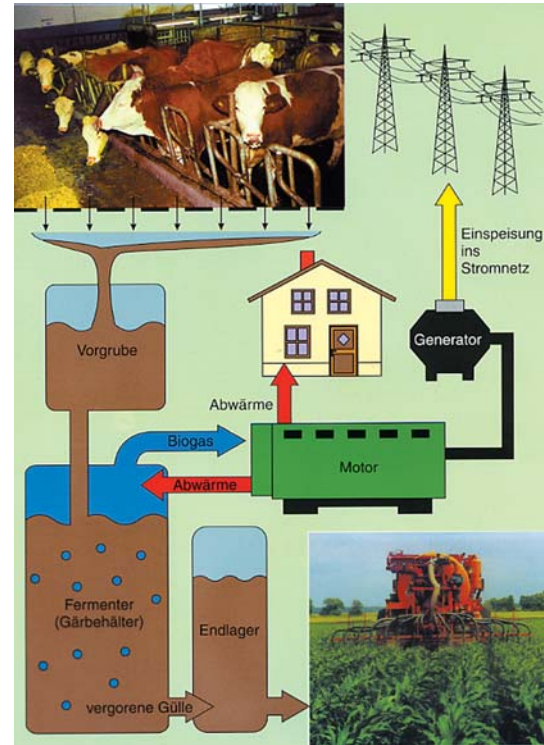
Als positiver Nebeneffekt der Vergärung wurde die Wärmeabgewinnung erkannt. Durch das Stromeinspeisegesetz wurden auch die Potenziale der Stromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung genutzt. Reine Gülleanlagen führten jedoch zu keiner befriedigenden Fermenterauslastung. Da biologische Rest- und Abfallstoffe wie z. B. Fett aus der Gastronomie sich sehr gut als Kosubstrat für Biogasanlagen eignen, boten sich Anlagenbetreiber als Abnehmer für diese Reststoffe an. Der Preis, den die Betreiber für die Abnahme erzielen konnten, war zunächst relativ hoch, so dass die Zahl der Biogasanlagen stark anstieg, bis schließlich die Zahl der Abnehmer so groß war, dass die angebotenen Rest- und Abfallstoffe nicht mehr ausreichten und die Vergütung biogener Abfallstoffe sank.

Seit der Novelle des EEG geht der Trend hin zum Vergären von eigens angebauten Energiepflanzen. Auch die alleinige Vergärung von diesen Energiepflanzen ganz ohne Gülle wird zunehmend angestrebt. Die Biogasanlage wird so immer mehr zu einer Veredelungslinie landwirtschaftlicher Produkte, so wie etwa die Viehhaltung gesehen wird.

Der Fachverband Biogas e.V. geht davon aus, dass bis Ende des Jahres 2005 ca. 450 MWel installierte Leistung in Biogasanlagen vorhanden sein werden. Die Hauptstütze für den Ausbau von Biogasanlagen ist das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG). Direkte Investitionsprogramme gibt es nur noch wenige.

Technik

Die Gülle fließt im einfachsten Fall vom Stall direkt in die Vorgrube und von dort in den Fermenter. Feste Substrate können mit Hilfe von Eintragschnecken, Eintragskolben, stationären Futtermischwägen o. Ä. direkt in den Fermenter eingebracht werden. Als Substrat kann in landwirtschaftlichen Biogasanlagen mit Ausnahme holzartiger Stoffe (Lignin) nahezu jegliche organische Substanz vergoren werden.



Einfaches Ablaufschema einer Biogasanlage

Der Fermenter kann in liegender oder stehender Bauweise aus Stahl bzw. Beton gefertigt sein und muss luft- und lichtundurchlässig sein. Es kann drei Monate dauern, bis zum ersten Mal nach Inbetriebnahme eines neuen Fermenters ausreichend Biogas erzeugt wird. Zur Beschleunigung kann etwas Gärrest aus einer bestehenden Anlage zum Animpfen des Gärprozesses in den Fermenter eingebracht werden. Die Prozesstemperatur wird meist im mesophilen Bereich, auf etwa 33 bis 40° C, gehalten. Wichtig ist eine konstante Fermentertemperatur. In der Flüssigkeit vorhandene anaerobe Bakterien (Säure- und Methanbildner) setzen organische Substanz in Methan und Kohlendioxid um. Der gesamte Prozess gilt als stabil, wenn die Abbauprodukte der Säurebildner in symbiotischer Weise von den Methanbildnern zu Methan und Kohlenstoffdioxid weiter verarbeitet werden.

