



UNIVERSITÄT  
HOHENHEIM



# Jahresbericht 2018

## Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie



**LANDESANSTALT**  
für Agrartechnik  
& Bioenergie

Universität Hohenheim  
Landesanstalt für Agrartechnik und  
Bioenergie (740)



## Die Landesanstalt für Agrartechnik & 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.

Im Jahr 2018 feierte die Universität Hohenheim ihr 200-jähriges Jubiläum. Die Landesanstalt beteiligte sich an den öffentlichen Veranstaltungen zum Jubiläum. Damals im Jahr 1818 war die Universität gegründet worden, um die Technik der Erzeugung von Nahrungsmitteln zu verbessern, die Ausbildung der Fachkräfte im Bereich der Landwirtschaft und des beginnenden Maschinenbaus zu sichern und um auf diese Weise Hungersnöte zu vermeiden und die Ernährung der Bevölkerung insgesamt zu verbessern. Heute ist die Gefahr von Hungersnöten zumindest im industriell geprägten und damit reichen Deutschland dank internationaler Vernetzung und eines globalen Handels weitgehend gebannt. Wir können es uns leisten, nachwachsende Rohstoffe für die Produktion von Energie einzusetzen und so den Anteil erneuerbarer Energie steigern. Es stammen in Deutschland inzwischen fast 40% des verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Quellen, mit einem besonderen Anstieg von Wind- und PV-Strom. Biogas kann dazu beitragen, die Schwankungen dieser fluktuierenden Quellen zu puffern. In diesem Bereich wird an der Landesanstalt umfangreiche Forschung betrieben. Es geht dabei um Fragen zum Thema Power to Gas, zur flexiblen Erzeugung von Biogas und zur Effizienzsteigerung der Systeme. Die Forschung in diesem Bereich kann dazu beitragen, den Ausstoß von klimarelevantem, fossilem Kohlendioxid zu mindern und damit die Klimaerwärmung zu bremsen. Das Jahr 2018 war ein überdurchschnittlich warmes und trockenes Jahr und zeigte damit erste Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion. Es bestätigte den Trend zur globalen Erwärmung der Atmosphäre auf anschauliche Weise.

Die Forschung der Landesanstalt findet im Labor und vor allem auch an der Forschungsbiogasanlage Unterer Lindenhof statt, für die die Landesanstalt wissenschaftlich verantwortlich ist. Im Jahr 2018 konnten nun endlich die aus den 1960er Jahren stammenden alten Lagerbehälter für Gülle und Gärrest durch ein gasdichtes Gärrestlager ersetzt und erweitert werden, wodurch der gesamte Gärprozess eine erhebliche Optimierung erfährt. Der Gärrest kann nun über eine Dauer von 270 Tagen zwischengespeichert werden. Damit wird sein Restgaspotenzial noch einmal weiter gesenkt. Der große Gasraum des Lagerbehälters erlaubt zudem eine erhebliche Erweiterung des flexiblen Betriebes. Die Forschungsanlage liefert dank der Erweiterung der Leistung nun auch kontinuierlich erneuerbaren Strom an die Versuchsstation. Ihre Funktion als Forschungsanlage wird dadurch weiter verbessert und sie dient als gutes Beispiel für Biogasanlagen in der Praxis.

Biogas erfährt seit mehr als 20 Jahren ein großes Interesse in Deutschland. Durch die gesetzlichen Regelungen des EEG konnte sich die Biogaserzeugung zu einem wichtigen Standbein vieler landwirtschaftlicher Betriebe entwickeln. Heute existieren mehr als 9.000 landwirtschaftliche Biogasanlagen, an denen Biogas überwiegend mittels BHKW in

Strom und Wärme umgewandelt wird. Ergänzend wird an etwa 200 großen Anlagen auch Biomethan erzeugt und in das Erdgasnetz eingespeist. Etwa 6% bis 7% des deutschen Stromverbrauchs stammen derzeit aus Biogas. Die Landesanstalt hat zu dieser höchst positiven Entwicklung durch Forschung und Beratung, Aufzeigen der ökonomischen und fachlichen Grenzen maßgeblich beigetragen.

