



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM



Jahresbericht 2019

Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie



LANDESANSTALT
für Agrartechnik
& Bioenergie

Universität Hohenheim
Landesanstalt für Agrartechnik und
Bioenergie (740)

Die Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie

Die Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie ist eine besondere Einrichtung der Universität Hohenheim und hat satzungsgemäß folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Praxisnahe Forschung
- Spezialberatung für die baden-württembergische Landwirtschaft
- Technische Beratung von landwirtschaftlichen Gewerbe- und Industriebetrieben
- Fortbildung der Lehr- und Beratungskräfte der Landwirtschaftsverwaltung in Bezug auf den Stand der Technik und neue Versuchsergebnisse



Da die Landesanstalt sich seit vielen Jahren speziellen Themenfeldern wie der Biogaserzeugung und Fragen der Bioökonomie widmet, hat sich das genannte Aufgabenspektrum in den vergangenen Jahren deutlich in Richtung der Hochschullehre erweitert. Durch die Habilitation von Herrn Dr. Andreas Lemmer und dessen Ernennung zum Privatdozenten, werden einige der Lehraufgaben nun direkt erfüllt und weitere zusammen mit dem neuen Oberleiter der Landesanstalt, Herrn Prof. Joachim Müller, durchgeführt. Das Lehrthema Biogas ist für die Studierenden der NAWARO-Studiengänge und der Agrarwissenschaften zu einem festen Bestandteil der Studienpläne geworden. Studierende fertigen im Rahmen von Forschungsprojekten ihre Bachelor- und Masterarbeiten an und sammeln bei der Mitarbeit als wissenschaftliche Hilfskräfte an der Landesanstalt wertvolle Forschungserfahrungen. Für die an der Landesanstalt beschäftigten Doktoranden bieten die meist großen und interdisziplinär mit Partnern von anderen Universitäten und Forschungseinrichtungen bearbeiteten Forschungsprojekte die Möglichkeit, Erfahrungen bei der wissenschaftlichen Arbeit zu sammeln und ihre Ergebnisse durch Veröffentlichungen in renommierten internationalen wissenschaftlichen Zeitschriften zu publizieren.

Der Bereich der Erneuerbaren Energien wird in der Öffentlichkeit, gerade in den letzten Jahren, teilweise kontrovers diskutiert, was dann auch Auswirkungen auf die Novellierungen des EEG hatte. Und dies, obwohl die Veränderungen des Weltklimas und die globale Erwärmung inzwischen eindeutig belegt werden und auch die positiven Effekte dieser Energieformen unumstritten sind. Die Bundesregierung hatte sich auf der Basis der internationalen Vereinbarungen wie bspw. dem Pariser Klimaabkommen von 2015 das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 35% des in Deutschland verbrauchten Stroms aus erneuerbarer Energie zu decken. Dieses Ziel ist bereits 2019 mit einem Stromanteil von 43% aus Erneuerbaren deutlich überschritten. Neben PV und Windenergie liefert auch die Biogaserzeugung einen beachtlichen Anteil von ca. 9% des Strombedarfs in Deutschland. Durch die besondere Möglichkeit, Biogas flexibel zu erzeugen und in Form von aufbereitetem Biomethan im Erdgasnetz zwischenspeichern, stellt es einen wichtigen Baustein der Stromversorgung in Deutschland dar. Leider ist zu befürchten, ja sogar zu erwarten, dass der derzeit hervorragende Stand der Biogaserzeugung nicht erhalten bleibt. Die gültigen Bedingungen des Erneuerbare Energien Gesetzes wurden in den letzten Novellierungen erheblich verschlechtert, so dass in den zurückliegenden Jahren kaum mehr neue Biogasanlagen gebaut werden, da sie unter diesen Bedingungen nicht wirtschaftlich betrieben werden können. Einzig die Zahl der kleinen Biogasanlagen mit max. 75 kW wächst aufgrund der besonderen Regelungen derzeit noch. Diese haben die Bedingung, mindestens 80% Gülle und Festmist als Input einzusetzen. Damit besteht zwar die Chance, einen größeren Anteil der an den landwirtschaftlichen Tierhaltungsbetrieben anfallenden Gülle dezentral zu verwerten und damit unkontrollierte Emissionen an CO₂ und Ammoniak einzuschränken, die Energieproduktion dieser Anlagen ist allerdings deutlich niedriger als die von größeren Biogasanlagen und Anlagen mit einem höheren NaWaRo-Anteil.

Viel schlimmer wird sich im Biogasbereich zukünftig noch auswirken, dass bei immer mehr Betrieben die 20-jährige Preisbindung nach EEG ausläuft. Das bedeutet für die Betriebe, sie müssen zukünftig mit fossilen Energien am Markt konkurrieren oder sich an einer Ausschreibung beteiligen, über die sie eine Preisdeckelung von ca. 16 ct/kWh einhalten müssen. Es wird nur für wenige Anlagen machbar sein, hiermit langfristig wirtschaftlich zurecht zu kommen. Die Landesanstalt hat sich in ihrer Forschung daher besonders auf Fragen fokussiert, wie für diese Post-EEG-Betriebe eine langfristige Betriebssicherheit bestehen könnte. Hierzu wurden von uns 4 Projekte begonnen, in

denen nach neuen Strategien für diese Biogasbetriebe gesucht wird und diese dann in Machbarkeitsstudien geprüft werden. Dabei sind Strategien wie die Nutzung alternativer Substrate, die flexible, an den Bedarf angepasste Produktion von Biogas, die Nutzung bioökonomischer Ansätze bis hin zu Power to Gas Systemen bzw. Kraftstoffnutzung in der verfahrenstechnischen und wirtschaftlichen Betrachtung. Da sich für die Biogasnutzung aufgrund der europäischen Renewable Energy Directive II (RED II) zukünftig neue Möglichkeiten ergeben, bei denen Biogas als Kraftstoff eingesetzt wird, konnte die Landesanstalt auch zu dieser Thematik ein Forschungsprojekt beginnen. Für die genannten Forschungsarbeiten ist die Forschungsmöglichkeit an der universitätseigenen Forschungsbiogasanlage am Unteren Lindenhof eine wesentliche Voraussetzung. Für die hervorragende Zusammenarbeit mit der Leitung und dem Team der Forschungsstation, der Universitätsverwaltung und dem Universitätsbauamt möchte ich mich an dieser Stelle im Namen aller Mitarbeiter/-innen der Landesanstalt ausdrücklich und herzlich bedanken!

Das junge Forscherteam der Landesanstalt stellt sich auch weiterhin bereitwillig und mit höchster Motivation den neuen Herausforderungen im Umfeld der Biogaserzeugung und -nutzung. Wir versuchen, über die Entwicklung neuer Strategien und den Transfer neuer Erkenntnisse in die Praxis, die Situation der landwirtschaftlichen Betriebe und der Biogasanlagenbetreiber zu stärken und langfristig zu sichern.

Wir greifen gerne Ihre Anregungen auf und sind offen für eine partnerschaftliche Kooperation mit Forschungs- und Industriepartnern in Deutschland und weltweit.



Dr. Hans Oechsner

Leiter der Landesanstalt

Biogas Messprogramm III – Faktoren für einen effizienten Betrieb von Biogasanlagen

Der Bau von Neuanlagen hat sich in den letzten Jahren aufgrund der Veränderungen im Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG) deutlich verringert. Gleichzeitig droht das Ende der 20 Jahre langen Vergütung nach EEG 2004 und 2009 zu einer Stilllegung von Altanlagen zu führen. Diese Situation hat die Biogasbranche in Deutschland nachhaltig verändert. Eine Verbesserung der Effizienz und damit der Wirtschaftlichkeit sowie eine sinnvolle Neuauslegung von Boni im EEG sind zum Erhalt der Anlagenzahl und der Marktführerschaft im Bereich Biogas in Deutschland dringend notwendig.

Im Biogas Messprogramm III wird mit Hilfe eines Monitorings an 60 Biogasanlagen in ganz Deutschland ein Leitfaden für Biogasanlagenbetreiber und Politiker geschaffen. Ein vollständiges Bild des Anlagenbestandes und der heutigen Praxis wird genauso gezeigt, wie eine Evaluierung von neuen Messmethoden zur exakten Bestimmung der Effizienz von Biogasanlagen. Mit Hilfe dessen sollen sowohl effiziente Anlagenkonzepte als auch Schwierigkeiten beim Betrieb von Biogasanlagen dargestellt werden.

Zur Bestimmung der Effizienz wird jeweils eine ökonomische, finanzielle, biologische und technische Analyse der Anlagen erstellt. Zur biologischen Analyse werden monatlich Proben von allen Behältern und Substraten genommen und diese auf eine Vielzahl von Parametern untersucht. Die Basis aller anderen Analysen sind Betriebsdaten. Zur Erfassung dieser werden Betriebstagebücher sowie verfügbare Zählerstände erfasst und abgelesen.

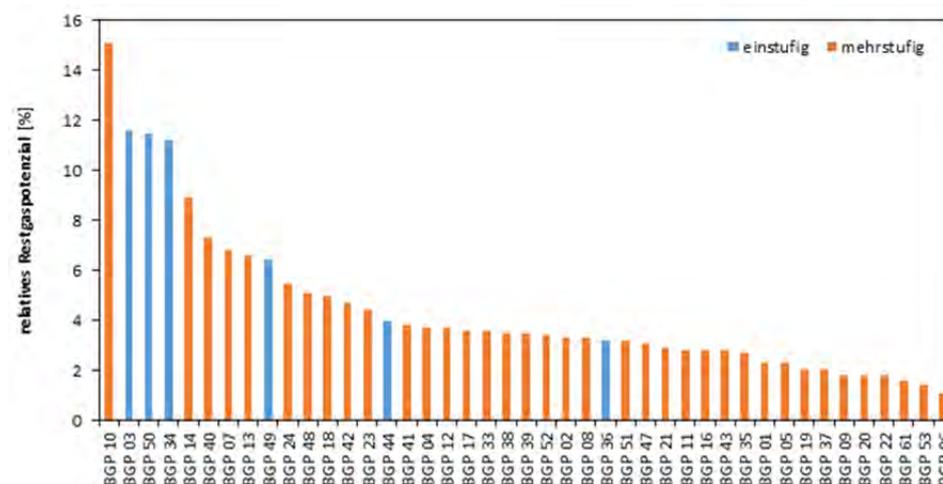
Ein Vergleich von theoretischen Daten, die aus den Messergebnissen der biologischen Analyse errechnet werden, und den Betriebsdaten dient als Validierung der Messergebnisse. Gleichzeitig wird der Vergleich als Grundlage der im BMP III angesetzten Promotion verwendet. In der Promotion werden die Abweichungen der Daten zueinander betrachtet und die Ursachen näher untersucht.



M. Sc. Benedikt Hülsemann

M. Sc. Lijun Zhou

Dr. Hans Oechsner



Relatives Restgaspotential von 45 der untersuchten Anlagen im BMP III

Förderung:
 Fachagentur für
 Nachwachsende
 Rohstoffe e.V.

Partner:
 Deutsches Biomasse
 Forschungszentrum
 (DBFZ)
 Bayerische
 Landesanstalt für
 Landwirtschaft (LfL)
 Kompetenzzentrum
 Erneuerbare Energien
 und Klimaschutz
 Schleswig Holstein
 (EEK.SH)

Laufzeit:
 Jan. 2016 – Nov. 2019

Das deutsche Biogas Messprogramm III – Ein passendes Programm für China? Biogasanlagenbetrieb und Leistungsbewertung (CBMP)



M. Sc. Lijun Zhou

M. Sc. Benedikt
Hülsemann

Dr. Guo Jianbin (CAU,
Peking)

Dr. Hans Oechsner

Chinas Agrarindustrie produziert jährlich Milliarden Tonnen Biomasseabfälle, die zur Energiegewinnung geeignet sind. Nach dem dreizehnten Fünfjahresplan (2016 - 2020) wird China 6,8 Milliarden Euro zur Verfügung stellen, um Biogasprojekte in ländlichen Gebieten zu fördern, und dadurch den Anteil umweltfreundlicher Energie zu erhöhen. Der Plan beinhaltet den Bau von 172 neuen Biogasprojekten und 3.150 groß angelegten Biomethanprojekten. Allerdings sind bei dem derzeitigen Entwicklungsstand des Biogas-Sektors noch viele Hindernisse zu beseitigen, wie z.B. niedrige Anlagenbetriebs- und Biogasproduktionseffizienz, fehlende Standards und ein unzureichendes politisches Regelwerk.

Dieses Projekt bezieht sich auf die Erfahrungen aus den drei deutschen Biogas-Messprogrammen (BMP). Darüber hinaus wird die BMP III-Methodik für China angepasst, um ein entsprechendes erstes kleines chinesisches BMP einzurichten. Die erste Runde des chinesischen Biogasmessprogramms (CBMP) begann Mitte Oktober 2017 in drei Biogasanlagen in Peking. Die Biogasanlagen wurden aufgrund der Anwendung verschiedener Substrate, produzierter Gasmengen und langer Betriebsdauer (mindestens zehn Jahre) ausgewählt. In Anlehnung an das deutsche BMP III wurden Proben von Substraten, Fermenterinhalt und Gärresten gezogen und von diesen Schlüsselindikatoren (Biogasertragstests, TS/oTS-Gehalt, FOS/TAC, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4^{3\text{-}}\text{-P}$, Biogasqualität, etc.) im Labor bestimmt. Darüber hinaus wurde die Methodik angepasst, um die Situation und verschiedene Gesetzgebungen zu berücksichtigen.

