

Torgelow 25.11.2013



Hochleistungsfermenter für Gülle



Zusammenfassung der Projektergebnisse

Projekt: V-630-F-096-2010/300 u. 301



Projekt Partner:



ME-LE Energietechnik GmbH

Geschäftsführer: Dietrich Lehmann
Eggesiner Straße 9c
D - 17358 Torgelow

Tel.: +49(0) 3976 / 43 40
Fax: +49(0) 3976 / 43 30 10
email: info@me-le.de



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Prof. Dr.-Ing. Heralt Schöne

Fachbereich Agrarwirtschaft
und Lebensmittelwissenschaften
Brodaer Straße 2
17033 Neubrandenburg

Tel: +49(0) 395 56 93 25 07
Fax: +49(0) 395 56 93 99 99
email: schoene@hs-nb.de



Planungsbüro Rossow

Gesellschaft für Versorgungstechnik mbH

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Norbert Rossow
Lindenhof 2c
17033 Neubrandenburg

Tel: +49(0) 395 70 74 709
Fax: +49(0) 395 77 82 138
email: nr@rossow.de

1 Aufgabenstellung

Ziel des Gesamtprojektes war die Entwicklung geeigneter Technologien zur ökologischen Aufbereitung von Gülle, besonders Schweinegülle, in großen Tierbeständen durch Monovergärung zu Biogas, anzuwenden z.B. in Südbrasilien, China und Osteuropa.

Das gewonnene Biogas soll den wirtschaftlichen Randbedingungen entsprechend, möglichst hochwertig energetisch genutzt werden, indem es mit Hilfe von Blockheizkraftwerken (BHKW) in Elektro- und Wärmeenergie umgewandelt wird. Damit kann ein wesentlicher Beitrag zur notwendigen energetischen Autarkie von landwirtschaftlichen Betrieben geleistet werden.

Der Schwerpunkt dieses Projektes war zunächst auf die Anwendung in Schweinemastbetrieben gerichtet, für die zusätzlich als modulare Ergänzung Trocknungsanlagen für den Gärrest vorgesehen werden können, mit denen ein flüssiger Rückstand weitgehend eingeengt wird.

Insgesamt sollten durch das Projekt Anlagen entwickelt werden, die dazu beitragen, die bisherigen schädlichen Emissionen von Methan und Stickstoffverbindungen der Schweinemast in die Luft, Oberflächengewässer und Grundwasser deutlich zu reduzieren.

Schädliche Methanemissionen entstehen durch die ungewollte Faulung von Schweinegülle, wobei das Methan in die Atmosphäre gelangt und als Treibhausgas wirkt. Durch die Konzentration von Schweinegülle in Biogas-Fermentern wird dieser Prozess gezielt durchgeführt, und das entstandene Methan (Teil des Biogases) energetisch genutzt. Die Stickstoffverbindungen werden im Gärrest konzentriert, sind als Dünger nutzbar und gelangen nicht mehr ungesteuert in die Umwelt.

Als technische Voraussetzung für Biogasanlagen, die sich durch eine effiziente Verwertung von Tiermastabfällen auszeichnen, war ein neuartiger Fermentertyp erforderlich. Die Entwicklung war notwendig, weil in den Zielmärkten reine tierische Exkremete behandelt werden müssen und der in Deutschland vorhandene Stand der Technik stets für die gemeinsame Vergärung von Gülle und Pflanzenmasse ausgelegt war. Diese Technologie wäre bei der sehr dünnflüssigen Schweinegülle nicht wirtschaftlich.

Die Entwicklung eines neuartigen Fermentertyps für die ausschließliche Behandlung von Tierexkrementen in warmen Ländern war Gegenstand dieses Verbundforschungsprojektes.

Funktionsbestimmende Bauteile der Biogasanlagen, die als Kern den neuen Fermentertyp enthalten, wie z.B. die Steuerung, aber auch Software für die Automatisierung und Fernüberwachungstechnik werden in Mecklenburg-Vorpommern hergestellt. Auch das technische Planung erfolgt in Mecklenburg-Vorpommern.