Leider führen jüngste politische Entscheidungen dazu, dass es in Deutschland zunächst keinen weiteren Ausbau von Biogas mehr gibt. Durch die extreme Veränderung des EEG und einen Übergang zu einem Ausschreibungsmodell mit begrenzter Stromvergütung von maximal 16,9 ct/kWh, wird eine Wirtschaftlichkeit beim Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen nicht mehr darstellbar sein. Dies birgt die erhebliche Gefahr, dass nach und nach ein großer Teil der existierenden und gut funktionierenden Biogasanlagen nach Ablauf von 20 Betriebsjahren aus der Produktion gehen. Es sind hier dringend politische Entscheidungen gefordert, diesen Trend zu brechen. Ohne Gegenreaktion ginge ein wertvoller Partner beim Ausbau der Erneuerbaren Energien verloren. Die Landesanstalt bearbeitet zusammen mit Partnerinstituten drei Projekte aus der Post-EEG-Ausschreibung der FNR und prüft innovative Strategien und Perspektiven für die derzeit existierenden Biogasbetriebe. Es werden dabei auch Ansätze zur Eigenversorgung und autarken Führung von lokalen Netzen, zum Einsatz von bisher ungenutzten Substraten und zur Verwendung von Biomethan als Kraftstoff untersucht und über Machbarkeitsstudien analysiert. Ohne politische Reaktion und klare Weichenstellung wird es aber keinen langfristigen Bestand dieser Technologie geben.

Das junge und höchst motivierte Team der Landesanstalt stellt sich bereitwillig neuen Herausforderungen und versucht 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

---

## Wissenschaftlich wettbewerbsfähig mit praxisrelevanter Forschung

Die Landesanstalten nehmen an der Universität Hohenheim eine besondere Stellung ein. Sie werden vom Land Baden-Württemberg und der Universität gemeinsam betrieben und nehmen neben der praxisnahen Forschung auch Aufgaben in der Beratung und im Forschungstransfer wahr. Wie aus dem nachfolgenden Jahresbericht eindrucksvoll ersichtlich wird, kam die Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie diesen Aufgaben im Jahr 2018, wie auch in den Jahren zuvor, vorbildlich nach. Die praxisnahe Forschung der Landesanstalt zeichnet sich dabei aus durch eine gelungene Kombination aus problemorientierter Grundlagenforschung und angewandter Forschung mit und in der Praxis. Auf diese Weise stellt der Forschungstransfer keine Einbahnstraße aus der Wissenschaft in die Praxis dar, sondern gewährleistet eine Rückspeisung von Praxiserfahrungen und relevanten Fragestellungen in die Forschung. Durch die Schaffung neuen Wissens durch reproduzierbare Untersuchungen unter Anwendung neuester wissenschaftlicher Methoden werden die Grundlagen zur nachhaltigen Lösung aktueller Probleme geschaffen und im Praxisversuch zeitnah verifiziert. Die Forschung der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie findet durch ihre Publikationen in hochrangigen referierten Fachzeitschriften internationale Anerkennung und trägt damit maßgeblich zum Renommee der Universität Hohenheim bei. Hierin liegt auch der Schlüssel zum Erfolg bei hochkompetitiven Ausschreibungen wie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) oder – noch ambitionierter – der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). So beteiligt sich die Landesanstalt seit 2018 am Internationalen Graduiertenkolleg DFG-IRTG 2366: "Anpassung von Mais-basierten landwirtschaftlichen Produktionssystemen zur Nahrungsmittel-, Futter- und Biomasseerzeugung an begrenzte Phosphatvorräte" und rückt damit an die Spitze der Forschung an der Universität Hohenheim auf. Es handelt sich hierbei um ein bilaterales Forschungsprogramm mit China, welches bei erfolgreicher Zwischenevaluierung insgesamt neun Jahre laufen wird und drei Doktorandengenerationen die Finanzierung und eine strukturierte Ausbildung auf höchstem Niveau sichert. Das Projekt ist dabei so angelegt, dass auch die baden-württembergische Landwirtschaft von den Ergebnissen profitieren wird. Für die notwendige Bodenhaftung sorgt der Beirat, welcher laut Satzung unter anderem die Aufgabe hat, die Zusammenarbeit der Landesanstalt mit der Landwirtschaftsverwaltung und der landwirtschaftlichen Praxis zu fördern. Durch kreative Impulse und rege Diskussion ist der Beirat dieser Aufgabe stets nachgekommen. Den Beiräten sei dafür an dieser Stelle für ihr Engagement herzlich gedankt.