Im Hinblick auf die Politik werden Studien zur Regierungspolitik in Ländern mit fortschrittlichen Biogastechnologien und einem entwickelten Markt, zum Beispiel Deutschland, Schweden und Dänemark, durchgeführt, um ein vollständiges und klares Bild der chinesischen Regierung darüber präsentieren zu können, wie andere Regierungen den Sektor entwickeln und unterstützen. Darüber hinaus werden ökonomische Analysen für alle untersuchten Biogasanlagen durchgeführt. Es werden das jährliche Haupteinkommen, Ausgaben und Bilanzen untersucht. Vergleiche für den unterschiedlichen Finanzstatus durch die Anwendung der chinesischen Luftreinhaltepolitik der Volksrepublik China werden gesondert durchgeführt. Dies soll Möglichkeiten aufzeigen, wie der Betrieb der Biogasanlagen am rentabelsten gestaltet werden kann, damit dieser auch ohne staatliche Subventionen möglich wird. Die Ergebnisse sollen der chinesischen Regierung Daten für die Weiterentwicklung von politischen Vorgaben liefern.

Partner:
China Agriculture
University (CAU),
Volksrepublik China

Laufzeit:
Nov. 2016 – Nov. 2019



Die drei Anlagen des chinesischen Biogasmessprogramms (Zhou, 2017)

Optimierung des Betriebs und Designs von Biogasanlagen für eine bedarfsgerechte, flexibilisierte und effiziente Biogasproduktion unter Berücksichtigung der Prozessstabilität (OptiFlex)

In Biogasanlagen stellen die Rührwerke oftmals den größten Eigenstromverbraucher da. Die Wirtschaftlichkeit einer Anlage beruht damit wesentlich auf dem effizienten Durchmischen des Gärsubstrats. Die Reduzierung der benötigten Rührenergie durch eine Optimierung der Mischvorgänge ist daher vielversprechend, um Biogasanlagen auch nach der EEG-Laufzeit wirtschaftlich betreiben zu können.

Bis heute fehlen jedoch die wissenschaftlichen Grundlagen rund um den Zusammenhang zwischen den Inputsubstraten, der Biogasentstehung und den rheologischen Eigenschaften des Gärsubstrats. Ohne diese Kenntnisse ist eine zielgerichtete Verbesserung der Rührtechnik und -einstellungen nicht möglich.

Im Projekt „OptiFlex“ arbeiten daher Partner verschiedener Forschungseinrichtungen und aus der Industrie zusammen, um Modelle über das Fließverhalten des Gärsubstrats und über die Biogasbildungskinetik zu entwickeln und zu verifizieren. Auf Grundlage der gewonnenen rheologischen Erkenntnisse werden im Rahmen des Projekts neue Rührwerke entwickelt und an der Forschungsbiogasanlage getestet.

Daneben sollen gezielt diejenigen Größen identifiziert werden, die für die Regelung der Biogasproduktion bei einer flexiblen Reaktorbeschickung geeignet sind. Dadurch soll, zusammen mit der optimierten Rührtechnik, die Zukunftssicherheit bestehender und neu errichteter Anlagen gesichert werden.

Erste Ergebnisse der Bewertung des Durchmischungsverhaltens offenbaren ein großes Optimierungspotential hinsichtlich der eingesetzten Rührenergie. Bereits kleine Änderungen in der räumlichen Anordnung der Rührwerke können sich stark auf die Rührzeiten und den Stromverbrauch auswirken. Als zusätzlicher Vorteil hat sich der simultane Einsatz mehrerer Rührwerke, verglichen zum Einsatz eines einzelnen Rührers, erwiesen. Zukünftige Simulationen mittels CFD, Experimente mittels Prozess-tomographie und Versuche an der Praxisanlage sollen diese Erkenntnisse festigen und weitere Einsparmöglichkeiten offenlegen.



Durchmischungsversuche an der Praxisbiogasanlage der Universität Hohenheim zur Beurteilung verschiedener Rührwerke (Ohnmacht, 2018)



M. Sc. Benjamin Ohnmacht

M. Sc. Philipp Kress

PD Dr. Andreas Lemmer

Förderung:
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Fachagentur nachwachsende Rohstoffe (FNR)

Partner:
Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ)

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS)

Technische Universität Berlin (TU Berlin)

Maier Energie und Umwelt GmbH

Laufzeit:
Okt. 2017 – Sep. 2020

PowerLand 4.2 – Smart and Innovative Land Power Systems



M. Eng. Celina Dittmer

Dr. Johannes Krümpel

M. Sc. Philipp Kress

PD Dr. Andreas Lemmer

Das zukünftige Energiesystem muss mit steigendem Anteil an Erneuerbaren Energien grundlegend transformiert werden. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen wie Wind oder Sonne unterliegen natürlichen Schwankungen. Um dennoch den Bedarf jederzeit sicher abzudecken und Schwankungen auszugleichen, können dezentrale Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung einen wesentlichen Beitrag leisten. Sie sind flexibel einsetzbar und sehr effizient. Zudem kommt ihnen eine besondere Bedeutung zu, da sie unter den erneuerbaren Energien eine Möglichkeit bieten Strom und Wärme gleichzeitig zu produzieren.

Mit Powerland 4.2 wird auf die zunehmende Komplexität des Energiesystems reagiert, indem eine vollautomatisierte Steuerung für Blockheizkraftwerke und Biogasanlagen entwickelt wird. Diese soll selbstlernend für die jeweils folgenden 48 Stunden den Energiebedarf einer Verbrauchseinheit (z.B. einer ländlichen Gemeinde) prognostizieren. Dabei werden Wochenendeffekte und saisonale Schwankungen berücksichtigt. Ergänzend wird eine Prognose für die Stromerzeugung aus Photovoltaik und Windkraftanlagen erstellt. Die Residuallast soll dann vom Biogas-Blockheizkraftwerk bereitgestellt werden, indem automatisch ein passender Fahrplan berechnet wird. Zudem wird situationsangepasst durch ein intelligentes Fütterungsmanagement die Substratzufuhr für die Biogasanlage ausgelöst.

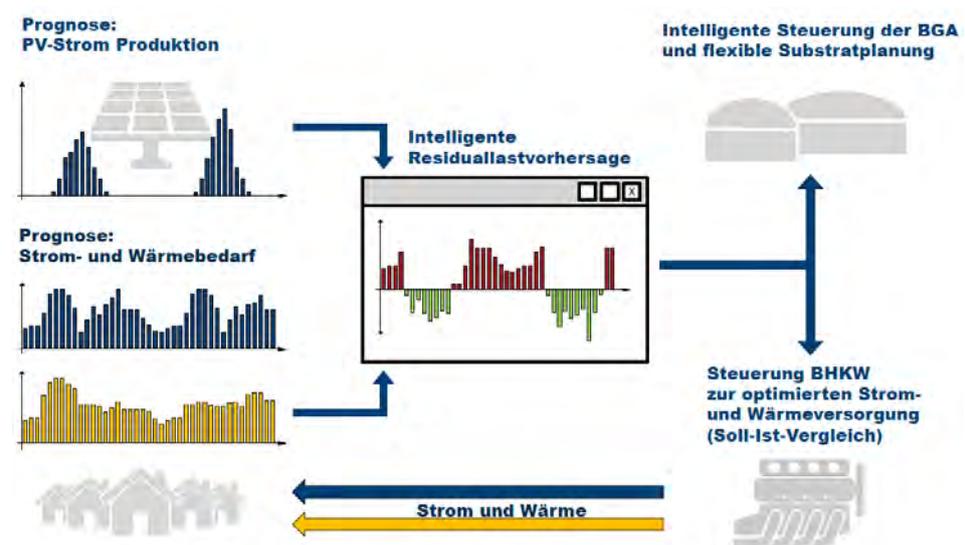
Am Beispiel des Unteren Lindenhofs als Verbrauchs- und Produktionseinheit wird die Steuerung so optimiert, dass ein Dorf seinen Strom- und Wärmeenergiebedarf vollständig auf der Basis erneuerbarer Energien decken kann.

Förderung:
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Fachagentur für
Nachwachsende
Rohstoffe e.V.

Partner:
Hochschule Reutlingen,
Reutlinger
Energiezentrum (REZ)
NOVATECH GmbH

Laufzeit:
Okt. 2018 – Sep. 2021



Ablaufschema der Anlagensteuerung zur bedarfsgerechten Strom- und Wärmeproduktion

Biogasbestandsanlagen nach der EEG-Phase - Geschäftsmodelle einer energetischen Eigenversorgung landwirtschaftlicher Betriebe mittels ihrer Biogasanlagen - Evaluation Praxisanlagen (Biogas_autark)

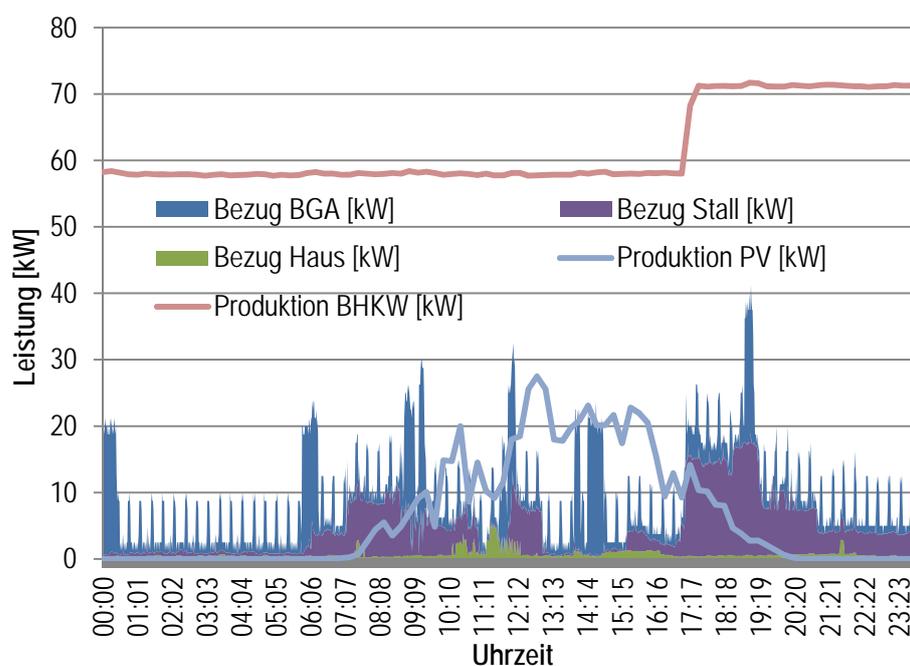
Für viele landwirtschaftliche Betriebe haben sich Biogasanlagen zu einen festen Betriebsbestandteil entwickelt. Durch die Neuregelungen im EEG ist der Fortbestand dieser Anlagen stark gefährdet. Das übergeordnete Ziel für die Biogasproduktion war und ist aber – im Kontext aktueller Nachhaltigkeitskriterien – ohne staatliche Förderungen wirtschaftlich tragfähig zu sein. In diesem Sinn ist die Biogasbranche derzeit zu abhängig vom EEG.

Ziel ist es, Wege für eine Biogasproduktion ohne eine staatliche Förderung zu erschließen. Dahingehend wäre eine verstärkte bis komplette Eigennutzung der von der Biogasanlage produzierten Energie im landwirtschaftlichen Betrieb eine mögliche Zukunftsperspektive. Schwerpunkt sind landwirtschaftliche Betriebe, die auf Grund ihres Energiebedarfes die Möglichkeit haben, die produzierte Energie von Strom und Wärme selbst zu nutzen. Zudem wird eine Nutzung im Bereich der Treibstoffproduktion und –nutzung überprüft.

Dabei sollen wirtschaftliche Perspektiven für einzelne landwirtschaftliche Biogasanlagen herausgearbeitet sowie auf Basis dieser Ergebnisse Handlungsempfehlungen erarbeitet werden. Es werden explizit nur landwirtschaftliche Biogasanlagen betrachtet, um bezogen auf die verschiedenen Produktionsverfahren eine optimierte energetische Nutzung der Biogasanlage in konkreten landwirtschaftlichen Betrieben zu ermitteln. Die Erkenntnisse werden zum einen als bottom-up-Betrachtung für landwirtschaftliche Betriebe mit Biogasanlagen erarbeitet. Zum anderen werden durch eine Clusterbetrachtung Rückschlüsse auf die bundesweiten Auswirkungen und Potenziale für den existierenden Anlagenpark gezogen.



Dr. Simon Zielonka



Tageslastgang eines Milchviehbetriebes (Zielonka, 2019)

Förderung:
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
Fachagentur für Nachhaltige Rohstoffe e.V.

Partner:
Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme gGmbH (IZES)

Laufzeit:
Okt. 2017 – April 2020

Bioenergie - Potentiale, Langfristperspektiven und Strategien für Anlagen zur Stromerzeugung nach 2020 - Stakeholdereinbindung (BE20Plus)



Dr. Simon Zielonka

Die Bioenergie trägt innerhalb der deutschen Energiewende erheblich zur erneuerbaren Strom- und Wärmeproduktion bei. 2015 stammten über 26,8% des erneuerbaren Stroms und 87,8% der erneuerbaren Wärme aus Bioenergieanlagen. Der Ausbau und Betrieb von Bioenergieanlagen zur Stromerzeugung wurde in den vergangenen Jahren primär durch das EEG gefördert. Anlagen erhielten bisher für die Dauer von 20 Jahren, zuzüglich des Inbetriebnahmejahres, festgelegte Vergütungssätze. Da ein Großteil der Bioenergieanlagen zur Stromproduktion in den Jahren zwischen 2004 und 2014 errichtet wurden, läuft für diesen Teil des Anlagenbestandes in den Jahren 2025 bis 2035 die EEG-Vergütung aus. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, zu evaluieren, welche Geschäftsmodelle für Bestandsanlagen bestehen, um über den bisherigen Vergütungszeitraum hinaus, gegebenenfalls auch mit geänderter betrieblicher Ausrichtung, einen Weiterbetrieb zu gewährleisten.

