

Andreas Lemmer, Marina Bekker, Hans Oechsner und Thomas Jungbluth, Hohenheim

Forschungsbiogasanlage „Unterer Lindenhof“

Die Biogasforschung hat an der Universität Hohenheim eine lange Tradition. Bereits in den 80er Jahren wurde das erste Labor zur Durchführung kontinuierlicher Gärtests errichtet. Heute verfügt das Biogaslabor über mehr als 450 Fermenter für die Feststofffermentation. Weitere 28 Fermenter mit einem Nutzvolumen zwischen 17 und 400 l stehen für kontinuierliche Versuchsansätze zur Verfügung. Als Ergänzung zu den umfangreichen Laborkapazitäten wird an der Versuchsstation „Unterer Lindenhof“ in Eningen u.A. derzeit eine Forschungsbiogasanlage mit einer elektrischen Leistung von 190 kW errichtet.

Dr. Andreas Lemmer (e-mail: lemmeran@uni-hohenheim.de) und Dr. Marina Bekker sind wissenschaftliche Mitarbeiter an der Landesanstalt für Landwirtschaftliches Maschinen- und Bauwesen der Universität Hohenheim (Leitung: Dr. Hans Oechsner). Prof. Dr. Thomas Jungbluth ist Dekan der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim.

Schlüsselwörter

Forschungsbiogasanlage, Biogas, Biogaslabor

Keywords

Research biogas plant, biogas, biogas laboratory

Literatur

- [1] Faulstich, M., und K. Greiff: Biogas – ein nachhaltiger Beitrag zur Energieversorgung? Ergebnisse des SRU-Sondergutachtens 2007. In: Biogas – effizient und verlässlich. Tagungsband, 17. Jahrestagung Fachverband Biogas (Hrsg.), München, 2008, S. 79 - 92

Die energetische Nutzung der Biomasse stellt eine der wesentlichen kurz- und mittelfristig umsetzbaren Maßnahmen zur Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch Deutschlands dar. Der Biogastechnik, welche durch eine große Substratflexibilität, hohe Energieumsetzraten und eine Rückführung der biogenen Nährstoffe in den natürlichen Stoffkreislauf gekennzeichnet ist, kommt bei der energetischen Nutzung der Biomasse eine Schlüsselfunktion zu. Gemäß dem Gutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU) gehört Biogas zu den erneuerbaren Energieträgern, die mit der höchsten Energieeffizienz hergestellt werden können [1].

Aus diesem Grund soll die Biogasforschung in Hohenheim weiter ausgebaut werden. Als Ergänzung zu den Laboranlagen im Institut für Agrartechnik in Hohenheim wird daher derzeit auf der Versuchsstation „Unterer Lindenhof“ der Universität Hohenheim in Eningen u.A. eine Biogasanlage für Forschungszwecke errichtet. Folgende wissenschaftlichen Zielsetzungen sind mit dem Bau der Anlage verbunden:

- Untersuchungen zur Optimierung der Bereitstellung, Konservierung und Aufbereitung von Biomasse. Auf den Versuchsfeldern des „Unteren Lindenhof“ besteht die Möglichkeit, die gesamte Bereitstellungskette vom Anbau der Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung einer effizienten Wassernutzung bei mehrgliedriger Fruchtfolge und sparsamem Energieverbrauch bis zu deren Verwertung in der Biogasanlage abzubilden und zu optimieren.
- Untersuchungen zur Übertragbarkeit der Ergebnisse aus dem Labormaßstab in den technischen Maßstab sowie weitergehende Untersuchungen zur Prozessstabilität in Kombination mit einer umfangreichen Datenerfassung zur ganzheitlichen Bilanzierung des Biogasverfahrens (Eigenenergieverbrauch, Arbeitszeitbedarf, ökonomische Parameter)
- Bereitstellung von konditioniertem Biogas für Forschungsprojekte zur Gasreinigung und Gasnutzung. Eine schadgasarme Verbrennung sowie die Nutzung von Biogas

als Treibstoff setzen die Elimination von Schwefelwasserstoff und die Anreicherung von Methan voraus. Mit der Forschungsbiogasanlage können die für Untersuchungen notwendigen Gasmengen zur Verfügung gestellt werden.