Prof. Dr. Joachim Müller

Oberleiter 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.

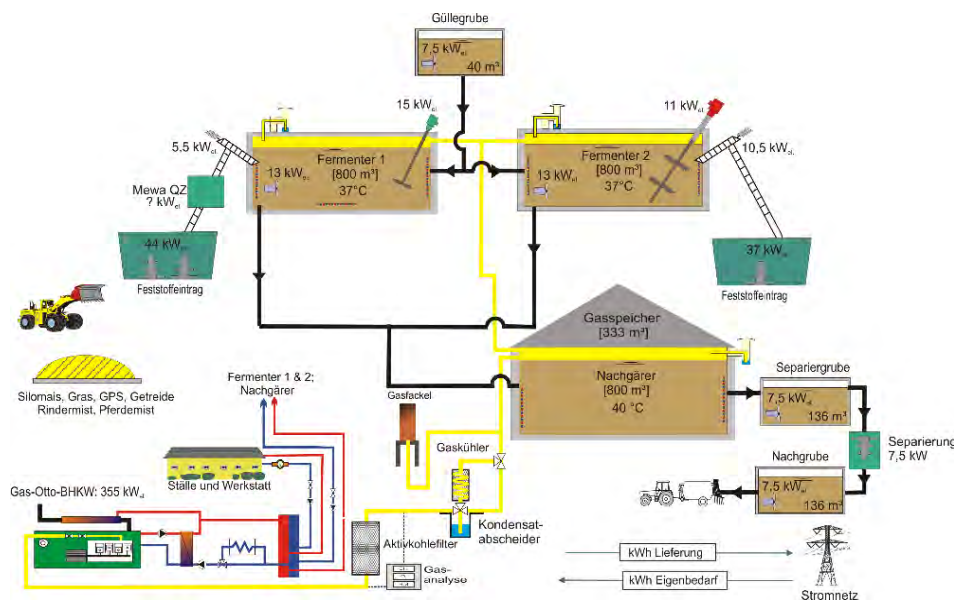
Ein Vergleich von theoretischen Daten, die aus den Messergebnissen der biologischen Analyse errechnet werden, und den Betriebsdaten dient als Validierung der Messergebnisse. Gleichzeitig wird der Vergleich als Grundlage der im BMP III angesetzten Promotion verwendet. In der Promotion werden die Abweichungen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



M. Sc. Benedikt Hülsemann

M. Sc. Lijun Zhou

Dr. Hans Oechsner



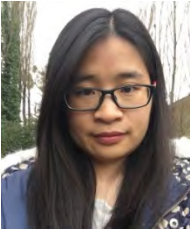
Schema der im Rahmen des BMP III untersuchten Anlage Unterer Lindenhof

**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,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4^{3\text{-P}}$ , 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)



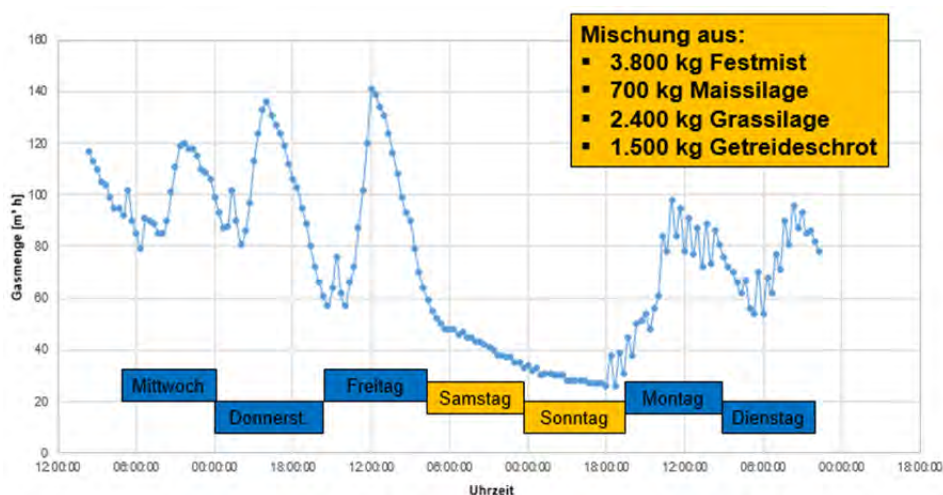
## Flexibilisierte Fütterung in Biogasprozessen mit Modell-basierter Prozesserkennung im Praxismaßstab (FlexFeed)