2 Umsetzung

2.1 Arbeiten an der Hochschule Neubrandenburg

Beschreibung der Teilprojekte

Teilprojekt 1: Grundlagenforschung zur Entwicklung eines neuen Fermentertypes

Teilprojekt 2: Entwicklung eines Spezialfermenters

Das Aufgabenspektrum der Hochschule Neubrandenburg (Teilprojekt 1) umfasste die Grundlagenforschungen im Labormaßstab und solche am Spezialfermenter, der zusammen mit den Industriepartnern in Teilprojekt 2 entwickelt wurde. Hierzu erfolgte die Erweiterung eines Biogaslabors an der Hochschule sowie die Beschaffung, Reparatur und Inbetriebnahme hierzu erforderlicher Geräte für chemische, physikalische und mikrobiologische Untersuchungen im Bereich der Anaerobtechnik. Eine Auswahl der verwendeten Geräte wird in Abbildung 1 gezeigt. Im Rahmen dieser Grundlagenforschung wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Chemische Substrat-Analysen vor, während und nach dem Vergärungsprozess (z.B. CSB-, TS-, oTS-, Aschegehalt-, Rohprotein-, Rohfaser-, FOS/TAC-Bestimmungen)
- Untersuchungen zum Einfluss der Fraktionierung (z.B. durch Siebung, Sedimentation, Flotation) in der Substrateintragstechnik
- Untersuchungen zu Adaptionsmechanismen und Modellbildung mikrobiologischer Synthesewege
- Versuche zur Biomasserückhaltung



Abb.1 Geräteausstattung der Hochschule Neubrandenburg – Auswahl

Im Labor der Hochschule Neubrandenburg wurden geeignete Materialien zur Rückhaltung aktiver Biomasse untersucht. Im Rahmen von Gärversuchen konnte im Teilprojekt 1 der Nachweis erbracht werden, dass sich anaerobe Mikroorganismen an rohfaserreichen Materialien anreichern und so den Abbauprozess beschleunigen.

Aufbauend auf den im Rahmen des Teilprojekts 1 erzielten Erkenntnissen wurde im Teilprojekt 2 ein Spezialfermenter im Technikumsmaßstab (50 m³ Volumen) konstruiert und erfolgreich getestet. Der Spezialfermenter im Technikumsmaßstab wurde am Standort einer bestehenden Biogasanlage errichtet und von der Hochschule Neubrandenburg betrieben. Im Zuge der Entwicklungsarbeiten wurden die Komponenten fortlaufend auf ihre Eignung überprüft, um Rückschlüsse für ein Re-Design der Anlage zu erhalten. Der Spezialfermenter im Technikumsmaßstab wurde dazu entsprechend modifiziert und den Anforderungen angepasst.

Die im Rahmen der Forschungsarbeiten am Spezialfermenter im Technikumsmaßstab gewonnenen Ergebnisse stellen wesentliche Erkenntnisse für die Realisierung einer geplanten Pilotanlage dar.

2.2 Studentische Arbeiten

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden folgende studentische wissenschaftliche Arbeiten durchgeführt:

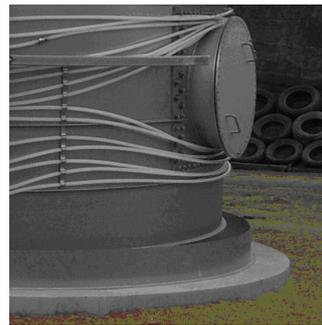
- Grundlage für Sicherheitskonzepte bei Biogasanlagen, Müller (2011)
- Analysis of pig slurry and sedimentation of straw and other substrates under anaerobic conditions (Analyse von Schweinegülle und Sedimentation von Stroh und anderen Substraten unter anaeroben Bedingungen) Schimanek (2011)
- Physikalische und chemische Analysen und Gärversuche im Rahmen des Forschungsprojektes Hochleistungsfermenter für Gülle, Hartung (2012)
- Ganzheitliche Gärrestaufbereitung, Neuber (2012)
- Möglichkeiten der Gärrestaufbereitung aus reiner Schweinegülle, Schlimp (2012)
- Verwertung von Schweinegülle zu Biogas in zwei verschiedenen Anlagentypen, Selig (2012)
- Einfluss von Antibiotika auf den Gärprozess, Meißner (2012)
- Vergleich bekannter Methoden zum Aufschluss von Stroh zum Einsatz in Biogasanlagen, Reuters (2013)

Darüber hinaus wurden brasilianische Studenten, die im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung zwischen der Hochschule Neubrandenburg, der Universität Blumenau und der ME-LE-Gruppe an der Hochschule Neubrandenburg mitgearbeitet haben, in die Projektarbeit integriert. Hierzu gehörten laborpraktische Arbeiten zur Fermenterüberwachung und Posterpräsentationen des Forschungsprojektes auf internationalen Fachveranstaltungen.