Der Gärrest aus dem Fermenter wird bis zur Ausbringung auf die landwirtschaftlichen Flächen in einem Endlager gespeichert. Eine umweltfreundliche Ausbringungsart ist die bodennahe Ausbringung mittels Schleppschlauchtechnik.

Das Substrat wird durch Verrühren homogenisiert, was das Austreiben des Gases unterstützt. Dieses besteht zu etwa 50 bis 65 Volumenprozent aus Methan, ca. 34 bis 49 Volumenprozent sind unverwertbares Kohlenstoffdioxid. Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff machen weniger als ein Volumenprozent des Biogases aus. Die Gasaufbereitung erfolgt meist mittels biologischer Entschwefelung im Fermenter und einfacher Auskondensation des Wasseranteils im Biogas. Alternativ gibt es Module zur externen Entschwefelung. Möglich ist auch die Zugabe von Eisenoxidlösungen zum Substrat, um den Schwefel im Fermenter auszufällen und aus der Gasphase zurückzuhalten. Außerdem werden Filter angeboten, die mittels Aktivkohle Schwefelwasserstoff aus dem Biogasstrom entfernen.

Die Biogasspeicherung erfolgt überwiegend drucklos im Kunststoffoliensack oder im Luftraum über der Flüssigkeit im Nachgärer.

Das erzeugte Biogas wird zum größten Teil zur Verstromung eingesetzt. Ein Motor verbrennt das erzeugte Biogas und treibt einen Generator an. Die elektrische Energie wird ins öffentliche Netz eingespeist bzw. teilweise auch dem landwirtschaftlichen Hof abgetreten. Mit der Motor- und Abgasabwärme wird zunächst der Fermenter beheizt, um dort die notwendige Gärtemperatur zu erhalten. Zusätzlich ist die Beheizung von Wohn- sowie Betriebsgebäuden oder anderer Wärmeverbraucher, z. B. die Verwendung für Trocknungsprozesse, möglich. Eigentlich sollte die Planung einer Biogasanlage von einer Wärmeverwertungsmöglichkeit her begonnen werden. Diese Kombination von Verbrennungsmotor mit Elektrogenerator und Wärmetauscher nennt man Blockheizkraftwerk (BHKW).

Bei einstufigen Verfahren (alle vier Stufen des Biogas-Bildungs-Prozesses finden in einem Behälter statt) ist sowohl in Bezug auf pH-Wert und C/N-Verhältnis als auch beim Nährstoffverhältnis das Optimum der Methanisierung (Stufen drei und vier des Biogas-Bildungs-Prozesses) einzustellen, da die Methanbakterien empfindlicher sind bezüglich Milieubedingungen und langsamer wachsen als Bakterienarten aus der Versäuerung (Stufen eins und zwei des Biogas-Bildungs-Prozesses).

Anlagentypen¹

Bei der Vergärung kommen in erster Linie Nassvergärungsverfahren zum Einsatz. Die Durchführung erfolgt hierbei meist mit Hilfe von vollständig durchmischbaren Rührkesselreaktoren. Immer mehr wird auch versucht, im Rahmen der Trockenvergärung Biogas zu erzeugen.

¹ Quelle: Weiland, Rieger, Ehrmann (2003)

Zur energetischen Verwertung kommen bei einer Leistung bis ca. 250 kWel beinahe ausschließlich Anlagen mit Zündstrahlmotor mit Heizöl EL als Zündöl zum Einsatz, während für eine Leistung über 250 kWel in der Regel Gas-Otto-Motoren verwendet werden.

Es zeichnet sich ein Trend ab zu Biogasanlagen mit nur einem BHKW in Höhe von 500 kWel und einem Gas-Otto-Motor.