Aufgrund von geringer werdender Flächen- und Rohstoffverfügbarkeit sowie den aktuellen politischen Rahmenbedingungen nutzen Biogaserzeuger verstärkt Maßnahmen, die zur Effizienzsteigerung des Verfahrens beitragen oder suchen alternative Einkommensquellen, wie z.B. die Möglichkeit der Flexibilisierung der Biogasnutzung. Biogasanlagen bieten das Potenzial, die Versorgungssicherheit und Stabilität bei steigender Dynamik im Stromnetz zu unterstützen. Solange Gasaufbereitungsverfahren sich für viele Bestandsanlagen nicht lohnen, wird versucht, die Stromerzeugung vor allem durch die Erweiterung der Gasspeicher sowie auf Seiten der Blockheizkraftwerke (BHKWs) zu flexibilisieren.

Mit Hilfe der speicherbaren Biomasse besteht allerdings die Möglichkeit, die Fermenter flexibel und regelbar über das Fütterungsmanagement zu betreiben. Jedoch sind die Auswirkungen eines stark variierenden Fütterungsmanagements auf die biologischen, rheologischen und verfahrenstechnischen Parameter bislang unbekannt. Es ist davon auszugehen, dass durch flexible Prozessführung bislang unbekannte Zustände auftreten können, welche den störungsfreien Anlagenbetrieb erheblich gefährden. Daher ist die Entwicklung einer innovativen Prozessüberwachung und Probenahmestrategie zwingend notwendig.

Im Projekt wird die Evaluierung und Optimierung einer Strategie zum Fütterungsmanagement an Biogasanlagen angestrebt, die innovative Sensorik in der Flüssigphase, Modell-basierte Überwachung und auf neuronalen Netzen beruhende Prognosen als methodische Ansätze vereint. Das Projekt gliedert sich in drei Arbeitspakete:

- Arbeitspaket 1: Identifikation der kritischen Zonen im Biogasfermenter
- Arbeitspaket 2: Installation und Validierung des akustischen Wellenleiters und der Nahinfrarotspektroskopie
- Arbeitspaket 3: Überprüfung der entwickelten Modelle im Großmaßstab



Lastflexibler Anlagenbetrieb mit angepasster Fütterung sowie Wochenendpause



M. Sc. Philipp Kress

Dr. Hans Oechsner

Förderung:  
Bundesministerium für  
Wirtschaft

Fachagentur  
nachwachsende  
Rohstoffe (FNR)

Partner:  
TU-Berlin  
SOTA Solutions (Berlin)

Laufzeit:  
Aug. 2014 – März 2018

## Zweiphasige Vergärung von Zuckerrüben zur Biomethanherzeugung – Verfahrenstechnische Optimierung der Konservierung und der Konversion zur Steigerung der Energieausbeute (ZRCH4)



M. Sc. Elzbieta  
Kumanowska

Dr. Simon Zielonka

PD Dr. Andreas Lemmer

Dr. Hans Oechsner

Das übergeordnete Ziel des Projektes ist es, den Biogasanlagenbetreibern ein ökologisch, energetisch und wirtschaftlich überlegenes Verfahren anbieten zu können, das durch die Produktion eines hoch kalorischen Biogases den Fokus auf die Verwertung des Gases als Kraftstoff oder als Bioerdgas legt. Damit sollen Alternativen zur bisherigen Verwertungsvariante Stromproduktion geschaffen werden. Um diese Zielsetzung zu erreichen wird ein bilateraler Ansatz verfolgt. Durch die Verwendung des bisher nur wenig genutzten Substrates Zuckerrübe soll die Ökologie des Prozesses verbessert und der optimale Einsatz neuer Verfahrenstechnik ermöglicht werden.

Als erster Schritt wurde dazu eine neuartige Silotechnik zur Konservierung der Rüben entwickelt. Die erreichten Lagerungsverluste liegen im unteren Bereich konventioneller Lagerungsverfahren.

