

Katharina Hopfner-Sixt, Thomas Amon, Vitimir Bodiroza, Vitaliy Krivoruchko, Dejan Milovanovic, Werner Zollitsch und Josef Boxberger, Wien

Stand der Technik österreichischer Biogasanlagen

Verbesserte rechtliche Rahmenbedingungen haben in Österreich zu einem sprunghaften Anstieg der Biogasanlagen geführt bei verstärktem Einsatz von Energiepflanzen. Durch die Anpassung der Anlagentechnik an die neuen stofflichen Voraussetzungen entsteht eine „neue Generation“ von Biogasanlagen, die spezielle Anforderungen an Substrateinbringung und Fermenterdurchmischung stellt. 40 österreichische Biogasanlagen wurden untersucht hinsichtlich ihrer Technologien, der Prozessparameter und Faktoren der Wirtschaftlichkeit sowie Möglichkeiten zur Systemoptimierung.

Dr. Katharina Hopfner-Sixt, DI Vitimir Bodiroza, Dr. Vitaliy Krivoruchko und Dr. Dejan Milovanovic sind wissenschaftliche Mitarbeiter, ao. Univ. Prof. Dr. Thomas Amon leitet die Arbeitsgruppe „Tierhaltungs- und Umwelttechnik“ und o. Univ. Prof. Dr. Josef Boxberger leitet das Institut für Landtechnik; ao. Univ. Prof. Dr. Werner Zollitsch leitet das Department für Nachhaltige Agrarsysteme der Universität für Bodenkultur, Peter Jordan-Straße 82, A-1190 Wien; e-mail: katharina.hopfner-sixt@boku.ac.at

Das Projekt wird von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) gefördert und vom Forum Biogas Österreich unterstützt.

Schlüsselwörter

Biogas, anaerobe Vergärung, Energiepflanzen

Keywords

Biogas, anaerobic digestion, energy crops

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 06116 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Mit dem am 1. Januar 2003 in Kraft getretenen Ökostromgesetz wurde in Österreich erstmals der rechtliche Rahmen für eine zukunftsweisende Biogaserzeugung aus agrarischer Biomasse geschaffen. Der sprunghafte Anstieg der Anzahl an Biogasanlagen und der verstärkte Einsatz von Energiepflanzen sind Indikatoren für die Effektivität dieses Instruments.

Im April 2005 waren in Österreich bereits 294 Biogasanlagen mit einer Leistung von 27 MW_{el.} in Betrieb [1]. Rechnet man die bereits genehmigten Anlagen dazu, waren zu diesem Zeitpunkt Ökostromanlagen mit einer Gesamtleistung von 71 MW anerkannt [2].

Der verstärkte Ausbau der Biogaserzeugung ging einher mit einer starken Veränderung der zum Einsatz kommenden Substrate. Bei 90 % der im Rahmen des Ökostromgesetzes genehmigten Biogasanlagen handelt es sich um Anlagen, die nur Substrate aus der landwirtschaftlichen Urproduktion vergären ohne Zusatz von Kosubstraten [2]. Diese stofflichen Veränderungen in „modernen Biogasanlagen“ führen zu einer Anpassung der Anlagentechnik.

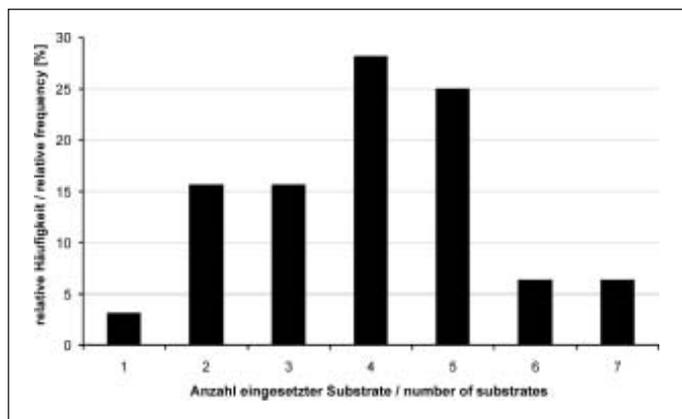
Ziel dieser Untersuchungen ist es, den Stand der Technik auf modernen Biogasanlagen in Österreich zu erheben, substratbedingte Anpassungen aufzuzeigen und aktuelle Entwicklungen der Biogastechnologie zu erfassen. Möglichkeiten zur Systemoptimierung entlang der gesamten Prozesskette sollen aufgezeigt werden.

Material und Methode

Bundesweit werden 40 Biogasanlagen nach einheitlichen Kriterien untersucht.