Technische Beschreibung der Forschungsbiogasanlage

Versuchsstation „Unterer Lindenhof“

Die Forschungsbiogasanlage „Unterer Lindenhof“ wird an der Versuchsstation für Nutztierhaltung und Tierzucht in Eningen u.A. in der Nähe von Reutlingen errichtet. Flüssig- und Festmist von rund 300 Großvieheinheiten stellen das Grundsubstrat zur Biogaserzeugung dar. Gleichzeitig hat die Versuchsstation, die zudem über eine Lehrküche und ein eigenes Schlachthaus verfügt, einen ganzjährig hohen Wärmebedarf. In das bereits vorhandene Nahwärmenetz, an das alle Gebäude angeschlossen sind, kann die Biogasanlage über eine Rücklauf temperaturanhebung eingebunden werden, so dass ganzjährig ein sehr hoher Gesamtwirkungsgrad des Biogas-BHKW gewährleistet wird.

Funktionsablauf

Neben dem betriebseigenen Mist werden in der Biogasanlage nachwachsende Rohstoffe eingesetzt, die auf den Flächen der Versuchsstation angebaut werden. Diese Pflanzen werden nach der Ernte in Fahrsilos eingelagert. Zur Durchführung von Silierversuchen stehen fünf gleich große Fahrsilos (je 7,70 m • 2 m • 35 m) in zwei verschiedenen Ausführungsvarianten zur Verfügung. Jedes Fahrlo verfügt über eine separate Sickersaftableitung, so dass beim Einbau einer geeigneten Messtechnik die Menge und Qualität des Sickersaftes erfasst werden können.

Der auf der Versuchsstation anfallende Flüssigmist wird in einer Vorgrube zwischengespeichert. Von dort wird er mit einer Excenterschneckenpumpe entnommen und über eine zentrale Pumpstation auf die Fermenter verteilt. An dieser zentralen Pumpstation sind die Vorgrube, die beiden Fermenter, der Nachgärer sowie die beiden Zwi-

schenspeichergruben mit jeweils separaten Saug- und Druckleitungen angeschlossen. Direkt an den Verteilbalken sind in beide Richtungen dichtende VA-Plattenschieber mit einem pneumatischen Direktantrieb angebracht. Die geförderten Substratmengen werden mit einem induktiven Durchflussmengenmesser erfasst und an die zentrale Anlagensteuerung (ZAS) weitergeleitet. Ebenso besteht hier die Möglichkeit der Probenahme. Durch den Einbau der zentral angeordneten Pumpe in einem großzügigen Pumpenraum besteht für zukünftige Versuchsdurchführungen die Möglichkeit des Einbaus von weiteren Sensoren, automatischen Probennehmern oder Einrichtungen zur Substrataufbereitung.

Sowohl die beiden Fermenter als auch der Nachgärer haben einen Durchmesser von 14 m und eine Höhe von 6 m (923 m³ Brutvolumen) und sind aus monolithischem Beton gefertigt. Die beiden Fermenter schließen mit einer Betondecke ab. An den Wänden der Behälter im Gasbereich und an der Betondecke einschließlich der Mittelsäule wird der Beton durch eine PE-HD-Folie vor einem chemischen Angriff geschützt. Der Einbau von je zwei einzeln abschließbaren Heizkreisen aus Edelstahlwellrohr und -glattrohr sowie einer zusätzlichen Fußbodenheizung im Fermenter 1 ermöglicht den Vergleich der Wärmeübertragungsleistung verschiedener Heizungssysteme. Zur Kontrolle der Wärmeverteilung sind sowohl an der Außenwand als auch an der Mittelstütze in jeweils drei verschiedenen Höhen austauschbare Thermofühler angebracht. In jedem der Fermenter sorgen ein Tauchmotorrührwerk und ein frequenzgesteuertes Schrägachsührwerk mit außen liegendem Motor für die Durchmischung der Gärsubstrate. In die Betondecke sind je Fermenter zwölf Probenahmeöffnungen eingelassen. In diese, normalerweise durch eine dauerhaft gasdichte Klappe verschlossenen Öffnungen, können Tauchrohre eingeführt werden, so dass mit einem speziellen Probennehmer aus nahezu jeder Stelle des Fermenters Proben gezogen werden können. Dies ermöglicht es erstmals, an einem Fermenter im Praxismaßstab Untersuchungen zum Einfluss von Parametern wie Substratbeschaffenheit, Fermentertemperatur oder der Rührwerkseinstellung auf die Nährstoffverteilung und die Fermenterbiologie durchzuführen.