Als zweites wurden die so sillierten Rüben auf ihre Eignung zur Vergärung in zweiphasigen Laborsystemen untersucht und die entscheidenden Parameter, wie der Hydrolyse-pH-Wert, optimiert. Diese neuen biologischen Konversionsverfahren ermöglichen eine Fraktionierung des Biogases bereits während der Erzeugung, so dass es einen stark erhöhten Methananteil aufweist. Dadurch können die Kosten zur Aufbereitung des Biogases auf Erdgasqualität deutlich gesenkt und auch die Verwertung des Gases als Kraftstoff ermöglicht werden. Die Biomethanherzeugung könnte zukünftig eine Alternative zur Stromerzeugung mittels BHKW sein. So können die Probleme mit der Wärmeverwertung bei der Konversion von Biogas in BHKW umgangen werden.

Die in konventionellen Biogasanlagen eher als problematisch anzunehmenden Zuckerrüben stellen zudem ein nahezu ideales Substrat für die zweiphasige Vergärung dar. Durch ihren hohen Gehalt an Zucker und den niedrigen Gehalt an schwer vergärbaren Stoffen, wie z.B. Lignin, ist die Rübe sehr gut für die Versäuerung geeignet.

### Förderung:

Bundesministerium für  
Ernährung und  
Landwirtschaft

Fachagentur  
nachwachsende  
Rohstoffe (FNR)

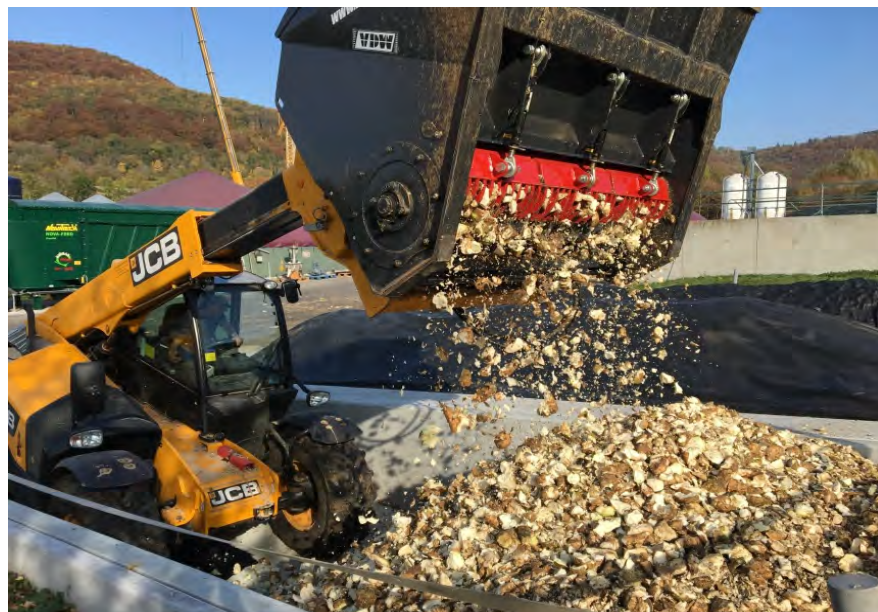
### Partner:

Novatech GmbH

Versuchsstation  
Agrarwissenschaften,  
Standort Lindenhöfe  
Standort Ihinger Hof

### Laufzeit:

Sept. 2014 – Feb. 2018



*Hohenheimer Grubensilos während der Befüllung mit gehäckselten Zuckerrüben (Kress, 2018)*

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

Bis heute fehlen 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 zusammen, um Modelle über das Fließverhalten des Gärsubstrats und über die Biogasbildungskinetik zu entwickeln und zu verifizieren. Auf Grundlage der Erkenntnisse aus den rheologischen Untersuchungen 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 Reaktorbeschildung 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 Rührerenergie. 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 Prozessstomographie und Versuche an der Praxisanlage sollen diese Erkenntnisse festigen und weitere Einsparmöglichkeiten offenlegen.



M. Sc. Benjamin Ohnmacht

M. Sc. Philipp Kress

PD Dr. Andreas Lemmer



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

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



Dr. Johannes Krümpel

M. Sc. Philipp Kress

PD Dr. Andreas Lemmer

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen wie Wind oder Sonne unterliegen natürlichen Schwankungen. Um 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. Ihnen kommt eine besondere Bedeutung zu, da sie unter den erneuerbaren Energien eine Möglichkeit bieten Strom und Wärme gleichzeitig zu produzieren.

In Powerland 4.2 wird eine modulare Steuerung für Blockheizkraftwerke und Biogasanlagen entwickelt. 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.