Bild 1: Häufigkeit der Anzahl eingesetzter Substrate

Fig. 1: Frequency of substrates used



Folgende Parameter werden auf den Betrieben erhoben: Technik, Stoff- und Energieströme, Wirtschaftlichkeit, Arbeitszeit und Management. Die Erhebungen werden mit Hilfe detaillierter Fragebogen auf den Biogasanlagen vor Ort durchgeführt. Von den eingesetzten Substraten und aus den Gärbehältern aller Prozessstufen bis hin zum Endlager werden Proben gezogen und im Labor auf Inhaltsstoffe und Fettsäuremuster untersucht. Zusätzlich zu dieser flächendeckenden Untersuchung werden ausgewählte Biogasanlagen einem intensiven Messprogramm unterzogen.

Ergebnisse und Diskussion

Anlagengröße

Der verstärkte Ausbau von Biogasanlagen weist einen eindeutigen Trend hin zu leistungsstärkeren Anlagen auf. Vor den tariflichen Bestimmungen des Ökostromgesetzes wurde der Großteil der Anlagen im Leistungsbereich unter 100 kW_{el.} errichtet.

Bereits 71,9 % der neu errichteten Biogasanlagen gehören der Leistungsklasse 101 bis 500 kW_{el.} an. Innerhalb dieser Leistungsklasse weisen sogar knapp 70 % eine elektrische Anschlussleistung zwischen 250 und 500 kW_{el.} auf. 12,5 % der neu errichteten Biogasanlagen sind größer als 501 kW_{el.}

Substrateinsatz

Die rechtlichen Rahmenbedingungen fördern heute Anlagen, die Substrate allein aus

der landwirtschaftlichen Urproduktion vergären, weshalb moderne landwirtschaftliche Biogasanlagen verstärkt Energiepflanzen wie beispielsweise Maisganzpflanzensilage und Grassilage einsetzen. Organische Abfälle werden zumeist in spezialisierten Abfallvergärungsanlagen vergoren.

Bei rund 65 % der untersuchten Biogasanlagen werden Energiepflanzen gemeinsam mit Wirtschaftsdüngern vergoren, wobei als Grundsubstrat bei etwa 61 % der Anlagen Schweinegülle und bei etwa 39 % der Anlagen Rindergülle zum Einsatz kommt. Neben Anlagen, die Energiepflanzen gemeinsam mit Wirtschaftsdüngern vergären, entwickeln sich zunehmend reine Energiepflanzenanlagen (~ 10 %). Bei etwa 25 % der Biogasanlagen werden neben überwiegend organischen Abfällen auch Wirtschaftsdünger und/oder Energiepflanzen vergoren (Kofermentationsanlagen).

Die bevorzugten Energiepflanzen stellen Maisganzpflanzen- und Grassilage dar, jedoch werden zunehmend auch Maiskornsilage, Sonnenblumensilage, Vinasse und Getreideausputz eingesetzt.

Bei den untersuchten Betrieben werden am häufigsten vier bis fünf verschiedene Substrate in den Biogasanlagen eingesetzt (Bild 1). Diese Entwicklung ist zu befürworten, da sich eine ausgewogene Substratmischung positiv auf die Stabilität des Gärprozesses auswirkt.

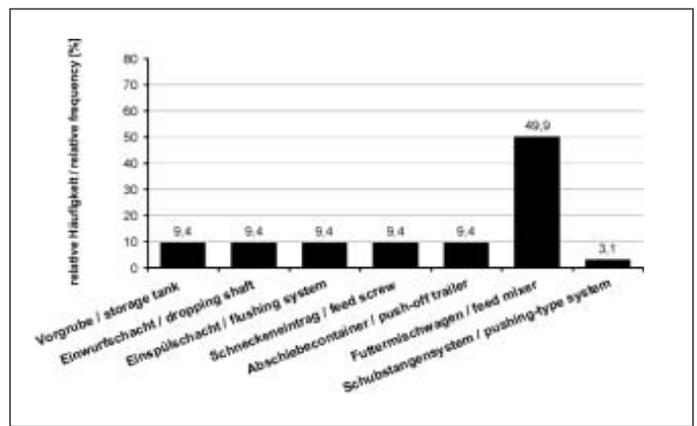
Einbringtechnik für Feststoffe

Mit dem verstärkten Einsatz von Energiepflanzen entstand die Notwendigkeit, Feststoffe direkt in den Fermenter einzuspeisen. Die Vorgrube, die für die Einbringung pumpfähiger Substrate eine zentrale Rolle spielt, stößt bei verstärktem Einsatz von Energiepflanzen an ihre Grenzen. Während zu Beginn der Direkteinspeisung einfache Systeme wie beispielsweise Einwurfschacht, Einspülschacht und Bunker mit Eintragschnecken eingesetzt wurden, setzen sich zunehmend adaptierte Futtermischwagen und Abschiebecontainer mit Wiegeeinrichtungen durch.