Im Verbundprojekt sollen neben einer Auswertung von Datenbeständen auch Berechnungen erfolgen, die die Potentiale zur Erlössteigerung und zur Kostensenkung untersuchen. Neben der Überführung der Bestandsanlagen in das EEG-2017 (Ausschreibung), werden auch weitere Geschäftsmodelle und Betriebsstrategien untersucht. Über die Betrachtung der Einzelanlagen hinaus soll auch der Beitrag der Bioenergieanlagen für die zukünftige Energieversorgung mittels Modellierung bewertet werden. Weiterhin sollen auch Effekte auf die Strom- und Wärmeversorgung, die Reduktion der Treibhausgasemissionen und die Land- und Forstwirtschaft dargestellt werden.

In 2019 wurde z.B. im Rahmen des Projektes während der Biogas-Infotage 2019 in Ulm das Hohenheimer Biogasforum durchgeführt. Dort wurden Praktiker zum aktuellen Stand der Post-EEG-Forschung informiert.

Förderung:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Fachagentur für Nachhaltige Rohstoffe e.V.

Partner:

Deutsches Biomasse Forschungszentrum gGmbH (DBFZ)

Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme gGmbH (IZES)

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ)

Universität Stuttgart
Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)

Next Kraftwerke GmbH

Laufzeit:

Nov. 2017 – Juni 2020



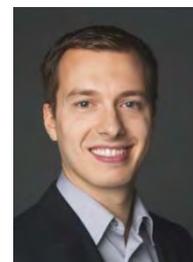
Dr. Joachim Pertagnol (IZES gGmbH) referiert zur Post-EEG-Problematik beim Hohenheimer Biogasforum während der Biogas-Infotage in Ulm (Zielonka, 2019)

BIOGAS PROGRESSIV – zukunftsweisende Strategien für landwirtschaftliche Biogasanlagen (ProBiogas)

Eine Vielzahl von Ansätzen für eine optimierte Biogasproduktion ist von Hochschulen, landwirtschaftlichen Forschungsanstalten und der Industrie bereits entwickelt und erprobt worden. Eine Evaluierung dieser Ansätze im Hinblick auf die Nutzbarkeit in praxistauglichen Geschäftsmodellen und ein auf die Betreiber von Biogasanlagen und die Biogasberatung ausgerichtetes Informationsangebot zu dieser Optimierung fehlen allerdings bislang. Diese Lücke wird das Projekt „BIOGAS PROGRESSIV“ schließen. Ziel ist ein umfangreiches Informationsangebot mit dessen Hilfe Anlagenbetreiber und Berater in die Lage versetzt werden, passende Konzepte für Biogasanlagen zu identifizieren und weiterzuentwickeln.

Um dieses Ziel zu erreichen, wird zunächst eine umfassende Datenerhebung zu innovativen Konzepten bei Forschungseinrichtungen, Herstellern von Biogasanlagen und Anlagenkomponenten durchgeführt. Diese Daten bilden, zusammen mit den bereits vorhandenen Informationen, die Basis für die Entwicklung und Evaluierung von Optimierungsmaßnahmen. Diese Maßnahmen wiederum werden zu Verfahrensmodellen kombiniert, die tragfähige Geschäftsmodelle für den Betrieb von Biogasanlagen darstellen. Alle Maßnahmen und Modelle werden technisch, ökonomisch und ökologisch evaluiert unter anderem mit Hilfe von an Praxisanlagen durchgeführten Machbarkeitsstudien.

Im Ergebnis steht ein umfangreiches und fachlich abgesichertes Informationsangebot für Anlagenbetreiber, die landwirtschaftliche Beratung, Planungsbüros, Kommunen, Genehmigungsbehörden, Banken und Investoren zur Verfügung. Auch Entscheidungsträger aus Politik und Verwaltung werden adressiert. Der Know-how Transfer findet mit Hilfe von kostenfreien Online Anwendungen, zielgruppenspezifischen Fachveranstaltungen, einem Fachportal auf der KTBL-Homepage und Publikationen in verschiedenen Formaten statt.

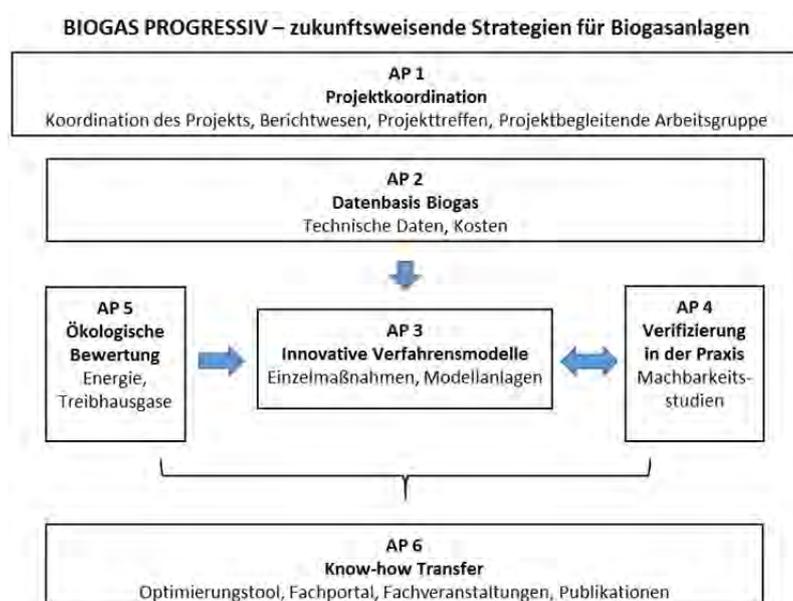


Dr. Wolfgang Merkle



M. Sc. Benedikt Hülsemann

Dr. Hans Oechsner



Arbeitspakete im Vorhaben „BIOGAS PROGRESSIV – zukunftsweisende Strategien für landwirtschaftliche Biogasanlagen“

Förderung:
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Fachagentur für Nachhaltige Rohstoffe e.V.

Partner:
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), Darmstadt
Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Fachbereich Energie, Bauen, Technik, Oldenburg

Laufzeit:
Dez. 2017 – Nov. 2020

Verfahrensentwicklung für den Einsatz der biologischen Methanisierung in der zweistufigen Biogaserzeugung; Teilvorhaben 1: Untersuchung Festbettfermenter und volldurchmischer Reaktor (BioHydroMethan)



M. Sc. Lukas Illi

M. Sc. Bernhard Lecker

B. Sc. Daniel Riehle

Dr. Hans Oechsner

Der geplante Ausbau von Erneuerbaren Energien in Deutschland erfordert beträchtliche Speicherkapazität für elektrische Energie, die in dieser Größenordnung nur von chemischen Energieträgern zur Verfügung gestellt werden kann. Die biologische Methanisierung von Wasserstoff im Biogasfermenter ist dabei eine vielversprechende Alternative zur katalytischen Methanisierung. Im Projekt soll die zweistufige Variante mit separater Hydrolyse und der gezielte Wasserstoffeintrag in der Methanisierungsstufe untersucht werden. Besonderer Vorteil dieses Ansatzes ist, dass das im Biogasprozess entstehende CO₂ mit Hilfe von hydrogenotrophen Methanbakterien fast vollständig zu Methan umgesetzt und mit einem im Vergleich zu herkömmlichem Biogas deutlich geringerem Aufbereitungsaufwand in das Erdgasnetz wie Biomethan eingespeist oder als Kraftstoff verwendet werden kann.

In den drei Teilprojekten des Verbundvorhabens, sollen verfahrenstechnische Untersuchungen mit verschiedenen Reaktorausführungen, wie Festbett-, volldurchmischten und Membranreaktoren im Labormaßstab durchgeführt werden. Grundlegend ist dabei die Entwicklung einer Technik zum möglichst feinblasigen Eintrag von Wasserstoff in die Fermenterflüssigkeit, um damit eine optimale Versorgung der Methanbakterien zu erreichen. Dazu wird der Einfluss von Blasengröße und -zugabe sowie die Gestaltung des Blasenanstiegs auf die Übergabeeffizienz an die Fermenterflüssigkeit und die Methanbakterien untersucht. Ein besonderes Augenmerk wird auf der Veränderung der Biozönose in den Methanisierungsreaktoren durch Zugabe von Wasserstoff liegen. Durch Messung der Zusammensetzung und Konzentration von flüchtigen Fettsäuren, der Pufferkapazität, des pH-Wertes, der Konzentration der im Fermentersubstrat gelösten Gase und der Qualität der entstehenden Produktgase werden die Verfahren bewertet, optimiert und weiter entwickelt.

Eine Untersuchung in druckbeaufschlagten Methanreaktoren zeigt, dass die biologische Methanisierung von Wasserstoff im zweistufigen System mit Überdruck möglich ist. Die Prozesstemperatur wurde in den Schritten 37, 45 und 50°C gesteigert. Dabei konnte die Methanmenge bei 45°C um 56% und bei 50°C um 64% im Vergleich zur Kontrollvariante ohne Wasserstoffzugabe und 37°C gesteigert werden. Bei der Variante 50°C wurden 62% des zugefügten Wasserstoffs mikrobiologisch umgesetzt.

Förderung:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

Fachagentur
Nachwachsende
Rohstoffe e.V. (FNR)

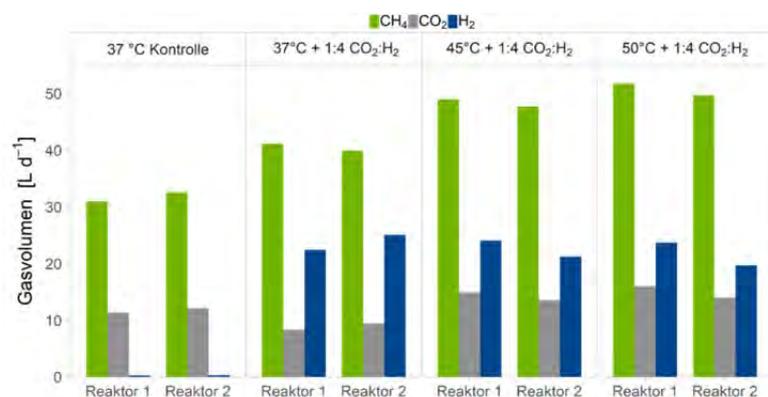
Partner:

DVGW-Forschungsstelle
am Engler-Bunte-Institut
des Karlsruher Instituts
für Technologie (KIT) -
Bereich Wasserchemie
und Wassertechnologie

Leibniz-Institut für
Agrartechnik Potsdam-
Bornim e.V. (ATB)

Laufzeit:

Mai 2015 – März 2020



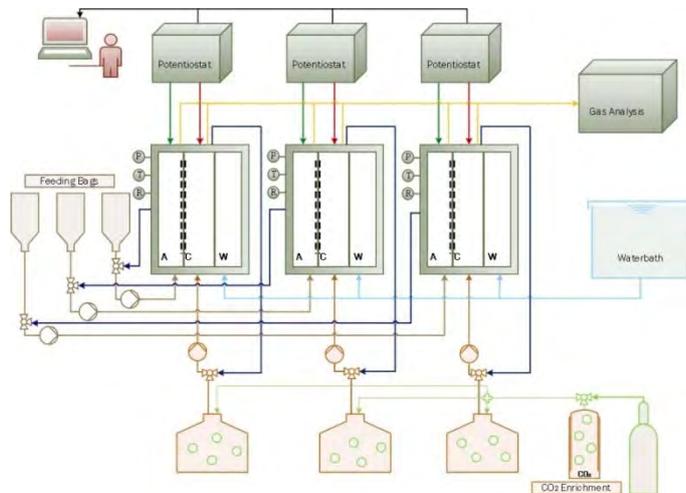
Steigerung des Gasvolumens durch die biologische Methanisierung von Wasserstoff im zweistufigen System mit Überdruck und mesophilen Temperaturen bis 50 °C (Illl, 2019)

Bioelektrochemikalische Produktion von hochreinem Biogas aus Abfallstoffen (BioElektroGas)

Ziel des Forschungsverbundprojektes ist die Umwandlung von biogenen Abfallstoffen zu hochkalorischem Biogas in bioelektrochemischen Systemen. Neu an dem Verfahren ist die Kombination fermentativer Verfahren zum Aufschluss von fester Biomasse mit bioelektrischen Systemen zur Methanerzeugung, sog. Mikrobiellen Brennstoffzellen (MEC). Zuerst wurden im Hydrolysefermenter eines zweistufigen Systems aus dem Substratgemisch bei den Soll-pH-Werten 5,5 und 6,0 an organischen Säuren reiche Hydrolysate hergestellt. Dies wurde in einem Cross-Flow-Keramikmembran-Filtrationssystem behandelt und anschliessend in der MEC verwendet.

Die Flachplattenreaktoren mit einem Gesamtvolumen von jeweils 3,15 L wurden als kontinuierliches MEC-System ausgelegt. Sie bestehen aus einem Anoden- und einem Kathodenraum, die durch eine Membran-Elektroden-Baugruppe getrennt sind. Diese Baugruppe ist eine zusammengesetzte Konstruktion aus Anoden-, Anionenaustauschmembran- und Kathodenmaterialien mit einer vergrößerten Kontaktfläche von 480 cm². Die Anodenkammern der Reaktoren wurden mit Modell-Mikroorganismen angeimpft, die in der Lage sind, Stoffwechsel-Elektronen auf Elektroden zu übertragen - G. sulfurreducens und Shewanella Oneidensis MR1. Die Kathodenkammer wurde mit Effluent einer Hochdruck-Methanisierungsanlage gefüllt, indem eine hydrogenotrophe methanogene Mikroorganismenkultur angereichert ist.