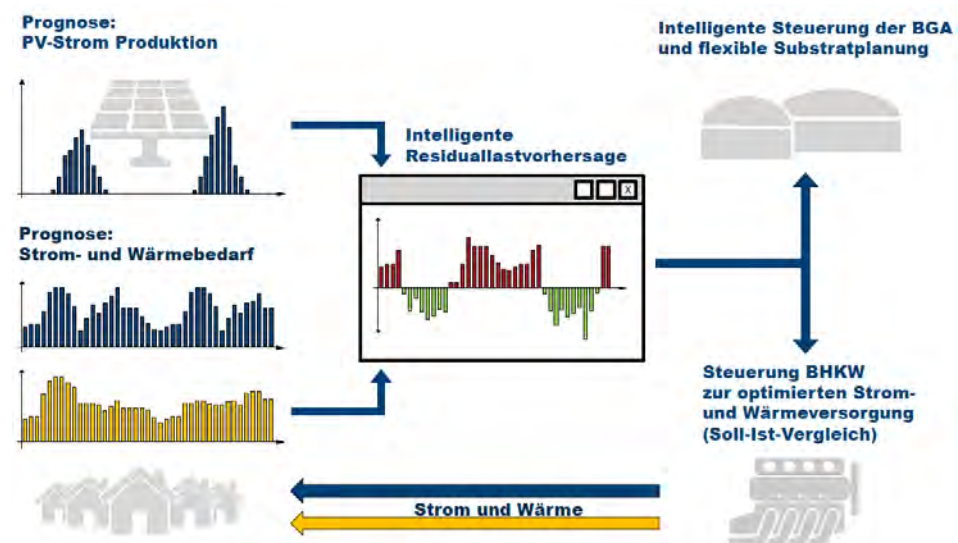
Dies erfordert, dass situationsangepasst ein Substratfahrplan für die Biogasanlage erstellt wird, der berücksichtigt, dass der Gasspeicher niemals vollständig geleert wird. Am Beispiel des Unteren Lindenhofs als Verbrauchs- und Produktionseinheit wird die Steuerung so optimiert, dass ein Dorf seinen 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 Wärmeherstellung

## Biogasbestandsanlagen nach der EEG-Phase - Geschäftsmodelle einer energetischen Eigenversorgung landwirtschaftlicher Betriebe mittels ihrer Biogasanlagen - Evaluation Praxisanlagen (Biogas\_autark)

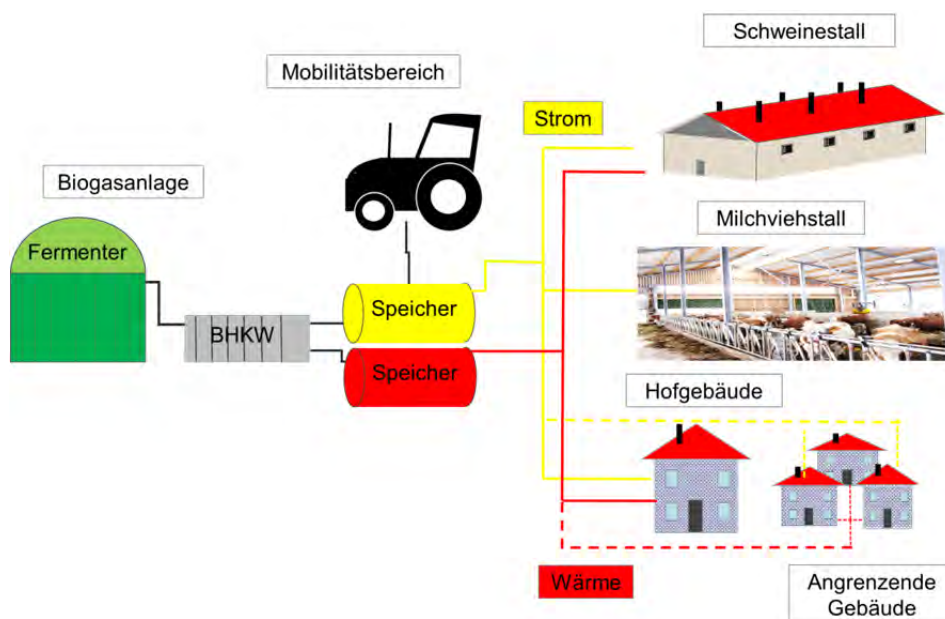
Für viele landwirtschaftliche Betriebe haben sich Biogasanlagen zu einen festen Betriebsbestandteil entwickelt. Durch die Neuregelungen im EEG ist der Fortbestand dieser Anlagen stark gefährdet. Das übergeordnete Ziel für die Biogasproduktion war und ist aber – im Kontext aktueller Nachhaltigkeitskriterien – 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



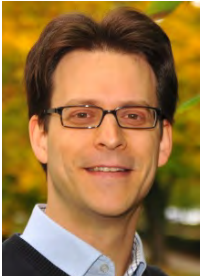
Förderung:  
 Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft  
 Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V.