Betreibermodelle

Da in kleinstrukturierten Gebieten einzelne landwirtschaftliche Betriebe meist

nicht genug landwirtschaftliche Reststoffe und Nachwachsende Rohstoffe für den wirtschaftlichen Betrieb einer Biogasanlage zur Verfügung stellen können, bietet sich das Modell einer Gemeinschaftsbiogasanlage von mehreren Landwirten an. Im Falle eines Zusammenschlusses ist eine GbR oder eine andere juristische Person Betreiber der Anlage. Um zu vermeiden, dass der Landwirt mit seinem gesamten Privatvermögen haften muss, wird versucht, Betreibermodelle wie z. B. die GmbH & Co. KG anzuwenden.

Auch die Form einer Genossenschaft kann attraktiv sein. Man sollte sich in jedem Fall von einem Rechtsbeistand juristischen Rat einholen.

Technische Parameter

- Erstmaliger Aufbau einer Methanbakterienkultur im Fermenter, Dauer: ca. 3 Monate
- Ausschluss von Sauerstoff und Licht
- Ausreichend Wasser/Feuchte für die Bakterientätigkeit
- Max. TS-Gehalt von 15 Prozent wegen Pumpfähigkeit
- Ausreichende Homogenisierung und Entgasung des Substrates im gesamten Fermenterraum
- Ausreichende Verweilzeiten, meist > 30 d
- Große Oberfläche des Substrates bzw. möglichst kleine Partikel
- Maximale Raumbelastung meist bei ca. 4 kg oTS/d/m³ Fermenter
- Möglichst konstante Temperatur des Substrates
- Möglichst konstante Beschickung des Fermenters mit möglichst homogenem Substrat
- Vorhandensein von Spurenelementen in ausreichender Menge
- Konstanter pH-Wert bei zweistufigen Verfahren: (die vier Stufen des Biogas-Bildungs-Prozesses finden in zwei Behältern statt) Hydrolyse/Versäuerung 5,2 bis 6,3; Methanisierung 6,7 bis 7,5
- C/N-Verhältnis bei zweistufigen Verfahren: Hydrolyse/Versäuerung 10 bis 45; Methanisierung 20 bis 30
- Nährstoffverhältnis C:N:P bei zweistufigen Verfahren: Hydrolyse/Versäuerung 500:15:5:3; Methanisierung 600:15:5:3

TS = Trockensubstanz, oTS = organische Trockensubstanz, d = Tag

Ökonomie: Einfaches Kalkulationsschema

Einnahmen

Stromeinnahmen
Evtl. Wärmeeinnahmen
Evtl. Verwertungserlöse

Ausgaben

Fixkosten
Zinszahlung
Abschreibungen

Laufende Kosten

Arbeitszeit, Zündöl
Stromzähler, Versicherung
Unterhalt Technik, Unterhalt Bau
Substrat, Gütesicherung
Aufmischwasser, Ausbringung Gärrest
u. a.

Seit Einführung des EEG als Nachfolger des Stromeinspeisegesetzes im Jahr 2000 besteht für die Netzbetreiber eine Abnahme- und Vergütungspflicht für Strom, der durch Vergärung von Biomasse gewonnen wurde. Die darin festgelegte Vergütung für 20 Jahre auf Basis von Festpreisen ermöglicht erstmals die notwendige Planungssicherheit für die relativ kostenintensiven Projekte. Einnahmen werden überwiegend aus dem Stromverkauf und

der Stromgutschrift für vermiedene Bezugskosten des landwirtschaftlichen Betriebes erzielt. In obiger Tabelle ist ein einfaches Kalkulationsschema für die Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen mit möglichen Einnahme- bzw. Ausgabenpositionen aufgeführt. Seit Novellierung des EEG zum 01.08.04 ist die gezielte Vergärung von Nachwachsenden Rohstoffen ermöglicht worden. Diese Möglichkeit wird sehr intensiv genutzt.



Biogasanlagenfermenter mit Gashaube



Zündstrahl BHKW

Ökologie

Bei der Lagerung unvergorener Gülle wird Methan freigesetzt. Durch die Verwertung in einer Biogasanlage wird die Gülle ausgefault und das entstehende Methan verbrannt, wodurch seine klimaschädliche Wirkung deutlich reduziert wird. Das bei der Verbrennung des Methans freigesetzte Kohlendioxid stammt nicht aus fossilen Quellen vergangener Erdzeitalter, sondern aus dem sich ständig wiederholenden Prozess der Kohlendioxidentnahme aus der Luft, dem Aufbau von Pflanzenmaterial und seiner Zersetzung bei abbauenden Prozessen (hier Vergärung, Verbrennung). Da sich diese Vorgänge innerhalb eines Kreislaufs befinden, ist die energetische Nutzung von Biogas CO₂-neutral.