Jeder der beiden Fermenter verfügt über einen stationären Vertikalmischer zum Eindosieren der Silagen in den Fermenter. In der zentralen Anlagensteuerung werden die Futtersollmengen in Rezepten zusammengestellt. Beim Befüllen der Feststoffdosierer erhält der Fahrer des Teleskopladers über Funk von der zentralen Anlagensteuerung (ZAS) die Angaben zu den Einfüllmengen



Bild 1: Modell der Biogasanlage „Unterer Lindenhof“

Fig. 1: Design model of the research biogas plant „Unterer Lindenhof“

der einzelnen Silagetypen. Die von diesen Sollmengen abweichenden Ist-Futtermengen werden von der ZAS erfasst und fließen in die Berechnung der tatsächlichen Futtermischungen ein. So kann die „Futtermenge“ je Fermenter und Komponente genau erfasst werden. Die Futtermischungen werden entsprechend der vorgewählten Intervalle gewichtsabhängig den Fermentern zugeführt. Zusätzlich wird für das Eindosieren von Getreide und Prozesshilfsstoffen ein 1 m³ großer Behälter mit einer Dosierpumpe und separaten Leitungen zu den Fermentern und dem Nachgärer installiert.

Das produzierte Biogas wird aus den beiden Fermentern in den Gasbereich des Nachgärers eingeleitet. Am Ausgang jedes Fermenters ist in einer austauschbaren Bypassleitung die Messtechnik zum Erfassen der Gasqualität, der Gasmenge sowie der Gastemperatur und des Druckes installiert. Für Wartungsarbeiten kann diese Bypassleitung bei laufendem Anlagenbetrieb verschlossen und ausgebaut werden. Das Biogas wird im Nachgärer oberhalb des Substrates in einem Doppelmembran-Tragluftdach gespeichert, das über einen Seeger-Verschluss an der Wandkrone des Behälters befestigt ist. Auch der Nachgärer kann beheizt werden (je ein Heizungsring Edelstahlglatt- und -wellrohr).

Nach einer biologischen Entschwefelung in den Fermentern und im Nachgärer wird das Biogas vor der Verwertung im BHKW über einen aktiv gekühlten Rohrbündelwärmetauscher zur Wasserdampfabscheidung abgekühlt. In dem nachfolgenden Aktivkohlefilter wird der noch im Biogas verbliebene Schwefelwasserstoffanteil adsorptiv gebunden.

In einem Gas-Otto-BHKW mit einer elektrischen Leistung von 190 kW wird das produzierte Biogas in Strom und Wärme umgewandelt. Während der Strom über einen

Transformator direkt in die Mittelspannungsleitung des EVU eingespeist wird, kann die anfallende Wärme nahezu ganzjährig in das Nahwärmenetz der Versuchsstation eingespeist und zur Klimatisierung der Stall- und Betriebsgebäude genutzt werden.

Über die zentrale Anlagensteuerung wird der gesamte Funktionsablauf der Biogasanlage vollautomatisch gesteuert. In einer Datenbank werden zentral die Werte sämtlicher Messgeräte gespeichert und archiviert. Von einem Arbeitsplatz in Hohenheim aus kann jederzeit auf die Anlage und die Betriebsdaten zugegriffen werden, so dass eine schnelle Auswertung der Versuche ermöglicht wird.

Erste Forschungsprojekte

Besonderer Dank gilt der Universität Hohenheim für die Bereitstellung der Investitionsmittel und die Wahl eines zukunftsfähigen Konzeptes zur Versorgung einer Versuchsstation mit erneuerbarer Energie. Im Rahmen der Zukunftsoffensive IV des Landes Baden-Württemberg wird in den nächsten Jahren angekoppelt an die Biogasanlage „Unterer Lindenhof“ eine integrierte Biomasseforschungsplattform entstehen, an der sich die führenden Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen des Landes Baden-Württemberg mit interdisziplinärer Forschung beteiligen. Diese wissenschaftliche Forschungsplattform dient zudem als Demonstrationsvorhaben und wird vom Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg mit einem Betrag von 2,4 Mio. Euro gefördert werden. Zusätzlich sind Finanzmittel der Landesstiftung Baden-Württemberg für Forschungsvorhaben zur Biomassenutzung bereitgestellt.