2.3 Bau des Spezialfermenters im Technikumsmaßstab

Der Bau des Spezialfermenters im Technikumsmaßstab erfolgte nach der im Zwischenbericht präsentierten Planung. Die Umsetzung der während der Planungsphase besprochenen und gewünschten Ideen gestaltete sich in größerem Maßstab als sehr anspruchsvoll. Die Realisierung der geplanten Strömungsverhältnisse in einem 50 m³

Fermenter sowie die Notwendigkeit der genaueren Überwachung des Fermentationsprozesses und damit der Einsatz einer Vielfalt an Messtechnik stießen oft auf technische Limitierungen und erforderten eine häufige und enge Kooperation der Projektpartner. Der Fermenter wurde am 15.08.2013 in Betrieb genommen. Die gewissenhafte Erfüllung der baurechtlich relevanten Vorgaben zur Errichtung des Fermenters zusammen mit der jahrelangen Erfahrung auf dem Gebiet des Baus von Biogasanlagen der Projektpartner gewährleistet eine gute Qualität sowie Betriebssicherheit der Anlage.



Die später gewonnenen Erfahrungen führten dann noch zu Änderungen und Ergänzungen am Standort, die u.a. zur Sicherstellung eines stabilen Winterbetriebs dienen. Der Bau einer Umhausung der Rohrleitungen und Pumpen zusammen mit dem Einsatz der zusätzlichen elektrischen Heizung erlaubten die Durchführung geplanter Untersuchungen auch unter sehr schwierigen Bedingungen wie Frost und Schnee. Die ausgewählten Maßnahmen für die Vorbereitung des Winterbetriebs haben ihr Ziel vollständig erreicht und werden noch für mehrere Kälteperioden ihrem Zweck dienen.

Während des Untersuchungszeitraums musste auch mit einigen Störungen der technischen Abläufe umgegangen werden. Einige konnten nur indirekt beeinflusst werden, wie z.B. Stromausfälle und Heizungsausfälle, die die Fermentertemperatur kurzfristig absinken ließen.

Jedes Forschungsvorhaben bringt Ungewissheiten mit sich. Die in diesem Projekt durchgeführte sorgfältige Planung sowie umfangreiche Laborversuche erlaubten, von vornherein eine betriebssichere Technikumsanlage zu errichten. Der im Rahmen des Projekts errichtete Fermenter zusammen mit der verwendeten Technik stellt eine hochmoderne, solide Konstruktion dar und kann sicherlich für weitere Forschungsfragestellungen sowie für Lehrzwecke lange über die Laufzeit dieses Projekts verwendet werden.

2.4 Durchführung der Experimente

Grundgedanke des Projektes war, geeignete Besiedelungsflächen für Mikroorganismen mit sehr großer spezifischer Oberfläche in den Fermentationsraum einzubringen, um die Mikroorganismen dort zu fixieren, anzureichern und zu verhindern, dass die Mikroorganismen bei geringen hydraulischen Verweilzeiten ausgetragen werden. Hierzu mussten geeignete Besiedelungsmaterialien untersucht werden. Die Wahl fiel auf Stroh, das als Reststoff der Landwirtschaft verfügbar ist, keine Entsorgungsprobleme verursacht und sich bekannter Maßen im Biogasprozess günstig verhält. Im Labor der Hochschule wurden unterschiedliche Stroharten in unterschiedlichen Hächsellängen dahin gehend untersucht, ob sie wie beabsichtigt aufschwimmen und ob sie in geeigneter Weise Mikroorganismen fixieren können. Diese Untersuchungen wurden vor und begleitend zum Betrieb der Technikumsanlage durchgeführt, so dass Art, Menge und zeitlicher Turnus der Strohzugabe dort von Beginn der Experimente an mit günstigen Startwerten der Betriebsparameter gewählt werden konnten und eine ständige Evaluation der Messdaten an der Technikumsanlage erfolgen konnte.

Die an der Technikumsanlage selbst durchgeführten Untersuchungen können in drei Phasen unterteilt werden, die Anfahr-, Stabilisierungs-, und Optimierungsphase. Zu Beginn der Testphasen wurde in Abstimmung aller beteiligter Projektpartner ein Kontrollplan erstellt, der durch den gesamten Zeitraum des Projekts beibehalten wurde. Dieser regelte die tägliche Überwachung des Fermentationsprozesses mit Führung einer Dokumentation sowie die Kontrolle der relevanten Sicherheitseinrichtungen, wie der Überdrucksicherung. Auf diese Weise konnte ein Überblick über die Entwicklung des Biogasbildungsprozesses gewonnen sowie eine leichtere Interpretation der erzielten Ergebnisse ermöglicht werden. Überdies wurden am Anfang der Untersuchungen die Verantwortlichkeiten festgelegt. Außerdem

wurden Analysenparameter und Messgrößen festgelegt, die im gesamten Projekt einheitlich bestimmt und miteinander verglichen wurden.