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

Laufzeit:  
 Okt. 2017 – Sep. 2019

Schema zur energetischen Eigenversorgung mittels biogasanlage (IZES gGmbH/ J. Pertagnol, 2017)

## 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.

Im eigenen Arbeitspaket wurde als Highlight in 2018 der erste BE20Plus Stakeholderworkshop durchgeführt. Der Workshop am 18.04.18 in der Landesvertretung Saarland, in Berlin, war mit 51 Teilnehmern von 36 Institutionen ausgebucht. Der Teilnehmerkreis setzte sich vornehmlich aus Experten von Forschungseinrichtungen, Firmen, Behörden, Verbänden und Praktikern aus dem gesamten Bundesgebiet zusammen.

### Förderung:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Fachagentur für Nachwachsende 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 – Okt. 2019



Erster BE20Plus Stakeholder-Workshop in Berlin (Zielonka, 2018)

## 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.

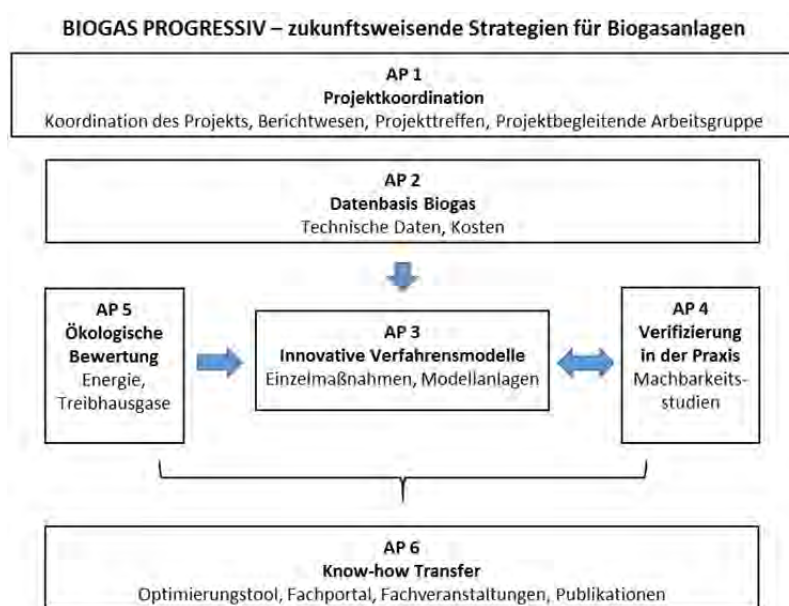
Um dieses Ziel zu erreichen, wird zunächst eine umfassende Datenerhebung zu innovativen Konzepten bei Forschungseinrichtungen, Herstellern von Biogasanlagen und Anlagenkomponenten durchgeführt. Diese Daten bilden, zusammen mit den bereits vorhandenen Informationen, die Basis für die Entwicklung und Evaluierung 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

Dr. Hans Oechsner



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

Förderung:  
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Fachagentur für Nachwachsende 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

## Autogenerative Two-Phase High Pressure Fermentation: Verfahrenstechnische Grundlagenuntersuchungen zur zweiphasigen Hochdruckfermentation (AG-HiPreFer)



Dr. Wolfgang Merkle

Dr. Simon Zielonka

PD Dr. Andreas Lemmer

Ziel des geplanten Vorhabens ist es mithilfe des neuartigen "AG-HiPreFer Verfahrens" die Bereitstellung von Biogas besser an die Anforderungen der Einspeisung in Hochdruckleitungen anzupassen und durch die Vermeidung der Verdichtung bis zu 30% des Energieaufwandes für die Gasaufbereitung einzusparen.

