

Forschung im Bereich Biogas an der Uni Luxemburg

# Erneuerbare Energie aus Biomasse

Forschungsteam um Manfred Greger arbeitet an der Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen zur Energieerzeugung

VON JEAN-PAUL BERTEMES

Tagtäglich produzieren Rinder und Schweine jede Menge Mist und Gülle. Doch wohin mit all dem organischen Abfall? Abhilfe verschafft die Technologie der Biogaserzeugung: Anhand der anfallenden Biomasse wird mittels Vergärung Biogas hergestellt. Durch diese Umwandlung werden sowohl die Geruchsemissionen als auch der Ausstoß von klimarelevanten Gasen vermieden, die sonst bei der üblichen Lagerung von Gülle entstehen. Da die Mineralien während der Fermentation erhalten bleiben, eignet sich der Gärrest zum Düngen. Biogasanlagen können aber auch andere organische Abfälle verwenden. Außerdem kann das so entstandene Biogas zur Energieerzeugung genutzt werden.

Aufgrund der Preisentwicklung fossiler Rohstoffe und deren schwindender Verfügbarkeit musste und muss noch immer nach alternativen Energiequellen gesucht werden. Die Energiegewinnung aus Biogas wird zudem als CO<sub>2</sub>-neutral angesehen: Hier wird nur soviel CO<sub>2</sub> an die Atmosphäre abgegeben wie zuvor beim Pflanzenwachstum der Luft entzogen wurde. Im Gegensatz dazu setzen die fossilen Energieträger CO<sub>2</sub> frei, das seit Jahrmillionen in der Erde gespeichert war.

Die Ökobilanz der Biogaserzeugung fällt insgesamt recht günstig aus, was besonders auf die Kreislaufführung der Nährstoffe zurückzuführen ist. Somit sind Biogasanlagen lokal für Privatpersonen sowie für ganze Gemeinden eine umweltfreundliche Alternati-

ve, um Strom, Wärme oder Bioerdgas zu gewinnen – kombiniert mit dem Vorteil, dass die anfallenden nährstoffreichen Gärreste Wiederverwendung finden.

## Gute Umweltbilanz und Forschungslücken

Der Betrieb von Biogasanlagen wird in Luxemburg staatlich gefördert. Während es im Jahr 2001 noch zwölf Biogasanlagen gab, sind es mittlerweile schon 27. Strom aus Biogas stellt inzwischen 29,4 Prozent der landesweiten Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien (Quelle: Institut luxembourgeois de régulation). Doch im Bereich der Biogaserzeugung besteht weiterhin Forschungsbedarf.

Vor allem an der Optimierung der Biogaserzeugung muss noch gearbeitet werden sowie am besseren Verständnis der biologischen Vorgänge beim Abbau der Biomasse. Über das Zusammenspiel der beteiligten Mikroorganismen ist beispielsweise manches unklar. Daher ist es in der Praxis manchmal schwer einzuschätzen, wie man die verschiedenen Betriebsparameter einer Biogasanlage wie Substratart, Substratmenge, Temperatur oder Rührwerkeinstellungen möglichst optimal einstellen soll.

Forschungsbedarf gibt es auch im Bereich der Trockenfermentation. Diese Art der Fermentation kommt neben den bewährten Fermentationsanlagen in den letzten Jahren verstärkt zum Einsatz. Trockenfermenter werden mit einem deutlich höheren Gehalt an Trockenmasse betrieben. Dadurch haben sie den Vorteil, dass aus-



Parameterkontrolle der Laborkleinfermenter durch eine Praktikantin.

(FOTO: UNI LUXEMBURG)

schließlich mit nachwachsenden Rohstoffen gearbeitet werden kann. Der viel kompaktere Bau solcher Trockenfermenter bringt außerdem zahlreiche Ersparnisse mit sich. Allerdings sind derartige Anlagen schwerer zu betreiben.

Die Universität Luxemburg arbeitet daran, die Forschungslücken in diesen Bereichen zu schließen. Seit fünf Jahren bereits wird unter der Leitung von Professor Manfred Greger im Forschungsbereich Engineering/Environment in Kooperation mit der IGLux s. a. r. l. an der Biogastechologie geforscht.

## Woran arbeiten die Forscher?

Katarzyna Golkowska, PhD an der Uni Luxemburg, untersucht seit Februar 2007 im Forschungsteam um Prof. Greger die Prozessparameter sowie die Biologie des Vergärungsprozesses bei der Trockenfermentation. In kleinen Laborfermentern, im sogenannten Batch-Verfahren, werden hierbei z.B. Zellulose oder Mais vergoren und dabei Messdaten wie der pH-Wert, das Redoxpotential, der Gehalt an flüchtigen organischen Säuren oder die Gasbildung und Gasqualität erfasst.