Die Anfahrphase des Fermenters bestand aus dem Befüllen, der Testung der angeschlossenen Technik (Pumpensysteme, Steuerungstechnik) und dem Aufbau der stabilen Mikroorganismenpopulation im Fermenter. Der letzte Prozess dagegen erwies sich als komplex und lieferte viele interessante Erkenntnisse zum Verhalten des Stroh in der Schwimmschicht. Diese waren sehr hilfreich beim Herausfinden der optimalen Bedingungen zum Aufbau der gewünschten Besiedlungsfläche. Während der ersten Betriebsphase des Fermenters wurden darüber hinaus Analysen des Inhalts durchgeführt. Parallel dazu wurde auch das Substrat, Schweinegülle, in regelmäßigen Abständen untersucht.

Der Zweck der nachstehenden Stabilisierungsphase bestand in der Beobachtung der Schichtenbildung im Fermenter. Als Schicht wurde ein Teil des Fermenters mit gleichen chemisch-physikalischen Eigenschaften definiert. Dazu wurden regelmäßig Proben aus verschiedenen Horizonten des Behälters entnommen und untersucht. Dies erlaubte die spezielle Bauweise. Durch eine wochenlange Beobachtung konnte sowohl die Bildung, als auch die charakteristische Verschiebung der Schichten beobachtet werden. Das in dieser Phase eingesetzte Stroh diente nur zur Erhaltung der Besiedlungsfläche. Die dazu wöchentlich benötigte Strohmenge wurde anhand der ermittelten Daten errechnet. In der Stabilisierungsphase wurden auch die Strömungsverhältnisse im Fermenter untersucht und optimiert. In einer Versuchsreihe wurden die optimalen Zirkulationsintervalle sowie der Einsatz des Rührers erprobt und festgelegt. Die Substratsanalysen wurden wie geplant in der gesamten Phase durchgeführt. Am Ende dieser Phase konnte ein stabiler Betrieb der Anlage erreicht werden.

Die dritte Phase, die Optimierungsphase, diente dem Zweck, die Grenzen der ausgearbeiteten Technologie zu ermitteln. Durch eine systematische Erhöhung der täglich eingesetzten Substratmenge wurde die hydraulische Verweilzeit der Gülle verkürzt und damit die Raumlast der Anlage erhöht. Diese Phase wurde auch mit regelmäßigen Untersuchungen der einzelnen Schichten im Fermenter begleitet. So waren die Überwachung des stabilen Betriebs der Anlage sowie die Ermittlung der Abbaugrade des Substrats möglich. Der Betrieb des Fermenters im thermophilen Bereich konnte nicht erprobt werden. Dies war leider aufgrund einer nicht ausreichend zur Verfügung stehenden Leistung der Heizung nicht machbar.

3 Nutzbare Ergebnisse

3.1 Experimentell gewonnene Ergebnisse

Anhand der Ergebnisse der einzelnen Versuchsreihen am Hochleistungsfermenter lassen sich die aufgestellten Hypothesen überprüfen.

1. *Durch die Konstruktion des Fermenters bedingt und durch das Fütterungsregime unterstützt bilden sich im Betriebsverlauf Schichten unterschiedlicher Dichte, organischer Gehalte sowie mikrobieller Aktivität aus.*
 1. Im Laufe des Versuchszeitraumes bilden sich die unterschiedlichen Schichten immer deutlicher aus (erkenntlich an den Gehalten für organische Trockensubstanz Abb. 3 und FOS/TAC).
 2. Langfaserige Halme werden auf dem Weg von der oberen in die darunter liegenden Schichten aufgeschlossen.
 3. Schichtdicke und Funktion der Schichten unterliegen einer Sukzession. Das bedeutet, dass sich die Zone mit dem geringsten organischen Restgehalt abhängig vom Fütterungsregime verschiebt. Offensichtlich gibt es einen gewissen Grad an Selbstorganisation des Systems. Zur besseren Darstellung sind in den Abb. 3 und 4 verschiedene Zonen zusammengefasst.