Die Anoden waren auf ein elektrisches Potential von 0 mV gegen eine Standardwasserstoffelektrode eingestellt und der elektrogene Biofilm konnte an der Anodenoberfläche elektrischen Strom in der Größenordnung von 232,3 mA erzeugen (Stromdichte von 4,84 A/m²). Es wurde eine stabile Stromproduktion bei einer Einspeisungsrate von 1,9 mL/min (30 Minuten Zuführzyklus und 2,5 Stunden Ruhezustand) erreicht. Während der Perioden stabiler Stromproduktion betrug ihre Stromstärke bis zu 35,10±6,36 mA (0,73±0,13 A/m²). Durch die bioelektrochemische Aktivität wurden Methan und Wasserstoff sowie Spuren von Sauerstoff, Stickstoff und Schwefelwasserstoff innerhalb der Reaktoren nachgewiesen. Die Methan-Produktionsrate betrug 44,53±10,11 mL/h während Perioden mit stabiler Stromerzeugung.



Verfahrensschema der BioElektroGas-Versuchsanlage



M. Sc. Padma Priya Ravi

Dr. Anastasia Oskina

PD Dr. Andreas Lemmer

Förderung:
Projektträger Karlsruhe –
Baden-Württemberg
Programme

Umweltforschung
Baden-Württemberg,
Ministerium für Umwelt,
Klima und Energie-
wirtschaft

Partner:
Karlsruher Institut für
Technologie (KIT)
Institut für Angewandte
Biowissenschaften (IAB)

Albert-Ludwigs-
Universität Freiburg
Institut für
Mikrosystemtechnik
(IMTEK)

Universität Stuttgart
Institut für
Siedlungswasserbau,
Wassergüte- und
Abfallwirtschaft (ISWA)

Laufzeit:
Sep. 2015 – März 2019

Entwicklung effizienter zweiphasiger Biogasanlagen über eine gekoppelte energetische und stoffliche Nutzung (Optigär)



M. Sc. Jörg Steinbrenner

Dr. Hans Oechsner

Das Gesamtziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Kaskadennutzung und damit nachhaltigeren und ganzheitlicheren Verwertung von Agrarrohstoffen. Dabei steht die stoffliche Nutzung von Koppelprodukten als Chemikalien mit potenziell hohen Preisen im Fokus.

Im Rahmen des Vorhabens wird ein neuartiges Konzept zur integrierten stofflichen Nutzung von zweiphasigen Biogasanlagen entwickelt. Mit diesem Konzept soll eine gekoppelte stoffliche und energetische Nutzung der Biogassubstrate ermöglicht werden. Im Hydrolyseprozess wird durch die gezielte Steuerung von Temperatur, pH-Wert sowie Pufferkapazität und einer gezielten Futterstoffauswahl versucht die Konzentration an nutzbaren Chemikalien zu erhöhen. Diese sollen über verschiedene Aufbereitungsschritte aus der Flüssigkeit entfernt werden. Der Rückstand wird anaerob in einem Methanisierungsreaktor verwertet.

Es wird ein Screening sowohl von verschiedenen Substraten als auch von unterschiedlichen Reaktionsbedingungen der Hydrolyse im Hinblick auf die optimale Säurenproduktion durchgeführt. Ziel ist die Selektion geeigneter Substrate und der geeigneten Hydrolysebedingungen.

Die Abtrennung der wertbringenden Säuren erfolgt durch das Fraunhofer Institut für chemische Technologie (ICT).

Zusätzlich werden eine Umweltbewertung und Wirtschaftlichkeitsabschätzung sowie ein Überführungskonzept für die Industrie durch das Europäische Institut für Energieforschung (EiFER) erstellt.

Förderung:

Fachagentur
Nachwachsende
Rohstoffe e.V. (FNR)

Partner:

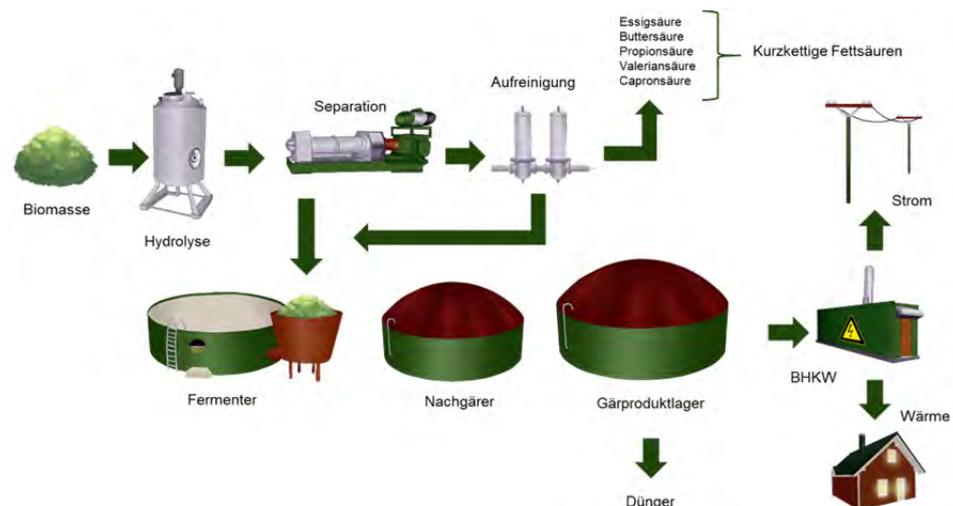
Fraunhofer-Institut für
chemische Technologie
(ICT)

EiFER Europäisches
Institut für
Energieforschung EDF-
KIT EWIV

Lipp GmbH

Laufzeit:

Sep. 2015 – Juni 2019



Mögliche Prozesskette zur Erzeugung von flüchtigen Fettsäuren und Biogas

GRowing Advanced industrial Crops on marginal lands for bioRefineries (GRACE)

Das BBI Demonstrationsprojekt "GRowing Advanced industrial Crops on marginal lands for bioRefineries" (GRACE) ist ein 15 Millionen € Projekt, das die Optimierung verschiedener Wertschöpfungsketten für Miscanthus und Hanf zum Ziel hat.

Das Konsortium aus 22 Projektpartnern setzt sich aus Universitäten, landwirtschaftlichen Unternehmen und Industrie zusammen. Geleitet wird das Projekt von der Universität Hohenheim.

Ziel des Projektes ist es nachhaltige Produkte mit einem starken Markt-Potenzial zu produzieren, um eine verlässliche Versorgung nachhaltig produzierter Biomasse zu gewährleisten, sowie Biomasse-Produzenten mit der verarbeitenden Industrie besser zu vernetzen. Um die Konkurrenz zu Nahrungs- und Futtermitteln zu vermeiden, wird Miscanthus und Hanf auf marginalen Flächen angebaut, die beispielsweise mit Schwermetallen kontaminiert sind oder die anderweitig, z.B. aufgrund niedrigerer Erträge, unattraktiv für die Nahrungsmittelproduktion sind.

Im Rahmen des Projekts GRACE hat die Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie die Aufgabe, das Biogaspotenzial des bei der Hydroxymethylfurfural (HMF)-Synthese aus Miscanthus-Biomasse anfallenden Prozessabwassers zu bewerten. HMF ist eine Plattformchemikalie, die unter anderem für die Produktion von Kunststoffprodukten verwendet wird. Durch die Nutzung der beim anaeroben Abbau entstehenden Gärreste als Düngemittel wird der Nährstoffkreislauf geschlossen.



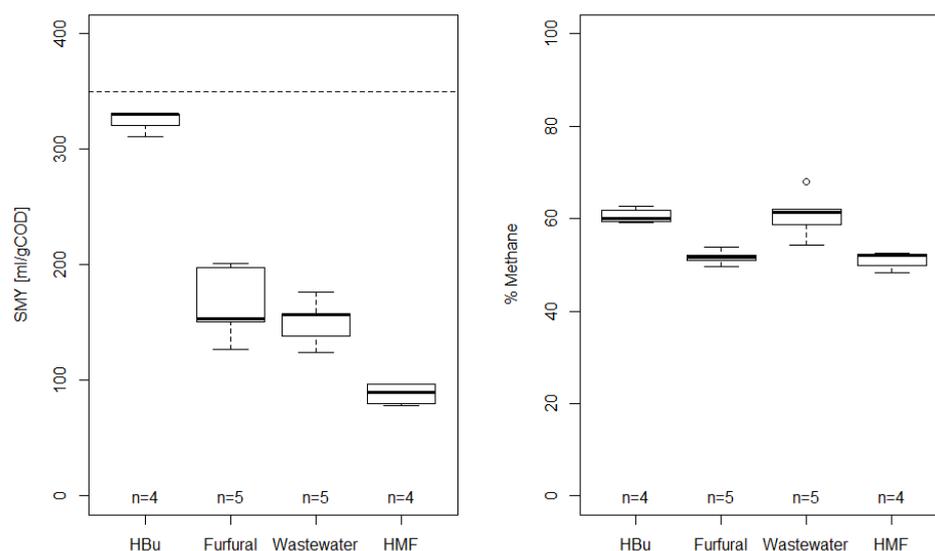
M. Sc. Tahir Khan

Dr. Johannes Krümpel

PD Dr. Andreas Lemmer

Förderung:
Bio-based Industries
Joint Undertaking
(BBI JU)

Partner:
Wageningen University
INRA
Aberystwyth University
Università Cattolica del
Sacro Cuore
University of Zagreb
Novamont S.p.A.
Mogu Srl
AVA Biochem BSL AG
Addiplast SA
INA d.d.
Indena SpA
C.M.F. GREENTECH
S.R.L.
Consorzio di Bonifica di
Piacenza
Gießereitechnik Kuehn
Ecohemp S.r.l.
Miscanthusgroep
Terravesta
Vandinter-Semo
NovaBiom
Johannes Furtlehner
Cluster SPRING



Vorläufige Ergebnisse: spezifischer Methanertrag (links) und Methangehalt (rechts) von Einzelkomponente des Prozess-Abwassers

Laufzeit:
Juni 2017 – Mai 2022

Anpassung von Mais-basierten landwirtschaftlichen Produktionssystemen zu Nahrungsmittel-, Futter- und Biomasseerzeugung an begrenzte Phosphatvorräte (AMAIZE – P)



M. Sc. Konstantin
Dinkler

M. Sc. Bowen Li (CAU,
Peking)

Dr. Guo Jianbin (CAU,
Peking)

Dr. Hans Oechsner

Zusammen mit der Agricultural University of China in Peking hat die Universität Hohenheim im November 2018 das Internationale Graduiertenkolleg (IRTG) gestartet. Das durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Projekt trägt den Titel "Anpassung von Mais-basierten landwirtschaftlichen Produktionssystemen zu Nahrungsmittel-, Futter- und Biomasseerzeugung an begrenzte Phosphatvorräte", kurz AMAIZE–P und verfolgt einen interdisziplinären Ansatz zur Erfassung und Optimierung der Phosphatströme in der Landwirtschaft, tierischer und menschlicher Ernährung und der Nährstoffrückgewinnung. Die Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie bearbeitet innerhalb dieses Projektes das Teilprojekt 3.3. Dieses Teilprojekt verfolgt folgende Ziele:

Abfälle aus der Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion, menschliche und tierische Exkremente und andere organische Rückstände werden bei der Nährstoffrückgewinnung häufig vernachlässigt. Anaerobe Vergärung kann genutzt werden um diese Abfälle zu zersetzen und einen Dünger mit hoher Nährstoffkonzentration herzustellen. Diese Nährstoffrezirkulation ist essentiell um auch in Zukunft hohe Erträge in der Landwirtschaft zu gewährleisten. Gleichzeitig wird ein energiereiches Gas produziert, das zur Deckung des Heizbedarfs, zum Kochen oder zur Stromproduktion genutzt werden kann.

Im ersten Projektschritt wurde eine geeignete Methodik zur Probenaufbereitung und anschließenden Phosphatanalyse entwickelt. Hierzu wurde die Hedley-Fraktionierung aus der Bodenanalytik als Vorbild genommen, da sich durch diese sequentielle Phosphatextraktion die verschiedenen Phosphatformen in Gruppen einteilen lassen. Zur Probenaufbereitung finden sich in der Literatur verschiedene Trocknungstemperaturen. Im Rahmen eines Experiments wurden diese getestet, um den Effekt der Temperatur auf die Analyseergebnisse zu untersuchen. Es hat sich gezeigt, dass die Probentrocknung mit anschließender Analyse nicht geeignet ist um die im Fermenter vorliegenden Phosphatfraktionen zu analysieren. Stattdessen müssen die Phosphate aus der frischen Probe extrahiert werden. Es hat sich außerdem gezeigt, dass der Anteil an Olsen-P in der nicht getrockneten Probe lediglich 35 % des Gesamtphosphats ausmacht.