Diese Dosierstationen durchmischen und zerkleinern die Feststoffe vor der Einbringung und ermöglichen einen zeit- und gewichtgesteuerten Eintrag in den Fermenter. Die Möglichkeit der häufigen Zudosierung

Bild 2: Einsatzhäufigkeit der Systeme zur Direkteinspeisung von Feststoffen

Fig. 2: Frequency distribution of system for direct feeding of solids



kleiner Mengen wirkt sich positiv auf den Gärprozess und somit auf den Gasertrag und die Gasqualität aus. In Bild 2 ist die Einsatzhäufigkeit der verschiedenen Einbringtechniken für Feststoffe auf den untersuchten Betrieben dargestellt. Angepasste Futtermischwagen werden in rund 50 % der Anwendungsfälle bevorzugt eingesetzt.

Fermentertechnik

Bei der Fermentertechnik lassen sich gemäß der Bauform stehende und liegende Behälter unterscheiden. Entsprechend früheren Untersuchungen zeigt sich auch auf modernen Biogasanlagen eine Dominanz von stehenden, vollständig durchmischten Stahlbetonbehältern. Für die erste Stufe der Fermentation werden auf mehr als 82 % der untersuchten Betriebe stehende Fermenter eingesetzt.

Für die zweite Stufe der Vergärung im so genannten Nachfermenter werden ausschließlich stehende, vollständig durchmischte Stahlbetonbehälter eingesetzt.

Durchmischungstechnik

Die Durchmischung in den Fermentern ist von zentraler Bedeutung. Für einen stabilen Gärprozess sind ein gute Durchmischung und das Vermeiden von Schwimm- und Sinkschichten unabdingbar. In liegenden Fermentern erfolgt die Durchmischung durch ein zentrales, langsam laufendes Haspelrührwerk. In stehenden Fermentern werden in modernen Biogasanlagen aufgrund zunehmender Behältergrößen vermehrt zwei oder gar drei mechanische Rührwerke installiert, um eine effektive Durchmischung des Fermenterinhalt zu garantieren zu können. Von den untersuchten Fermentern haben rund 55 % der Behälter ein Rührwerk und 42 % zwei Rührwerke installiert. In 3 % der Anwendungsfälle sind drei Rührwerke im Fermenter eingebaut, wobei es sich in diesen

Fällen bei einem Rührwerk um ein Ersatzrührwerk handelt, welches bei zusätzlichem Durchmischungsbedarf rasch in Betrieb genommen werden kann. Die Betriebssicherheit der Biogasanlagen kann dadurch erhöht werden. In der Regel handelt es sich bei diesem Rührwerk um einen Stabmixer, der über die Traktorzapfwelle angetrieben wird.

Die veränderten Substratbedingungen und der in der Regel höhere Trockensubstratgehalt des Gärsubstrates auf modernen Anlagen spielen auch bei der Wahl der Bauformen von Rührwerken eine grundlegende Rolle. Wurde früher ein Großteil der Fermenter mit einem schnell laufenden Tauchmotor-Propellerrührwerk ausgestattet, kommen jetzt zunehmend langsam laufende Paddelrührwerke oder Langachs-rührwerke zum Einsatz (Tab. 1). Paddelrührwerke weisen eine elektrische Anschlussleistung zwischen 7,5 und 18 kW auf und werden horizontal und/oder vertikal in den Fermenter eingebaut. Die Rührwerksflügel weisen einen durchschnittlichen Durchmesser von 300 cm auf.

Die Funktionalität der Durchmischungs-technik in den Behältern ist wesentlich für die Prozessstabilität und Prozesssicherheit, weshalb Störungen und Ausfälle großen Schaden anrichten können. Es ist deshalb notwendig, der Durchmischung im Fermenter gebührende Bedeutung zuzumessen und die Rührtechnik durch intensive Forschungs- und Entwicklungstätigkeit zu optimieren.

Fazit

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass der verstärkte Einsatz von Energiepflanzen in landwirtschaftlichen Biogasanlagen zu technischen Veränderungen geführt hat. Die separate Einbringung fester Substrate und die Durchmischung im Fermenter stehen bei modernen Biogasanlagen im Mittelpunkt des Interesses. Dosierstationen, die einen kontinuierlichen Eintrag kleiner Substratmengen und eine konstante Gasproduktion erlauben, finden zunehmend Eingang in die Praxis. Bei der Durchmischungs-technik stellen Langsamläufer wie das Paddelrührwerk und das Langachs-rührwerk neue Entwicklungen dar.

Tab. 1: Häufigkeit der Anzahl und Typen zum Einsatz kommender Rührwerke im stehenden, voll durchmischten Fermenter

Fermenter mit einem Rührwerk	Fermenter mit zwei Rührwerken
61,5 % Paddelrührwerk	35,5 % Paddel-/ TM-Propellerrührwerk
23,1 % TM-Propellerrührwerk	21,4 % Langachs-/ TM-Propellerrührwerk
15,4 % Langachs-rührwerk	14,3 % 2 TM-Propellerrührwerk
	14,3 % TM-Propeller-/ Stabpropellerrührwerk
	14,3 % Paddel-/ Stabpropellerrührwerk

Table 1: Frequency of number and type of mixers in vertical digesters