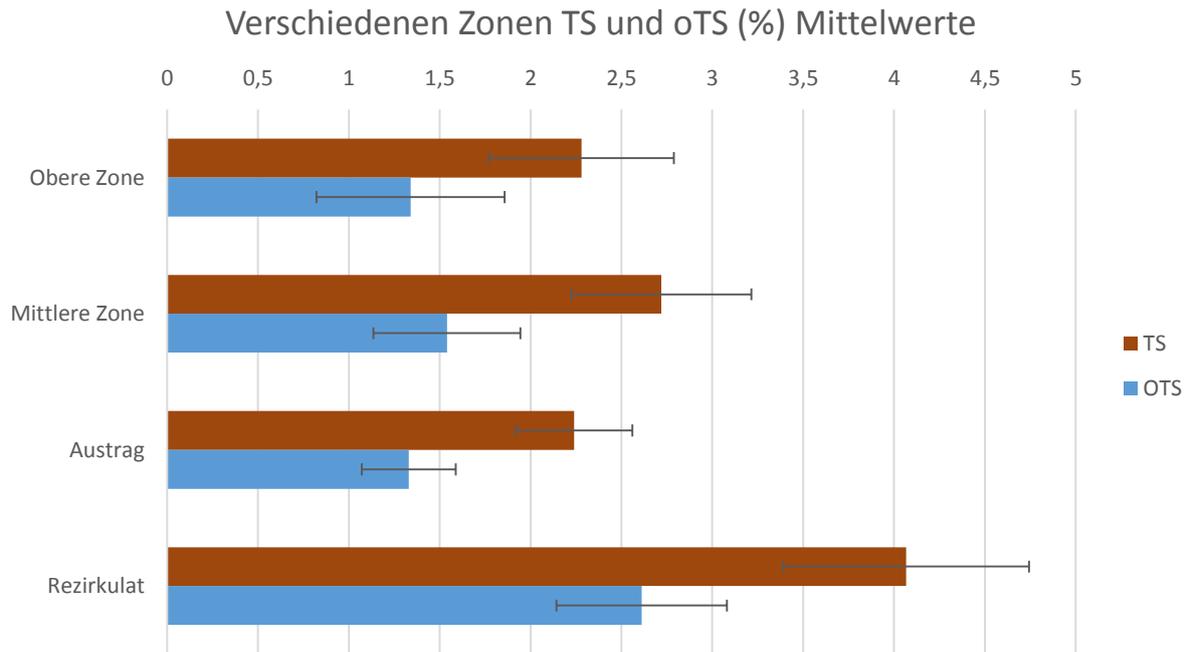


Abb. 3 Gehalt an Trockensubstanz und organischen Trockensubstanz in Abhängigkeit von der Höhe im Fermenter.

II. Die mikrobiell aktivste Schicht bildet ein Reservoir und eine Besiedlungsfläche für Mikroorganismen und verhindert dadurch die Auswaschung langsam wachsender Organismen wie der methanbildenden Archaeen

1. Nach Stabilisierung der Strohschicht wurde die täglich gefütterte Ration an Schweinegülle so lange gesteigert, bis eine hydraulische Verweilzeit von ca. 6 Tagen erreicht wurde.
2. Da die Vermehrungsrate der methanbildenden Archaeen bei deutlich über 10 Tagen liegt, ist der Nachweis erbracht, dass die Biomasserückhaltung in dem ausgebildeten Schichtensystem funktioniert.
3. Man könnte einwenden, dass die geringe mögliche hydraulische Verweilzeit daher rühre, dass die Frischgülle ständig neue Mikroorganismen eintrage. Aus diesem Grund wurde im Labor der Hochschule untersucht, welcher Effekt überwiegt. Die Laborergebnisse (s. Abb. 4) belegen, dass der Rückhalteeffekt durch die Strohschicht tatsächlich der dominierende Effekt und der Grund dafür ist, dass die Mikroorganismen nicht ausgewaschen werden.