Finanzierung:

Deutsche
Forschungsgemeinschaft
(DFG)

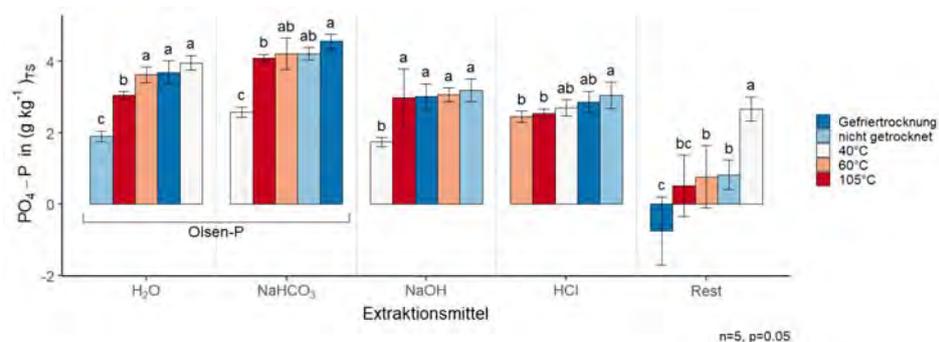
Partner:

China Agriculture
University (CAU),
Volksrepublik China

11 Institute der
Universität Hohenheim

Laufzeit:

Nov. 2018 – Apr. 2023



Ergebnisse der Hedley-Fraktionierung einer Probe des Unteren Lindehofs

Untersuchungen zur Biogasgewinnung aus stickstoff- und faserreicher Biomasse – Methanertragspotenziale, Prozessstabilität und Nährstoffmanagement der Gärreste

Untersuchung 1: Studie zum Biogas- und Methanertrag von nachwachsenden Rohstoffen aus der Ukraine zur Bioenergieproduktion. Es wurden verschiedene Erntedaten von lokalen Pflanzenarten untersucht. Insgesamt wurden 98 Proben, gesammelt auf den Versuchsfeldern der Akademie der Agrarwissenschaften der Ukraine, im Hohenheimer Biogasertragstest (HBT) analysiert.

Untersuchung 2: Die Verwendung von proteinreichen Substraten wie Küchenabfällen, Geflügelmist, Mikroalgen usw. kann während der anaeroben Vergärung zu hohen Stickstoffkonzentrationen im Reaktor führen. Diese wirken sich durch die Ammoniakbildung negativ auf die Prozessstabilität und Effizienz aus. Ammoniakstickstoff entsteht bei der Hydrolyse von Proteinen, Harnstoff und Nukleinsäuren. Ammoniak kann durch die Zellmembranen von Methanogenen diffundieren und ein Protonenungleichgewicht verursachen. Dadurch verändert sich der intrazelluläre pH-Wert der Methanogenen und spezifische enzymatische Reaktionen werden gehemmt. Dementsprechend führen hohe Konzentrationen von Ammoniak in anaeroben Reaktoren zu einer Hemmung der Methanogenese und können zum vollständigen Erliegen des Prozesses führen. Gegenwärtig erfahren viele Betreiber von Biogasanlagen bei der Nutzung von N-reichen Substraten Prozess-Hemmungen und Methanverluste.

Eine Lösung könnte eine Akklimatisierungsstrategie darstellen, indem mit einer optimalen N-Zuwachsrate der Prozess stabilisiert und Methanverluste minimiert werden. Dazu werden die Auswirkungen unterschiedlicher Stickstoff-Zuwachsraten auf die anaerobe Vergärung bestimmt, um eine optimale Prozessleistung zu erreichen.

Untersuchung 3 Gärrest kann kommerziell als Düngemittel genutzt werden. Ziel der Studie ist es, durch den Einsatz verschiedener Vorbehandlungstechniken den höchsten Anteil an Nährstoffen in der festen Fraktion des Gärrestes zu erhalten.

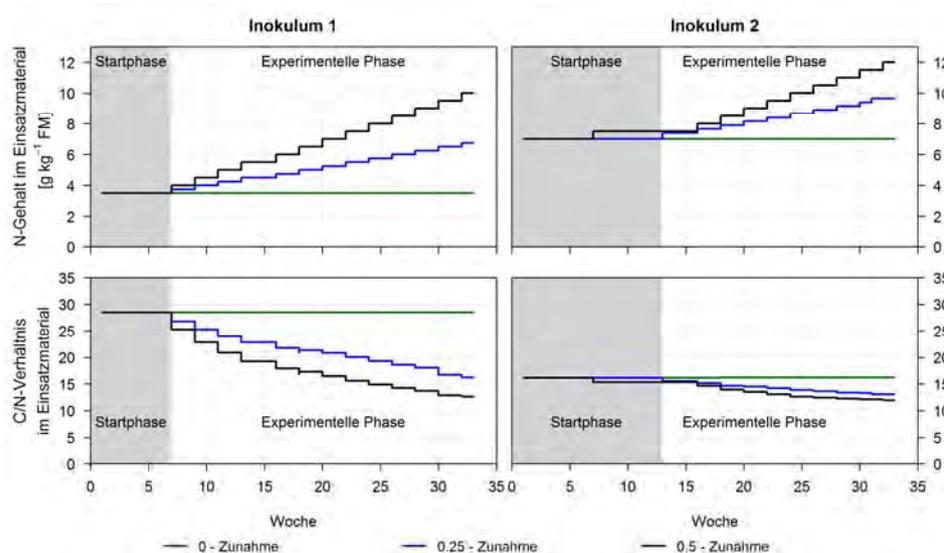


M. Sc. Ievgeniia Morozova

M. Sc. Nadiia Nikulina

Dipl.-Ing. agr. Christoph Serve-Rieckmann

PD Dr. Andreas Lemmer



Versuchsordnung

Förderung:
Stipendium des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD)

Partner:
Institut für Bioenergiepflanzen und Zuckerrüben der nationalen Akademie der Agrarwissenschaften der Ukraine

Laufzeit:
Okt. 2016 – Mai 2020

Demonstration von Trockenfermentationsverfahren und Optimierung der Biogastechnologie für ländliche Gemeinden der MENA-Region (BiogasMena)



M. Sc. Nadiia Nikulina

Dr. Hans Oechsner

Förderung:

ERANETMED

Deutsches Zentrum für
Luft- und Raumfahrt
(DLR)

Partner:

Landesanstalt für
Agrartechnik und
Bioenergie -
Universität Hohenheim
(Koordination)

FnBB e.V.

Institut National de la
Recherche Agronomique
(INRA)

Nenufar SAS

ERM Energies

University of Verona

Fundación IMDEA
Energy

Agricultural University of
Athens

University of Cyprus
Nireas-IWRC

RTD TALOS Limited

S.K. Euromarket LTD

Centre de
Biotechnologie de Sfax

EGE University

Universite Sciences et
Technologie d'Oran
(USTO)

Cairo University

Laufzeit:

Sep. 2017 – Aug. 2020

In ländlichen Gebieten der MENA-Region (Nordafrika, Südeuropa) stehen die Gemeinden vor mehreren Herausforderungen: unzureichende Infrastruktur für die Abfallbehandlung, begrenzter Zugang zu kostengünstiger Energie, insbesondere Strom, Böden mit schlechter Fruchtbarkeit und Wasserrückhaltekapazität.

Das BIOGASMENA-Projekt zielt darauf ab, zur Lösung dieser Probleme beizutragen, indem es aus organischen Abfällen Biogas produziert. Dies dient entweder in roher Form als kostengünstiger Brennstoff für den häuslichen Bedarf oder wird in Elektrizität umgewandelt. Aus den Gärresten wird hochwertiger, pathogen-freier Kompost.

Das Projekt hat die folgenden Ziele:

- Laborversuche zur Prozessoptimierung der Trockenvergärung,
- Methanertragspotenzialbestimmungen und Charakterisierung des Gärrests,
- Untersuchung der Kombination von Mikroalgenanbau und Biogastechnologie,
- Planung, Installation und Überwachung einer kleinen Demonstrationsanlage von 5 m³ mit einer geplanten elektrischen Leistung von 500 W in Tunesien,
- Erstellen von Ökobilanzen und techno-ökonomischen Analysen,
- Ausbildung und Austausch junger Wissenschaftler aus der ERA- und MENA Region; insbesondere mit den Kooperationspartnern aus Algerien, der Türkei und Griechenland,
- Informationen über die Biogastechnologie für die Forschung, Bauern in der MENA-Region und die Öffentlichkeit mittels einer Projektwebsite, Workshops und Projektkonferenzen.

Zur Optimierung des Trockenfermentationsprozesses wurden Laborversuche im halbertechnischen Maßstab durchgeführt. Kommunale organische Abfällen (Braune Tonne) wurden als Substrate verwendet. Optimale Substratmischung, Prozess-temperatur, Einfluss des Zusatzes von flüssigem Inokulum wurden untersucht. Es wurden drei verschiedene Verhältnisse von trockenem Inokulum/Substrat untersucht. Während der Versuche wurden die Prozessparameter Flüchtige Fettsäuren, TS/oTS, pH und Biogasqualität und Menge analysiert. Die Gärreste wurden im Hohenheimer Biogasertrags Test weiteruntersucht.



Batch-Reaktoren im Labor der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie (Nikulina, 2019)

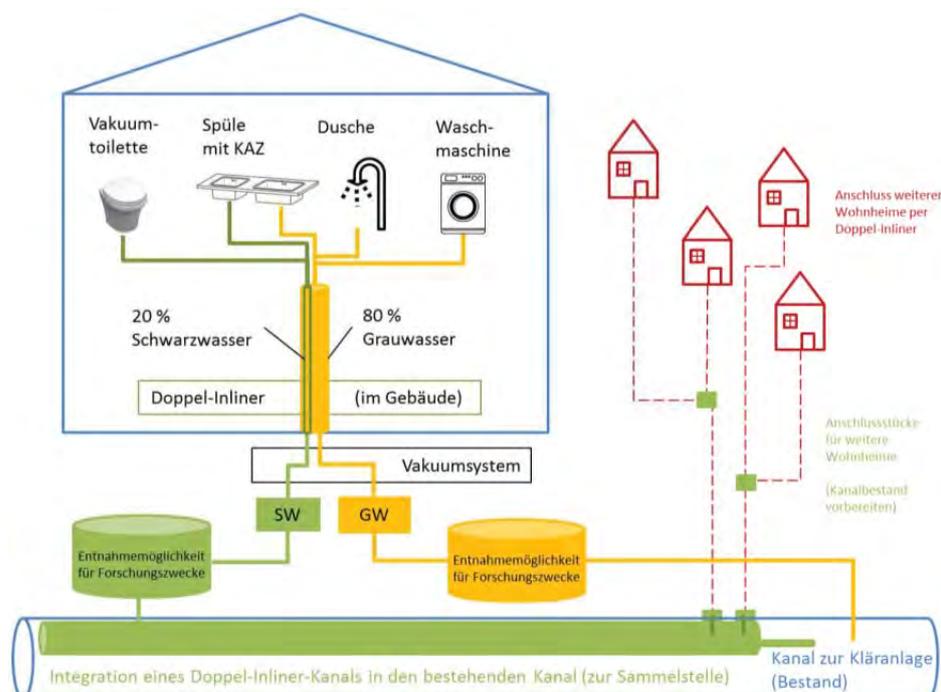
Real-Labor Abwasserfreier Umwelt-Campus- neue Technologien in der Gebäudesanierung für eine zukunftsfähige Ressourcenwirtschaft (ReLab)

Anhand eines konkreten Anwendungsobjektes - einem bestehenden Studentenwohnheim am Umwelt-Campus Birkenfeld - soll ein innovatives Recyclingkonzept in den Bestand implementiert werden. Das Konzept basiert auf der getrennten Erfassung und Nutzung der Abwasser- und Biomassepotenziale. Für die nachträgliche getrennte Erfassung der Abwasserströme soll erstmals ein Doppel-Inliner-Verfahren eingesetzt werden. Dieses innovative Verfahren ermöglicht eine Abtrennung des Fäkalabwassers in bestehenden Gebäuden. Über ein Unterdrucksystem wird das Fäkalabwasser, gemeinsam mit anfallendem Biomüll einer anaeroben Verwertung zur Produktion von Biogas zugeführt, während Grauwasser für unterschiedliche Nutzungen aufbereitet wird. Dieser innovative Ansatz der angewandten Gebäudeforschung stellt eine Weiterentwicklung des Umwelt-Campus Birkenfeld hin zu einer "abwasserfreien Hochschule" im Sinne einer nachhaltigen Regionalentwicklung in den Bereichen der Energie-, Abfall- und Wasserwirtschaft dar. Aufbauend auf bisherigen Projektansätzen des IfaS, soll in Zusammenarbeit mit weiteren wissenschaftlichen Institutionen und Praxispartnern eine nachträgliche Systemimplementierung für den Gebäudebestand erarbeitet und getestet werden.

Die Landesanstalt führt die Gärtests mit dem Schwarzwasser durch, um dessen Bio-gasertragspotenzial unter den unterschiedlichen Betriebszuständen zu ermitteln. Zusätzlich wird das Schwarzwasser auf die Eignung zur Vergärbarkeit in zweistufigen Biogassystemen hin überprüft.



Dr. Simon Zielonka



Schema der Sanitärinstallation (Angilella, 2017)

Förderung:
 Bundesinstitut für Bau-,
 Stadt- und
 Raumforschung (BBSR)

Partner:
 Hochschule Trier -
 Umwelt-Campus
 Birkenfeld, Institut für
 angewandtes Stoffstrom-
 management (IfaS)
 Aqseptence Group
 GmbH
 Björnsen Beratende
 Ingenieure GmbH
 Campus Company
 GmbH
 GEBR. RÖDERS AG
 TU Kaiserslautern, FG
 Ressourceneffiziente
 Abwasserbehandlung

Laufzeit:
 Okt. 2017 – Okt. 2020

Pro-BioLNG - Innovative Prozesskette zur ressourceneffizienten Erzeugung von Bio-LNG



Dr. sc. agr.
Wolfgang Merkle

M.Sc. Jörg
Steinbrenner

PD Dr. Andreas
Lemmer

Im Zuge der des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung sollen die Treibhausgasemissionen bis 2050 um 80 bis 95% reduziert werden, im Vergleich zum Referenzjahr 1990. Vor allem im Verkehrssektor konnten bisher keine nennenswerten Einsparungen erzielt werden.

Aus diesem Grund soll in dem Verbundprojekt „ProBioLNG“ eine innovative und hoch-effiziente Prozesskette zur kostengünstigen und regenerativen Erzeugung von biomethanbasierten Kraftstoffen an der Universität Hohenheim entwickelt werden.