Durch die anaerobe Vergärungstechnik werden viele unangenehm wirkende Geruchsstoffe im Substrat zerstört. Somit trägt die Biogasanlage zur deutlichen Senkung von Geruchsemissionen bei der Lagerung und auch der Ausbringung bei.

Vergorene Gülle führt bei Ausbringung zu weniger Ätزشäden an den Kulturpflanzen sowie an den Bodenlebewesen und kann im lokalen Bodenklima weniger Staunässe bewirken, da sie ein besseres Abflussverhalten besitzt.

Durch die Vergärung wird der Anteil an mineralischem Stickstoff in der Gülle erhöht, welcher bei der Ausbringung leichter pflanzenverfügbar ist. Dies führt bei sachgemäßer Handhabung zu weniger Auswaschung von Stickstoff ins Grundwasser.

Impressum: Herausgeber: C.A.R.M.E.N. Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk; **V.i.S.d.P.:** Werner Döller; **Text und Konzeption:** C.A.R.M.E.N. e.V.; **Layout:** ABC&D Coburg; **Bildnachweis:** Alle Bilder C.A.R.M.E.N. e.V.; **November 2008; Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt.**

Wichtige Sicherheitsaspekte beim Betrieb von Biogasanlagen

Beim Betrieb von Biogasanlagen können vor allem in tieferliegenden Bereichen gefährliche Gaskonzentrationen entstehen. Gesundheitsrisiken und Lebensgefahr bestehen bei folgenden Gasen:

Kohlendioxid CO₂

- Schwerer als Luft, verdrängt die Atemluft, Erstickungstod!

Schwefelwasserstoff H₂S

- Schwerer als Luft, Nervengift, Tod durch Atemlähmung!

Ammoniak NH₃

- Gesundheitsschädlich, reizt Augen und Haut!

Methan CH₄

- Bei zündfähiger Gaskonzentration besteht Explosionsgefahr!

■ Weitere Gefahren:

- Entstehung von Bränden.
- Kondensatbildung mit der Gefahr des Einfrierens und dem Verschluss von Leitungen.

■ Technische Maßnahmen:

- Sicherheitseinrichtungen am Gärbehälter und am Gasspeicher müssen eine unzulässige Änderung des Innendruckes verhindern.
- Befüllöffnungen, Kanäle und Schächte müssen gegen ein Hineinstürzen von Personen gesichert werden.

- Schutzabstände und Exzonen sind nach den geltenden Vorschriften einzuhalten.
- Alle Bedieneinrichtungen sollen über Erdgleiche angebracht werden.
- Feuer, offenes Licht und Rauchen ist verboten!
- Heiße Materialien sind gegen Berühren zu schützen.
- Das Blockheizkraftwerk muss durch einen außenliegenden Notausschalter abgeschaltet werden können.
- Ein Feuerlöscher für Brände der Klasse ABC ist außen am Betriebsgebäude anzubringen.
- Betriebsanweisungen sind vom Unternehmer zu erstellen.

Ausblick

Biogasanlagen bieten den Landwirten unter Umständen eine Möglichkeit für zusätzliches Einkommen. Die weiteren Vorteile von Biogasanlagen, wie die Verminderung von CO₂-Emissionen, die Geruchsreduzierung und die bessere Verträglichkeit der ausgebrachten Substrate für den Ackerboden dienen hingegen der Allgemeinheit. Durch das Erneuerbare Energien Gesetz und die Förderprogramme des Bundes sowie des Landes Bayern wurden auch die ökonomischen Voraussetzungen für eine dezentrale Stromversorgung stark verbessert.

In Zusammenarbeit mit der Land- und Forstw. Berufsgenossenschaft Niederbayern/Oberpfalz und Schwaben

C.A.R.M.E.N. – Dienstleistungsunternehmen für jedermann:

Schulgasse 18
D-94315 Straubing
Tel.: 0 94 21/9 60 300
Fax: 0 94 21/9 60 333
E-Mail: contact@carmen-ev.de
URL: <http://www.carmen-ev.de>



C.A.R.M.E.N.