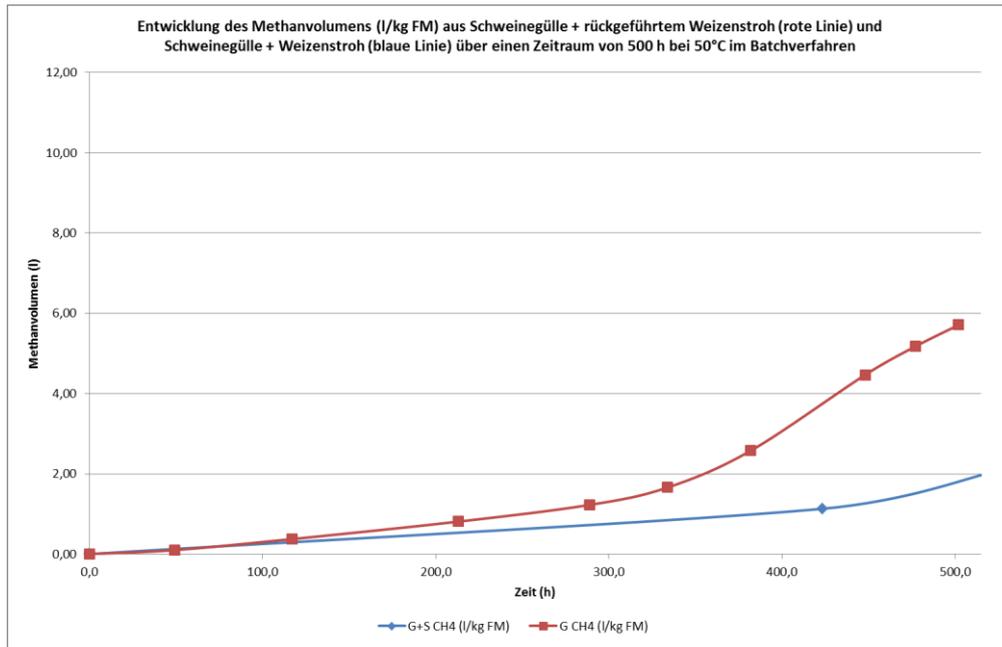


Abb.4 Entwicklung der Methanbildung aus Schweinegülle

III. *Unter weitgehendem Verzicht auf den Einsatz von Rührwerken tritt innerhalb der gebildeten Schichten eine Strömung von oben nach unten auf – im Gegenstrom zur Gasbildung.*

1. Das Rezirkulieren von Substrat aus einer der unteren Zonen bewirkt eine Rückführung von nicht abgebauter organischer Substanz in die obere Zone.
2. Anhand der Abb.3 wird deutlich, dass durch den fortschreitenden Substratabbau – und damit der Zunahme der Partikeldichte – eine Strömung der frischen Gülle und des rezyklierten Gärsubstrats von oben nach unten ausgelöst wird.
3. Der Austrag aus dem Fermenter erfolgt aus einer der mittleren Schichten, da hier der geringste Anteil an organischer Substanz festgestellt werden konnte.

IV. *Der Prozess von Stoffabbau und Methanbildung bleibt trotz kurzer Verweilzeiten stabil.*

1. Im Versuchszeitraum gab es einige singuläre Ereignisse. Während extremer winterlicher Bedingungen fiel die Heizung aus und die Temperatur innerhalb des Fermenters fiel stark ab (auf 22 °C). Anhand des Biogasertrages (Abb. 6)

wird deutlich, dass bei Erreichen der normalen Betriebstemperatur nach kurzer Zeit der wieder gleiche Ertrag bei gleicher Fütterung registriert werden konnte.

2. Eine ähnliche Erkenntnis liefert die mehrtägige Überhitzung des Fermenters infolge einer Störung in der Heizungsregelung. Auch nach diesem Ereignis liefen die biologischen Prozesse nach kurzer Zeit wieder normal und die Biogaserzeugung funktionierte ungestört.
3. Die unfreiwilligen Temperaturschwankungen bei Heizung und Zulauf lieferten letztlich den Beweis, dass das System sich auch unter derartigen Betriebsbeeinträchtigungen extrem robust verhält. Wir deuten diese Beobachtung so, dass durch die Wahl von Stroh als Besiedelungsfläche eine sehr große spezifische Oberfläche und damit ein sehr großer Biofilm entstehen.