Ziele

- Produktion eines Biogases mit einem Methananteil größer als 75 Vol.-% mit Hilfe der zweistufigen Druckfermentation.
- Kopplung der Anlage mit der biologischen Methanisierung, um das restliche CO₂ in Biomethan umzuwandeln (Power-to-Gas)
- Anschließende Verdichtung oder Verflüssigung des Gases, mit verringertem Aufwand, und dessen Nutzung als Kraftstoff (CNG oder LNG).

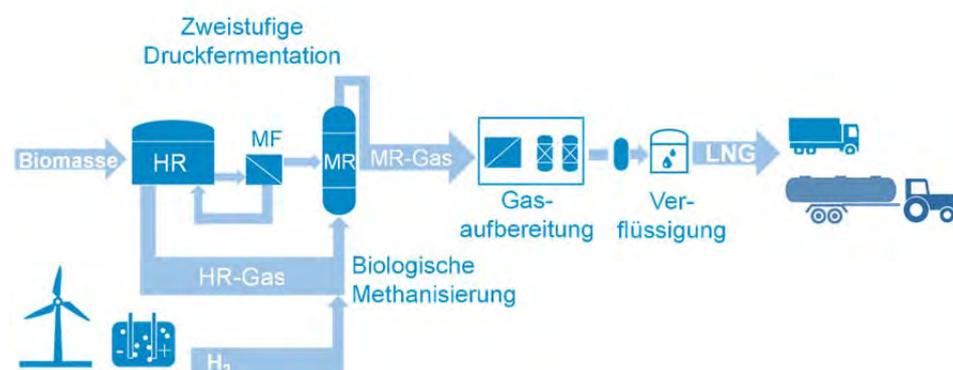
Das Verfahren verspricht, erheblich effizienter zu sein als bisherige Methoden zur Erzeugung von Biomethan und das bei geringeren Herstellungskosten. Dafür soll am Versuchsstandort „Unterer Lindenhof“ der Universität Hohenheim die gesamte Prozesskette als Versuchsanlage im Pilotmaßstab aufgebaut und betrieben werden.

Biomethanbasierte Kraftstoffe können verflüssigt als Bio-LNG im Schwerlast-, See-, Bau- und Landmaschinenbereich eingesetzt werden. Die Erzeugung der innovativen Kraftstoffe basiert dabei zu gleichen Teilen auf Biomasse und Power-to-Gas-Verfahren, so dass das Forschungsprojekt sowohl einen entscheidenden Beitrag zur Sektor-kopplung als auch zur Energiewende im Verkehrssektor liefert.

Förderung:
Projekträger Jülich

Partner:
DVGW-Forschungsstelle
am Engler-Bunte-Institut
KIT Mobima
Class selbstfahrende
Erntemaschinen GmbH
AirLiquide Forschung
und Entwicklung GmbH

Laufzeit:
09.2019– 08.2022



Mögliche Prozesskette zur Erzeugung von Bio-LNG

EXIST-Gründerstipendium: Entwicklung einer Zerkleinerungsanlage für faserreiche Substrate in Biogasanlagen

Inspiziert von der Idee des Biogas-Landwirts Albert Eberhart wurde seit dem Jahr 2017 an einer neuen Zerkleinerungsanlage für schwierige Substrate in Biogasanlagen gearbeitet. Für dieses Vorhaben konnte 2019 ein EXIST-Gründerstipendium erfolgreich beantragt werden. Zuvor war bereits ein Prototyp vom Biogasanlagenbetreiber Albert Eberhart von der Bio-Energie Heuberg GmbH & Co. KG in Zusammenarbeit mit den Stipendiaten gebaut worden. Dieser Prototyp wurde u.a. mit den EXIST-Geldern bis zum automatisierten Dauerbetrieb weiterentwickelt. Dabei konnten grundlegende Designänderungen umgesetzt werden, die von Ergebnissen einer vorangegangenen Abschlussarbeit der Landesanstalt abgeleitet wurden. Die auf den Namen „Biokraft Kugelmühle“ getaufte Anlage besteht aus einem drehenden Hohlzylinder, in den mehrere Tausend tennisballgroße Stahlkugeln gegeben werden. Durch die Rotation der Trommel werden diese nach oben gefördert und fallen auf Substrat und andere Stahlkugeln herab. Nach dem Durchflussprinzip fließt das zu mahlende Substrat kontinuierlich in die Kugelmühle. Durch die hohen Drücke am Berührungspunkt aufeinanderprallender Stahlkugeln wird das Substrat aufgespalten, wodurch die Zellmembranen aufbrechen und intrazelluläre Nährstoffe freigelegt werden. Daraus resultieren u.a. ein schnellerer Gasertrag und eine höhere Gasausbeute.

Durch das Stipendium konnten außerdem erste Testreihen zur Wirksamkeit der entwickelten Zerkleinerungsanlage durchgeführt werden. Dafür wurden mehrere Substrate im Hohenheimer Biogasertragstest analysiert. Die robuste und effiziente Zerkleinerungsanlage ist nun auf dem Markt verfügbar und wird durch die von den Stipendiaten im Mai 2019 gegründeten Firma Biokraft Energietechnik GmbH vermarktet. Die Biogasanlage der Bio-Energie Heuberg GmbH & Co. KG setzt seit automatisierter Inbetriebnahme der Biokraft Kugelmühle im Herbst 2019 vermehrt landwirtschaftliche Reststoffe ein und hat dank des zerkleinerten Substrats einen geringeren Verbrauch von Rührerenergie im Fermenter.

Außerdem konnte eine Anschlussfinanzierung über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. gesichert werden. Hiermit soll zukünftig untersucht werden, wie eine nachfragegesteuerte Biogaserzeugung mithilfe der Biokraft Kugelmühle möglich ist.

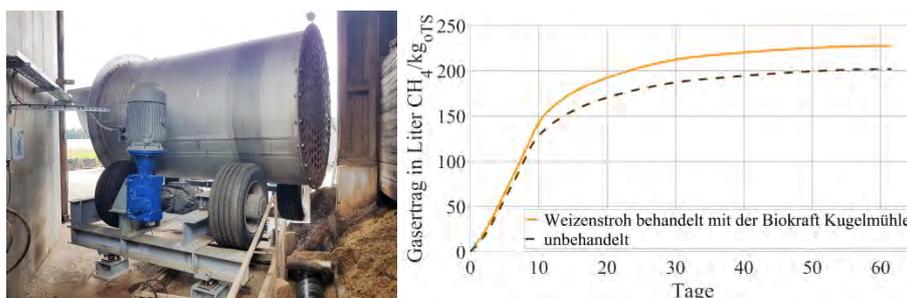


B.Sc. Mohammad Al-Saffar

B.A. Jessica Höhmann

M.Sc. Fridolin Hanel

Dr. Hans Oechsner



Prototyp der neu entwickelten Biokraft Kugelmühle und HBT-Ergebnisse von Weizenstroh

Förderung:
BMW und Europäischer Sozialfonds

Partner:
Albert Eberhart, Bio-Energie Heuberg GmbH & Co. KG

Laufzeit:
März 2019 – Feb. 2020

Forschungsbiogasanlage „Unterer Lindenhof“

Im Auftrag des Rektorates übernimmt die Landesanstalt die betriebliche Leitung sowie die Koordination der Forschungsprojekte an der Biogasanlage „Unterer Lindenhof“. Die praxisnahe Forschung zur Erzeugung von Bioenergie sowie die Integration der Biogas-technik in zukünftige Energiesysteme gewinnt weiter an Bedeutung. Wie in den vergangenen Jahren war und ist die Forschungsbiogasanlage "Unterer Lindenhof" das zentrale Forschungsgroßgerät verschiedener nationaler Verbundforschungsvorhaben.

Im Rahmen der Projekte „OptiFlex“ und „PowerLand 4.2“, beide gefördert von der FNR, wurden in 2019 erneut einige bauliche Änderungen an der Biogasanlage vorgenommen. Insbesondere jedoch wurde damit begonnen, die Datenerfassung und deren Speicherung in Datenbanken über die Biogasanlage hinaus weiter auszudehnen.

Forschungsseitig stehen zwei Themen derzeit im Fokus:

- Die Optimierung des Betriebs und Designs von Biogasanlagen für eine bedarfsgerechte, flexibilisierte und effiziente Biogasproduktion (Projekt „OptiFlex“).
- Vollständig automatisierte Systemintegration der Bioenergie (Projekt „PowerLand 4.2“).

Für das Projekt „PowerLand 4.2“ werden zusätzlich zu den bisher online erfassten Messwerten über die Anlagensteuerung der Biogasanlage zukünftig auch die gesamten Strom- und Wärmebedarfsdaten des Standortes "Lindenhöfe" der Versuchsstation Agrarwissenschaften online erhoben und mit mathematischen Modellen für einen Zeitraum von 48 bis 336 h prognostiziert. Ebenso werden eine Versuchs-PV-Anlage und die Wetterstation des Standortes in die Anlagensteuerung eingebunden. Standortbezogen können damit zukünftige der Strom- und Wärmebedarf des Standortes sowie die Stromproduktion der PV-Anlage nicht nur erfasst, sondern auch prognostiziert werden, so dass ein vorausschauender, bedarfsgerechter Betrieb des BHKW zur Deckung der Residuallast möglich wird. Damit leistet die Forschungsbiogasanlage einen wichtigen Schritt zur dezentralen Bereitstellung von Regelenergie zur zukünftigen Stabilisierung unserer Stromnetze. An der Forschungsbiogasanlage treffen nun in der Praxis "KI" auf "Big Data".

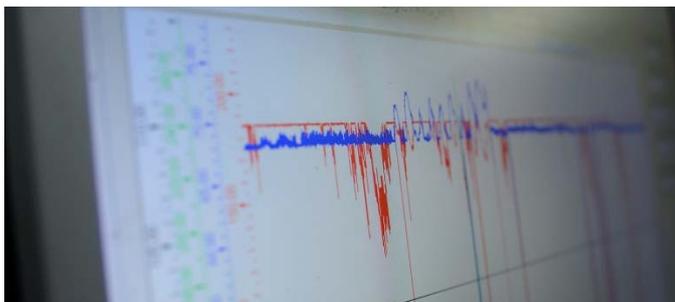
Drei weitere große Forschungsprojekte mit Start in 2020 wurden in 2019 bewilligt. Damit bleibt die Forschungsbiogasanlage, auch 12 Jahre nach der Inbetriebnahme, ein hochaktuelles Forschungsgroßgerät.



PD Dr. Andreas Lemmer



M. Sc. Philipp Kress



Datenerhebung an der Anlagensteuerung der Forschungsbiogasanlage

Das chemische Labor der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie



Dipl.-Biol. Annette Buschmann

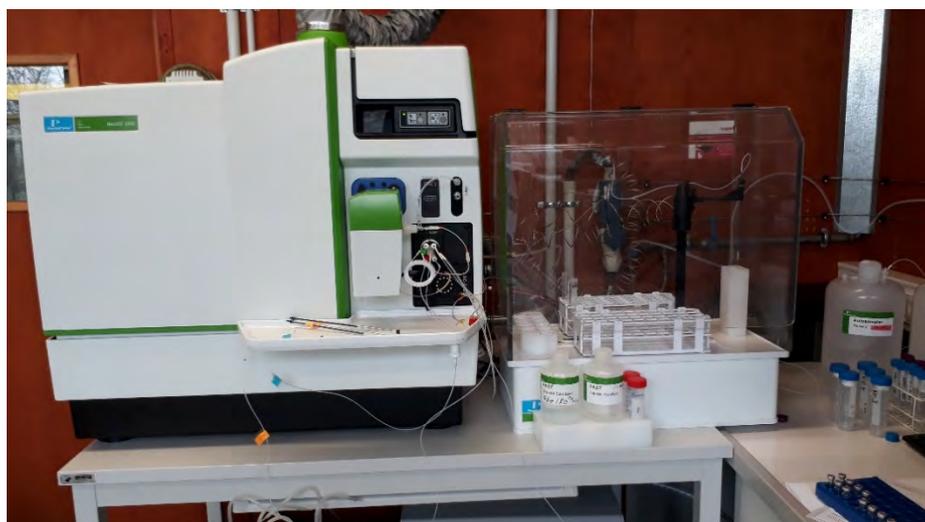


Jacqueline Kindermann

Auch im Jahr 2019 wurden im chemischen Labor der Landesanstalt umfangreiche chemische Analysen zur prozessbiologischen Beurteilung von Fermentationsvorgängen zur Silierung, zur Biogasproduktion oder zur biologischen Produktion von Plattformchemikalien im Rahmen unterschiedlichster Projekte durchgeführt. Hierzu kam das moderne Laborequipment wie z.B. ein Gaschromatograph (GC), ein Hochdruckflüssigkeitschromatograph (HPLC), ein leistungsstarker Analysator zur simultanen Analyse von Gesamtkohlenstoff (TC), anorganischem Kohlenstoff (TIC) sowie Gesamtstickstoff (TN) in wässrigen Proben plus des TC-Gehaltes in Feststoffproben, ein Aufschluss- und Destilliersystem zur Bestimmung des Gesamtstickstoffs und des Ammoniumstickstoffs sowohl wässriger als auch fester Proben mittels Kjeldahlmethode etc. zum Einsatz.

Im Vordergrund der Arbeiten stand im Jahr 2019 die Inbetriebnahme des im Jahr 2018 durch größere Baumaßnahmen im Labor installierten Massenspektrometers (engl.: ICP-MS = inductively coupled plasma mass spectrometry). Des Weiteren lag der Fokus auf der Methodenentwicklung zur Bestimmung der relevanten chemischen Elemente, die zum Verständnis und zur Beurteilung der Nährstoff- und Spurenelementversorgung verschiedenster Fermentationsvorgänge von Bedeutung sind.