Bei diesen diskontinuierlichen Versuchen werden verschiedene Belastungen der Fermenter erprobt und dabei das Verhalten der Biozönose beobachtet. Katarzyna Golkowska versucht auf diese Art herauszufinden, wann ein Inhibitionszustand eintritt, d. h. ab wann

die Mikroorganismen aufgrund von Überbelastung nicht mehr arbeiten können. In den bisherigen Experimenten stellte sich heraus, dass die Bakterien viel anpassungsfähiger sind als bisher angenommen. Außerdem kann anhand der Messdaten der bakterielle Abbau besser nachvollzogen werden.

Der bakterielle Abbau der Biomasse ist ein sequentieller Prozess, d. h. er erfolgt in mehreren Stufen durch verschiedene Bakteriengruppen. Während der ersten Phase, der Hydrolyse, werden vor allem Lipide, Proteine und Kohlenhydrate in kleinere Bausteine wie Fettsäuren, Aminosäuren und Zucker zersetzt. In einer zweiten Stufe werden dann kleinere Säuren, vor allem Essigsäure, aber auch CO<sub>2</sub>, Wasserstoff und Schwefelwasserstoff gebildet. Erst in der daran anschließenden Methanogenese entsteht das Biogas, das hauptsächlich Methan und CO<sub>2</sub> beinhaltet.

## Lebensoptimum der Bakterien organisieren

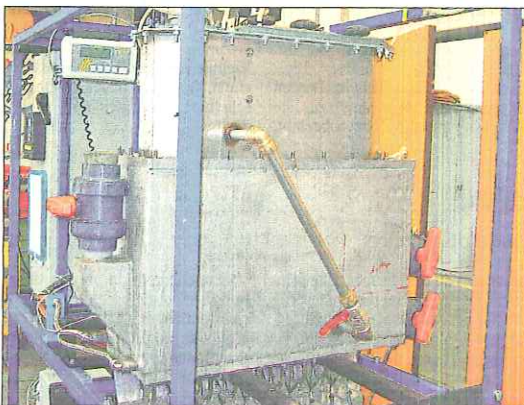
Problematisch an diesem Abbau ist die Tatsache, dass die einzelnen Bakteriengruppen ihre Lebensoptima bei verschiedenen pH-Werten haben. Die Hydrolyse und die Säurebildung laufen optimal bei niedrigeren pH-Werten, während die Methanogenese höhere pH-Werte benötigt. In den derzeit üblichen kontinuierlichen Fermentern findet der ganze Abbauprozess in einem großen Tank statt. In solch einem durchge-

mischten Fermenter liegt der pH-Wert zwischen 7,0 und 7,5, was optimal für die Methanherstellung ist, allerdings außerhalb des Optimalniveaus der Hydrolyse und der Säurebildung bleibt.

Eine gute Lösung hierfür bietet der Reaktorbetrieb nach dem Propfstromverfahren: In diesem Verfahren wird die Biomasse durch ein Rohr geschleust, das im vorderen Bereich einen niedrigeren pH-Bereich aufweist als im hinteren Bereich. Somit kann für jeden Schritt ein Lebensoptimum der Bakterien garantiert und dadurch der Biogasertrag optimiert werden. Im Forschungsprojekt der Uni Luxemburg beschäftigt man sich mit diesem Propfstromverfahren.

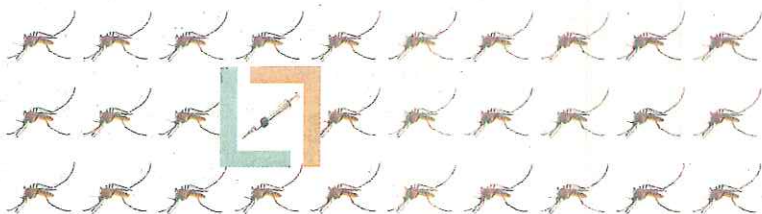
Momentan wird an der Uni mit einem selbst entwickelten 40-Liter-Fermenter für Trockenfermentation im kontinuierlichen Betrieb gearbeitet. Dabei steht die Entwicklung technischer Konzepte und optimaler Betriebsparameter im Vordergrund. Die Erkenntnisse aus den Messungen und Tests dienen als Grundlage für den Bau einer 1-m<sup>3</sup>-Pilotanlage.

Aus den Ergebnissen der diskontinuierlichen Batchversuche und der kontinuierlichen Trockenfermentation soll schließlich ein Simulationsmodell erstellt werden, das beide Verfahren beschreiben kann. Ziel der Forschung ist es, die Basis für eine effizientere Nutzung der umweltfreundlichen Trockenfermentation anhand nachwachsender Rohstoffe zu schaffen.



Zur Erforschung der zukunftssträchtigen Trockenfermentation dient an der Uni diese Anlage.

(FOTO: KG, UNI LUXEMBURG)



D'Fuerschung zu Lëtzebuerg.  
Fir lech. Fir Äert deeglecht Liewen.

Fonds National de la  
Recherche Luxembourg

www.fnr.lu

INVESTIGATING FUTURE CHALLENGES