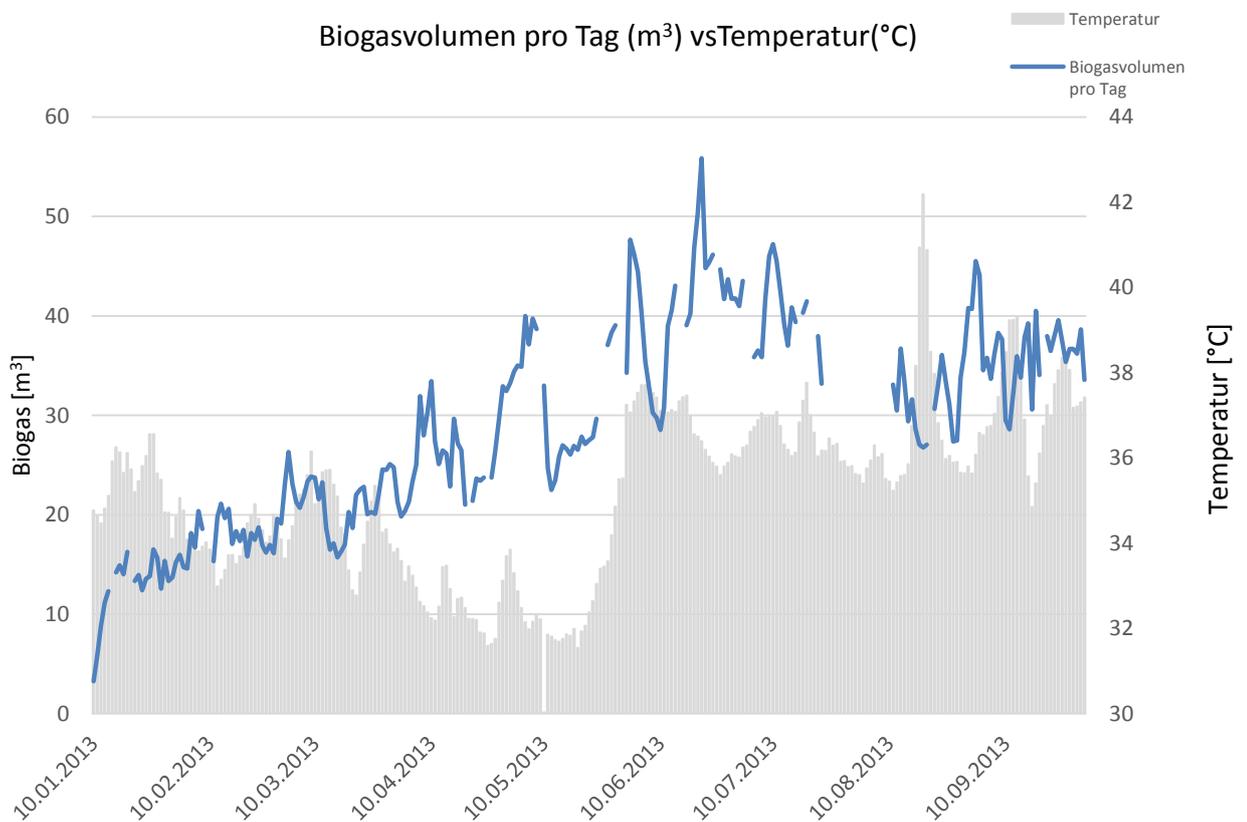


Abb. 5 Biogasvolumen pro Tag in Abhängigkeit von der Temperatur

V. *Hydraulische Verweilzeit der Gülle kann deutlich verringert werden im Vergleich zum Rührfermenter*

1. Die hydraulische Verweilzeit zwischen Gülle und dem organischen Trägermaterial konnte entkoppelt werden. Während das Stroh überwiegend als Besiedlungsoberfläche dient und eine rechnerische Verweilzeit von mehr als 12 Monaten aufweist, sind bei der Gülle weniger als 7 Tage im Versuchszeitraum getestet worden. Der Punkt der Instabilität wurde dabei nicht erreicht.
2. Der Anteil des aus der Gülle gebildeten Biogases beträgt deutlich über 90% der gesamten Gasausbeute (bei der Annahme eines optimalen Strohabbaus).

Als unerwartete Erkenntnis zeigt sich ein weiteres Ergebnis der Versuche:

VI. *Der Prozess der Methanbildung bleibt trotz starker Schwankungen im Gehalt an organischer Substanz in der Gülle stabil.*

1. Aufgrund der spezifischen Betriebsbedingungen im Schweinemastbetrieb, von dem die Gülle der Versuche stammt, – hier wird in Intervallen, die mit der Einnistung der Ferkel zusammenhängen, intensiv mit Wasser gereinigt – schwanken die Gehalte an organischer Trockensubstanz sehr stark (um den Faktor 3). Dies wird deutlich in Abb. 6)