Inzwischen kann die Konzentration eines Großteils der für die Arbeiten der Landesanstalt interessanten Elemente wie z.B.: Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg), Natrium (Na), Nickel (Ni), Cobalt (Co), Mangan (Mn), Kupfer (Cu) und Zink (Zn) aus flüssigen Proben, bestimmt werden. Die Methodenentwicklung zur Bestimmung aller wichtigen Elemente in Flüssigproben soll zeitnah abgeschlossen werden und im Anschluss die Methodenentwicklung zur entsprechenden Bestimmung der gleichen Elemente aus Feststoffen erfolgen. Die Probenvorbereitung für die Analyse der Spurenelemente im ICP-MS erfolgt mittels Mikrowellenaufschluss mit konzentrierter Salpetersäure mit einem Aufschlussgerät der Firma CEM. Der Aufschluss zur Bestimmung flüssiger und fester Proben gelingt inzwischen problemlos.



Das neue ICP-MS (ICP-MS = inductively coupled plasma mass spectrometry) (Buschmann, 2018)

Mitveranstaltete Tagungen

Hohenheimer Biogasforum auf den Biogas-Infotagen

30.-31. Januar 2019, Messe Ulm, Ulm, veranstaltet zusammen mit dem Renergie Allgäu e.V.

Biogastag Baden Württemberg

27. Februar 2019, Universität Hohenheim, Stuttgart, veranstaltet zusammen mit den Regionalgruppen Baden-Württembergs des Fachverbands Biogas

ALB Fachtagung - „Ferkelerzeugung“

14. März 2019, Universität Hohenheim, Stuttgart, veranstaltet zusammen mit der ALB Baden-Württemberg

ALB Fachveranstaltung - „Direktvermarktung von Milch und Milchprodukten“

10. April 2019, Hohenstein-Ödenwaldstetten, veranstaltet zusammen mit der ALB Baden-Württemberg

International Biogas & AD Training Course

07. – 15. Mai 2019, Stuttgart, ZIMT, veranstaltet zusammen mit dem IBBK

International Biogas & AD Training Course

24. September – 02. Oktober 2019, Stuttgart, Uni Hohenheim, veranstaltet zusammen mit dem IBBK

ALB Fachgespräch - „Lagerung von Getreide und Körnerleguminosen“

28. November 2019, Burgstetten, veranstaltet zusammen mit der ALB Baden-Württemberg

Internationaler Austausch

Internationale Gastwissenschaftler an der Landesanstalt

Bowen Li

Bereitstellung von Phosphatressourcen zum Nährstoffrecycling mittels anaerober Vergärungssysteme.
Agrarwissenschaftliche Universität China, Fakultät für Agrartechnik, Peking, China

Dimitrios Mitrogiannis

Adsorption von Phosphat und Ammoniumstickstoff aus der flüssigen Fraktion des Trockenfermentationsgärrests an mineralischen Adsorbentien (Zeolith und Attapulgit)
Agrarwissenschaftliche Universität Athen, Fakultät für natürliche Ressourcen, Management und Agrartechnik, Athen, Griechenland

Samatcha Krungkaew

Methanertragsbestimmung von verschiedenen Pflanzenteilen zweier herkömmlich in Thailand angebauten Bananensorten mittels HBT
Silpakorn Universität, Fakultät für Maschinenbau und Industrie Technologie, Nakhon Pathom, Thailand

Seda Uslu

Trockenfermentationsversuche im Labormaßstab zur Prozessoptimierung im Rahmen des ERANETMED BIOGASMENA Projektes
EGE Universität, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Abteilung für Bioingenieurwesen, Izmir, Türkei

Tsung-Hsien Chen

Untersuchung der zweistufigen Hochdruckfermentation und Erfahrungsaustausch in Bezug auf erneuerbare Energien.
Feng-Chia Universität, Fakultät für Maschinenbau und Luftfahrttechnik, Hochschule für Technik und Wissenschaft, Taiwan

Xing Yu

Bewertung der Biogasreinigungstechnologie und wirtschaftliche Bewertung.
Agrarwissenschaftliche Universität China, Fakultät für Agrartechnik, Peking, China

Yamina Abdoune

Schulung zum Hohenheimer Biogastest und zur Trockenfermentationstechnologie im Rahmen von ERANETMED BIOGASMENA Projektes
Mohamed-Boudiaf-Universität für Wissenschaft und Technologie, Fakultät für Maschinenbau, Oran, Algerien

Wissenschaftler der Landesanstalt im Ausland

Lukas Illi

Beratung und Workshop zum Thema Biomethan
23.04.2019-01.05.2019, Fiep - Federação das Indústrias do Estado do Paraná, Curitiba, Brasilien

Hochschulprüfungen 2019

Promotionsarbeiten

Elżbieta Joanna Kumanowska

Optimierung der Konservierung und der anaeroben Konversion von Zuckerrüben zur Nutzung in flexiblen Biogassystemen. Dissertation, Universität Hohenheim.

<http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2020/1689/>

Phillip Kress

Auswirkungen der flexiblen Biogasproduktion auf die Effizienz von landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Dissertation, Universität Hohenheim.

Diese Promotionen an der Fakultät für Agrarwissenschaften wurde vom ehemaligen Oberleiter der Landesanstalt, Herrn Prof. Dr. Thomas Jungbluth wissenschaftlich betreut.

Masterarbeiten

Alina Röhrich

Emissionsminderung in der Milchviehhaltung durch alternative Verwertung von Gülle und Gärresten

Philipp Unfried

Ernteverfahren, Häckselqualität und Methanertrag von durchwachsener Silphie (*Silphium perfoliatum* L.)

Bachelorarbeiten

Adrian Kronawitter

Vergleichende Untersuchungen zu unterschiedlichen Eintragungssystemen von Wasserstoff in die biologische in-situ Methanisierung

Veröffentlichungen 2019

Peer-reviewed

Angelidaki, I., Xie, L., Luo, G., Zhang, Y., Oechsner, H., Lemmer, A., Munoz, R., Kougias, P.G.

Biogas upgrading: Current and emerging technologies. (2019) In: Pandey, A., Larroche, C., Dussap, C.-G., Gnansounou, E., Khanal, S.K., Ricke, S.: *Biofuels: Alternative feedstocks and conversion processes for the production of liquid and gaseous biofuels.* (2019) *Biomass, Biofuels, Biochemicals: Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes for the Production of Liquid and Gaseous Biofuels*, pp. 817-843. DOI: 10.1016/B978-0-12-816856-1.00033-6. Elsevier. ISBN: 9780128168561

Bierer, B., Kress, P., Nägele, H.-J., Lemmer, A., Palzer, S.

Investigating flexible feeding effects on the biogas quality in full-scale anaerobic digestion by high resolution, photoacoustic-based NDIR sensing. (2019) *Engineering in Life Sciences*, 19 (10), pp. 700-710. DOI: 10.1002/elsc.201900046

Chala, B., Oechsner, H., Müller, J.

Introducing temperature as variable parameter into kinetic models for anaerobic fermentation of coffee husk, pulp and mucilage. (2019) *Applied Sciences (Switzerland)*, 9 (3), art. no. 412, DOI: 10.3390/app9030412

Jänisch, T., Reinhardt, S., Pohsner, U., Böringer, S., Bolduan, R., Steinbrenner, J., Oechsner, H.

Separation of volatile fatty acids from biogas plant hydrolysates. (2019) *Separation and Purification Technology*, 223, pp. 264-273. DOI: 10.1016/j.seppur.2019.04.066

Kumanowska, E., Zielonka, S., Oechsner, H.

Sickersaftbildung aus der Silage von Zuckerrübenschnitzeln. (2019) *Landtechnik*, 74(3). DOI: 10.1515/lt.2019.3203

Lansing, S., Hülsemann, B., Choudhury, A., Schueler, J., Lisboa, M.S., Oechsner, H.

Food waste co-digestion in Germany and the United States: From lab to full-scale systems. (2019) *Resources, Conservation and Recycling*, 148, pp. 104-113. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.05.014

Ohnmacht, B., Kress, P., Parrales, J. K. H., Lemmer, A.

Untersuchung der internen, biologischen Entschwefelung mittels Dosierung von Umgebungsluft. (2019) *Landtechnik*, 74(6). DOI: 10.1515/lt.2019.3224

Ravi, P.P., Merkle, W., Tuczinski, M., Saravia, F., Horn, H., Lemmer, A.

Integration of membrane filtration in two-stage anaerobic digestion system: Specific methane yield potentials of hydrolysate and permeate. (2019) *Bioresource Technology*, 275, pp. 138-144. DOI: 10.1016/j.biortech.2018.12.043

Steinbach, D., Wüst, D., Zielonka, S., Krümpel, J., Munder, S., Pagel, M., Kruse, A.

Steam explosion conditions highly influence the biogas yield of rice straw. (2019) *Molecules*, 24(19), art. no. 3492, DOI: 10.3390/molecules24193492

Steinbrenner, J., Nägele, H.-J., Buschmann, A., Hülsemann, B., Oechsner, H.

Testing different ensiling parameters to increase butyric acid concentration for maize silage, followed by silage separation and methane yield potential of separated solids residues. (2019) *Bioresource Technology Reports*, 7, art. no. 100193, DOI: 10.1016/j.biteb.2019.100193

Stökle, K., Hülsemann, B., Steinbach, D., Cao, Z., Oechsner, H., Kruse, A.

A biorefinery concept using forced chicory roots for the production of biogas, hydrochar, and platform chemicals. (2019) *Biomass Conversion and Biorefinery*, DOI: 10.1007/s13399-019-00527-w

Ullrich, T., Lemmer, A.

Performance enhancement of biological methanation with trickle bed reactors by liquid flow modulation. (2019) *GCB Bioenergy*, 11(1), pp. 63-71. DOI: 10.1111/gcbb.12547

Konferenz-/Tagungsbandbeiträge

Hülsemann, B., Lansing, S., Choudhury, A., Schueler, J., Sol Lisboa, M., Oechsner H.

Lebensmittelvergärung in Deutschland und den USA. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. pp. 315-316. KTBL-Schrift 517. FNR/KTBL-Kongress, Leipzig, 09.-10.09.2019

Hülsemann, B., Zhou, L., Oechsner H.

Biogas measurement program – Seasonal Differences in Residual Methane Potential of Digestate. IV. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Plants, Leipzig, 26.-27.03.2019

Kumanowska, E., Zielonka, S., Lemmer, A., Oechsner, H.

Optimierung der Konservierung und der anaeroben Konversion von Zuckerrüben zur Nutzung in flexiblen Biogassystemen. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. pp. 91-103. KTBL-Schrift 517. FNR/KTBL-Kongress, Leipzig, 09.-10.09.2019

Lemmer, A., Ohnmacht, B., Kress, P., Oechsner, H.

Energetische Untersuchungen zur Rührtechnik in einer Praxisanlage. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. pp. 361-362. KTBL-Schrift 517. FNR/KTBL-Kongress, Leipzig, 09.-10.09.2019

Merkle, W., Oechsner, H., Paterson, M., Wirth, B.

Biogas Progressiv: zukunftsweisende Strategien für landwirtschaftliche Biogasanlagen (ProBiogas). In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. pp. 392-394. KTBL-Schrift 517. FNR/KTBL-Kongress, Leipzig, 09.-10.09.2019

Oechsner, H., Hülsemann, B.

Mist und andere Alternativsubstrate für den Biogasprozess – Hemmnisse, Anforderungen, Chancen. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. pp. 82-90. KTBL-Schrift 517. FNR/KTBL-Kongress, Leipzig, 09.-10.09.2019

Oechsner, H., Hülsemann, B., Martínez Hernández, C. M.

Transferability of laboratory results on methane yield to full-scale biogas plants. In: II International scientific convention „II ICC UCLV 2019“, Cayos de Villa Clara, Kuba, 23.-30.06.2019

Oechsner, H.

Effiziente Nutzung von Pferdemist mittels Intensivaufbereitung durch das OZ-Verfahren. In: Ökostrom Schweiz: Optimierung und Alternativen beim Substratinput und -output. pp. 11.-21. Chur, Schweiz, 08.02.2019

Vorträge

Hülsemann, B., Oechsner H.

Aktuelles Biogas-Messprogramm – Eindrücke aus dem Südwesten. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Hülsemann, B., Lansing, S., Choudhury, A., Schueler, J., Sol Lisboa, M., Oechsner H.

Food Waste Co-Digestion in Germany and the United States: From Lab to Full-Scale Systems. 2. Deutsches Doktorandenkolloquium, Nürnberg, 30.-31.9.2019

Illi, L.

Qualität, Zertifizierung und weltweite Aussichten für Biomethan. Workshop, Fiep - Federação das Indústrias do Estado do Paraná, Curitiba, Brasilien, 29.04.2019

Lemmer, A.

Neue Geschäftsmodelle für Biogasanlagen. 4. Bioökonomietag, Universität Hohenheim Stuttgart, 28.11.2019

Lemmer, A.

Power to Gas: Ein Überblick und die Bedeutung für die Biogasbranche. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Lemmer, A.

Power to Gas – Biologische Methanisierung von Wasserstoff: Verfahrensansätze – bisherige Ergebnisse - Effizienz. 13. Biogastag Baden-Württemberg des Fachverbandes Biogas, Stuttgart Hohenheim, 27.02.2019

Lemmer, A., Kumanowska, E., Zielonka, S., Oechsner, H.

Optimierung der Konservierung und der anaeroben Konversion von Zuckerrüben zur Nutzung in flexiblen Biogassystemen. FNR/KTBL-Kongress Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven, Leipzig, 09.-10.09.2019

Merkle, W., Ullrich, T., Lemmer, A., Oechsner, H.