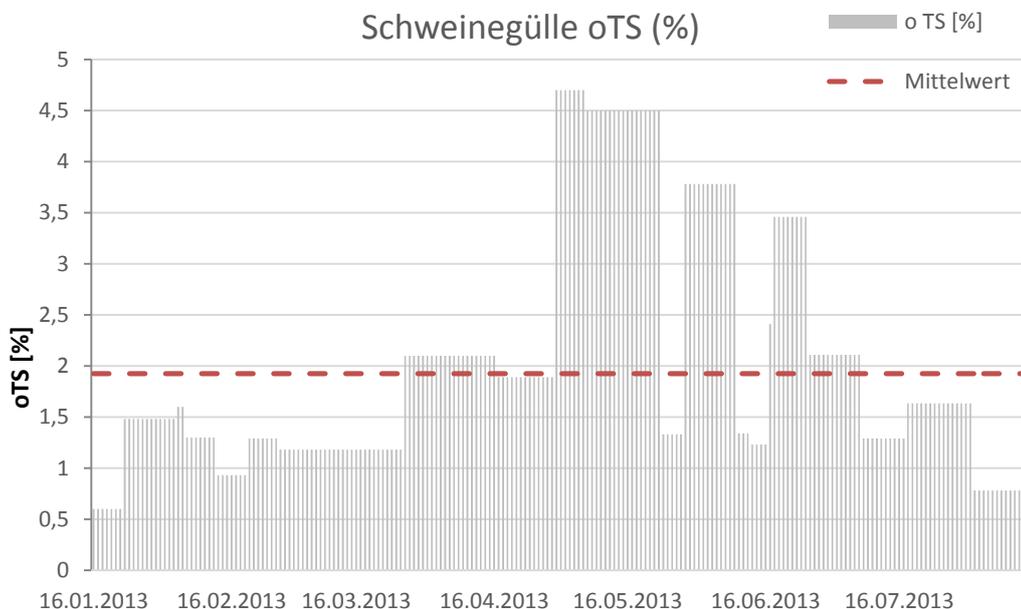


Abb. 6 *Organische Trockensubstanz der Schweinegülle*

2. Der Biogasertrag unterliegt hingegen deutlich weniger Schwankungen (s. Abb. 5: Biogasertrag).

3.2 Wirtschaftlicher Nutzen

Das Projekt hat bestätigt, dass mit dem neuartigen Hochleistungsfermentertyp eine um den Faktor 3 kürzere hydraulische Verweilzeit als bei Gülle bisher üblich erreicht wird, mit entsprechenden Kostenvorteilen infolge der um den selben Faktor geringeren Baugröße. Dieser Effekt wird durch eine auch im Praxisbetrieb nachgewiesener Maßen robuste Rückhaltung der Mikroorganismen durch Anlagerung derselben an eine auf der flüssigen Phase im Fermenter schwimmenden Schicht aus rohfaserreicherem Material erreicht.

Dieses Konstruktionsprinzip, welches wesentliche Projektergebnisse aufgreift, wurde durch die Industriepartner schon in die Anwendung überführt. Es wurde ein Verfahrenskonzept für die Behandlung der Rückstände aus brasilianischen Ethanolabriken auf Zuckerrohrbasis ausgearbeitet. Dort erkennbar ist zum einen eine Kombihydrolyse, die Ergebnisse des hier vorliegenden Forschungsprojektes umsetzt. In dieser werden neu zugegebene rohfaserreiche Materialien durch einen Teilstrom des Fermenterinhaltens von oben benetzt und dabei mit den mitgeführten Mikroorganismen des Teilstromes aus dem Fermenter besiedelt, andererseits die teilaufgelosten Teile dieses rohfaserreichen Materials in den Fermenter eingespült. Dabei werden Inhaltsstoffe des fördernden Teilstroms weiter abgebaut. Die Kombihydrolyse kombiniert also mehrere Effekte, insbesondere die im vorliegenden Projekt nachgewiesenen. Vorversuche mit den Rückständen aus brasilianischen Zucker- und Ethanolabriken haben hierbei belegt, dass die für das dünnflüssige Substrat Gülle genutzte Fermentertechnologie auf andere dünnflüssige Substrate wie hier die Rückstände aus der Ethanolproduktion, hauptsächlich Vinasse, anwendbar ist.

Das Prinzip des Hochleistungsfermenters lässt sich auf Fermenter für die Vergärung von Vinasse aus der Ethanoldestillation übertragen. Besonders in Brasilien ist die umweltschonendere Verwertung der Vinasse ein ungelöstes Problem. Vinasse ist der Rückstand, der bei der Destillation einer vergorenen Maische zu Ethanol entsteht. Vinasse wird bisher auf die Zuckerrohrfelder aufgebracht, wobei es oft in der Nähe der Ethanolabriken zur Uberdung und zum umweltschädlichen Eintrag in Oberflächengewässer und das Grundwasser kommt. Eine Vergärung der Vinasse zu Biogas könnte dieses Problem vermindern und darüber hinaus eine Energiemenge in Form des Biogases generieren, die über 15% des Energiegehaltes des Ethanols ausmacht, letztlich eine gewaltige Dimension für diesen Industriezweig. Die rohfaserreiche Schicht wird bei diesem Ansatz aus Zuckerrohr-Resten gebildet.

Dieses Anlagenkonzept wird zur Zeit in mehreren brasilianischen Zuckerfabriken vorgestellt. Nach Beauftragung soll die Ingenieurleistung von den deutschen Industriepartnern erbracht werden und somit in Deutschland Arbeitsplätze im Exportgeschäft aufbauen.