Fermentative high-pressure methanation of hydrogen for power-to-gas concepts. Great Cycle: Symposium of Rural Soils and Waters Organic Pollution Control, Beijing, 18.-21.10.2019

Merkle, W., Mönch-Tegeder, M., Oechsner, H.

Biogas generation with fibrous substrates - a study with horse manure. Great Cycle: Symposium of Rural Soils and Waters Organic Pollution Control, Beijing, 18.-21.10.2019

Merkle, W., Lemmer, A., Oechsner, H.

Two-stage high pressure anaerobic digestion. 9th International Scientific-Technical Conference on Environmental Engineering, Photogrammetry, Geoinformatics, Lublin, 17.-20.09.2019

Merkle, W., Lemmer, A., Oechsner, H.

Two-stage high pressure anaerobic digestion of biomethane production. 7th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Heraklion, 26.-29.06.2019

Morozova, I.

Untersuchung der ukrainischen Energiepflanzen für die Biogasproduktion. 2. Deutsches Doktrandenkolloquium, Nürnberg, 30.-31.09.2019

Oechsner, H.

Überblick Forschungsaktivitäten der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie. 13. Biogastag Baden-Württemberg des Fachverbandes Biogas, Stuttgart Hohenheim, 27.02.2019

Oechsner, H.

Biogasaufbereitung und Energiespeicher Gasnetz. Infoveranstaltung CNG – die alternative zur E-Mobilität, Frickingen, 13.05.2019

Oechsner, H.

Biogas production – a successful model for german farmers. Sri Lanka: Renewable Energies focused on Biotechnology, Waste-to-Energy, System Integration – Fact-Finding Mission from Sri Lanka to Germany, Stuttgart, 06.-10.05.2019

Oechsner, H., Hülsemann, B.

Mist und andere Alternativsubstrate für den Biogasprozess – Hemmnisse, Anforderungen, Chancen. FNR/KTBL-Kongress Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven, Leipzig, 09.-10.09.2019

Oechsner, H., Hülsemann, B., Martínez Hernández, C. M.

Transferability of laboratory results on methane yield to full-scale biogas plants. II International scientific convention „II ICC UCLV 2019“, Cayos de Villa Clara, Kuba, 23.-30.06.2019

Steinbrenner, J.

Erzeugung von Chemikalien für die Industrie aus Silage und einer Hydrolysestufe – Chancen und Herausforderungen. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Zielonka, S., Lemmer, A.

Nutzung von Zuckerrüben als Gärsubstrat: Vergärung – Lagerung – Wirtschaftlichkeit. 13. Biogastag Baden-Württemberg des Fachverbandes Biogas, Stuttgart Hohenheim, 27.02.2019

Poster

Becker, P., Cao, Z., Hülsemann, B., Kruse, A.

Biogas aus Abwasser (538). Humbolt Reloaded, Stuttgart Hohenheim, 24.10.2019

Dinkler, K.

Optimierung des Phosphat-Kreislaufs durch anaerobe Vergärung. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Hülsemann, B., Oechsner H.

Biomethane Potential Test – Influence of Inocula and System. 7th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Heraklion, Griechenland, 26.-29.06 2019

Hülsemann, B.

Food Waste Co-Digestion in Germany and the United States: From Lab to Full-Scale Systems. 2. Deutsches Doktrandenkolloquium, Nürnberg, 30.-31.09.2019

Hülsemann, B., Zhou, L., Oechsner H.

Biogas measurement program – Seasonal Differences in Residual Methane Potential of Digestate. IV. CMP International Conference on Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Plants, Leipzig, 26.-27.03.2019

Hülsemann, B., Lansing, S., Choudhury, A., Schueler, J., Sol Lisboa, M., Oechsner H.

Lebensmittelvergärung in Deutschland und den USA. FNR/KTBL-Kongress Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven, Leipzig, 09.-10.09.2019

Illi, L., Lecker, B., Oechsner, H.

Wasserstoffmethanisierung bei zweiphasiger Prozessführung: Variation der Wasserstoffzugabe. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Khan, M.T., Krümpel, J., Lemmer, A.

Anaerober Abbau von Prozess-Abwässern aus der Hydroxymethylfurfural (HMF) Produktion. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Kumanowska, E., Zielonka, S., Oechsner, H.

Zweiphasige Vergärung von Zuckerrüben zur Biomethanerzeugung. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Merkle, W., Oechsner, H., Paterson, M., Wirth, B.

Biogas Progressiv: zukunftsweisende Strategien für landwirtschaftliche Biogasanlagen (ProBiogas). FNR/KTBL-Kongress Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven, Leipzig, 09.-10.09.2019

Merkle, W., Ullrich, T., Lemmer, A., Oechsner, H.

Fermentative high-pressure methanation of hydrogen for power-to-gas concepts. Great Cycle: Symposium of Rural Soils and Waters Organic Pollution Control, Peking, China, 18.-21.10.2019

Merkle, W., Mönch-Tegeder, M., Oechsner, H.

Biogas generation with fibrous substrates - a study with horse manure. Great Cycle: Symposium of Rural Soils and Waters Organic Pollution Control, Peking, China, 18.-21.10.2019

Merkle, W., Lemmer, A., Oechsner, H.

Two-stage high pressure anaerobic digestion. 9th International Scientific-Technical Conference on Environmental Engineering, Photogrammetry, Geoinformatics, Lublin, Polen, 17.-20.09.2019

Merkle, W., Lemmer, A., Oechsner, H.

Two-stage high pressure anaerobic digestion of biomethane production. 7th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Heraklion, Griechenland, 26.-29.06.2019

Merkle, W., Oechsner, H., Wirth, B., Gers-Grapperhauser, C., Paterson, M.

Biogas Progressiv: Zukunftsweisende Strategien für landwirtschaftliche Biogasanlagen (ProBiogas). Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Morozova, I., Nikulina, N., Oechsner, H., Lemmer, A.

Steigende Stickstoffgehalte im Substrat: Auswirkungen auf die Prozessstabilität von Biogasanlagen. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Nikulina, N., Oechsner, H.

Demonstration von Trockenfermentationsverfahren und Optimierung der Biogastechnologie für ländliche Gemeinden der MENA-Region. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Oechsner H., Hülsemann B.

Biogas-Messprogramm III – Übertrag Biogasertragstest auf die Praxis. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Ohnmacht, B.

Energetische Untersuchungen zur Rührtechnik in einer Praxisanlage. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Lemmer, A., Ohnmacht, B., Kress, P., Oechsner, H.

Energetische Untersuchungen zur Rührtechnik in einer Praxisanlage. (2019) FNR/KTBL-Kongress Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven, Leipzig, 09.-10.09.2019

Steinbrenner, J., Oechsner, H.

(2019). Evaluation of an automatized technical scale anaerobic leachbed reactor system for VFA production with scheduled removal of leachate. 7th International Conference on Sustainable Solid Waste Management. Heraklion, Griechenland, 26.-29.06.2019

Steinbrenner, J., Oechsner, H.

(2019). Optigär – Entwicklung effizienter zweistufiger Biogasanlagen über eine gekoppelte energetische und stoffliche Nutzung. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Steinbrenner, J., Oechsner, H.

Erzeugung von Buttersäure und Biogas aus Silomais – Test verschiedener Silierparameter, Separation der Silage und Bestimmung des Methanertragspotentials. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Stökle, K., Hülsemann, B., Arauzo, P. J., Cao, Z., Kruse, A.

A biorefinery concept using forced chicory roots for the production of biogas, hydrochar and platform chemicals. International Conference on Renewable Resources & Biorefineries, Toulouse, Frankreich, 03.-05.06.2019

Zielonka, S.

Biogas Autark – Biogasbestandsanlagen nach der EEG-Phase. Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Zielonka, S.

Bioenergie – Potenziale, Langfristperspektiven & Strategien für Anlagen zur Stromerzeugung nach 2020 (BE20Plus). Biogas Infotage 2019, Renergie Allgäu e.V., Ulm, 30.-31.01.2019

Hülsemann, B.

Food Waste Co-Digestion in Germany and the United States: From Lab to Full-Scale Systems. 2. Deutsches Doktorandenkolloquium, Nürnberg, 30.-31.09.2019

Zhou, L.

Influence of anaerobic digestion process on the germination of weed seeds. 2. Deutsches Doktorandenkolloquium, Nürnberg, 30.-31.09.2019

Weitere Veröffentlichungen

Oechsner, H.

Inaktiv zurück auf den Acker. (2019) BWagrar, 46.2019, p. 30.

Gremienarbeit

- Bioresource Technology: Mitglied im Editorial board
- MDPI: Special Issue Editor „Renewable Energy in Agriculture“
- KTBL – Vorsitz „Arbeitsgemeinschaft Energie“
- KTBL – Arbeitsgruppe „Ringversuche“
- KTBL – Arbeitsgruppe „nachhaltige Biogaserzeugung“
- KTBL – Arbeitsgruppe „Gasdichte Güllelagerung“
- KTBL – Arbeitsgruppe „Gaserträge“
- KTBL – Arbeitsgruppe „Güllevergärung“
- VDI-Richtlinie 4630 – Wissenschaftliches Komitee
- VDLUFA – Methodenkommission Biogasertrag, Restgaspotenzial
- DLG – Prüfungskommission „Separator“
- VERA – Internationale VERA Kommission für Gülleseparation
- BCN – Biogas Competence Network e.V.
- Internationale Arbeitsgruppe „Methode Biogasertragsbestimmung“
- Verschiedene Tagungsausschüsse (z.B. VDI, KTBL, FNR, FV-Biogas, Progress in Biogas, Uni Stuttgart, Eranetmed, Doktorandenkolloquium)
- Projektbeiräte (Bio2020Plus, OptiSys, Subeval)

Das Personal der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie

Leiter der Landesanstalt

Dr. Hans Oechsner



Oberleiter der Landesanstalt

Prof. Dr. Joachim Müller



Stellvertretender Leiter der Landesanstalt

PD Dr. Andreas Lemmer



Sekretariat

Margit Andratschke



Wissenschaftliche Mitarbeiterin & Mitarbeiter



Dr. Simon Zielonka



Dr. Johannes Krümpel



Dr. Wolfgang Merkle



Bilhate Chala

Doktorandinnen & Doktoranden



Benedikt Hülsemann



Benjamin Ohnmacht



Celina Dittmer



Elzbieta Kumanowska



Ievgeniia Morozova



Jörg Steinbrenner



Konstantin Dinkler



Lijun Zhou



Lukas Illi



Padma Priya Ravi



Philipp Kress



Muhammad Tahir Khan

Technische Mitarbeiter/innen und Projektassistentin

Analytisches Labor



Annette Buschmann



Jaqueline Kindermann

Versuchstechnikerin & Versuchstechniker



Christof Serve-Rieckmann



Daniel Riehle



Saliha Ezgi Küver



Dr. Anastasia Oskina

Projektassistentenz



Nadiia Nikulina

Die Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie

Leitung

Dr. sc. agr. Hans Oechsner

Oberleitung

Prof. Dr. sc. agr. Joachim Müller

Stellvertretender Leiter

PD Dr. sc. agr. Andreas Lemmer

Sekretariat

Margit Andratschke

Post-Docs und Wissenschaftliche Mitarbeiter

Dr. sc. agr. Simon Zielonka (Post-Doc)

Dr. sc. agr. Johannes Krümpel (Post-Doc)

Dr. sc. agr. Wolfgang Merkle (Post-Doc)

M.Sc. Bilhate Chala

Doktoranden/innen

M.Sc. Benedikt Hülsemann

M.Sc. Benjamin Ohnmacht

M.Sc. Celina Dittmer

M.Sc. Elzbieta Kumanowska

M.Sc. Ievgeniia Morozova

M.Sc. Jörg Steinbrenner

M.Sc. Konstantin Dinkler

M.Sc. Lijun Zhou

M.Sc. Lukas Illi

M.Sc. Muhammad Tahir Khan

M.Sc. Padma Priya Ravi

M.Sc. Philipp Kress

Technische Mitarbeiter/innen und Projektassistentin

Dipl.-Ing. agr. Christof Serve-Rieckmann

B.Sc. Daniel Riehle

B.Sc. Saliha Ezgi Küver,

Dr. Anastasia Oskina

M.Sc. Nadiia Nikulina

CT Assistentinnen

Dipl.-Biol. Annette Buschmann

Jacqueline Kindermann

Promotionsarbeiten unter wissenschaftlicher

Betreuung von:

- Prof. Dr. Thomas Jungbluth,
- Prof. Dr. Joachim Müller,
- PD Dr. Andreas Lemmer

Besucheranschrift:

Universität Hohenheim
Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie
Garbenstraße 9
70599 Stuttgart

Postanschrift:

Universität Hohenheim (740)
70593 Stuttgart

Tel.: +49 (0)711 459-22683

Fax.: +49 (0)711 459-22111

Email: la740@uni-hohenheim.de

Homepage: www.uni-hohenheim.de/labioenergie



Von links nach rechts

Dr. Simon Zielonka, Margit Andratschke, Dr. Hans Oechsner, Lukas Illi, Dr. Wolfgang Merkle, Jörg Steinbrenner, Padma Priya Ravi, Benedikt Hülsemann, Philipp Kress, Nadia Nikulina, Konstantin Dinkler, Lijun Zhou, Dimitrios Mitrogiannis, Jacqueline Kindermann, Elke Weiß, Ievgeniia Morozova, PD Dr. Andreas Lemmer, Christof Serve-Rieckmann, Celina Dittmer, Dr. Anastasia Oskina

Hockend: Annette Buschmann, Bowen Li

Es fehlen: Prof. Dr. Joachim Müller, Dr. Johannes Krümpel, Bilhate Chala, Elzbieta Kumanowska, Benjamin Ohnmacht, Muhammad Tahir Khan, Daniel Riehle, Saliha Ezgi Küver