Basis des Anlagenkonzeptes ist die zweiphasige Druckfermentation, bei der die Biomasse zunächst in einem Hydrolyse-Fermenter in gelöste organische Verbindungen überführt und diese anschließend in einem Hochdruck-Methanreaktor bei bis zu 100 bar zu Biogas umgesetzt werden. Die Druckerhöhung erfolgt dabei ausschließlich durch die Biogasproduktion der Mikroorganismen. Durch die unterschiedlichen Löslichkeiten von CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> in der Prozessflüssigkeit wird der Methangehalt im Gas auf über 92% angehoben. So steht das Gas bei notwendiger Reinheit und ausreichendem Druck für die Einspeisung in Ferngasleitung zur Verfügung.

Ergänzend dazu sollen Untersuchungen für eine in das Verfahren integrierte anaerobe Microbial Fuel Cell (aMFC) durchgeführt werden, mit der die Gesamteffizienz des Verfahrens weiter gesteigert werden soll.

Im Rahmen des Projekts sollen geeignete Mess- und Regelungskonzepte zur Prozessüberwachung (z.B. pH-Wert-Messung) bei Betriebsdrücken von bis zu 100 bar und ein geeignetes Konzept auf Basis von Membranverfahren zur Abtrennung der während des Aufschlusses der Biomasse gebildeten Säuren entwickelt werden. In diesem Zusammenhang sollen sämtliche gasseitige Fragestellungen wie die Löslichkeit von Biogasbestandteilen in der Flüssigphase des Hochdruckmethanreaktors und Aufkommen und Verteilung von Spurengasen, insbesondere von H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, und H<sub>2</sub> in den Prozessstufen, sowie der Druckeinfluss auf die mikrobiologischen Vorgänge im Reaktor geklärt werden. Zum Ende des Projektes soll das ganze Verfahren dann im Pilotmaßstab aufgebaut werden.

### Förderung:

"BioProFi - Bioenergie -  
Prozessorientierte  
Forschung und  
Innovation"

### Partner:

DVGW-Forschungsstelle  
am Engler-Bunte-Institut  
des Karlsruher Instituts  
für Technologie (KIT)

Johannes Gutenberg  
Universität Mainz, Institut  
für Mikrobiologie und  
Weinforschung (IMW)

Assoziierter Partner:  
Centre de Recherche  
Public Gabriel Lippmann,  
Département  
Environnement et Agro-  
biotechnologies (CRP),  
Luxemburg

### Laufzeit:

Juli 2013 – Juli 2018



*Aufstellung der Pilotanlage am Unteren Lindenhof (Merkle, 2018)*



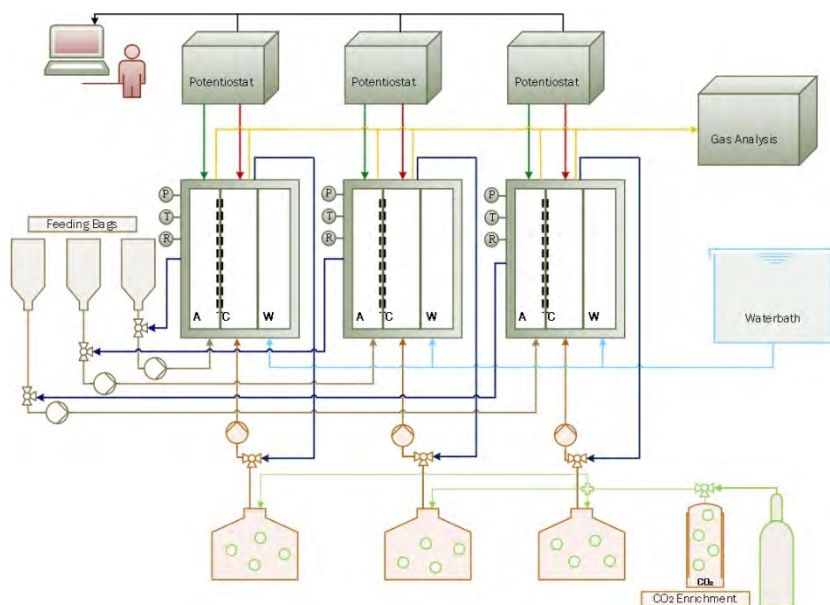
## Bioelektrochemikalische Produktion von hochreinem Biogas aus Abfallstoffen (BioElektroGas)

Ziel des Forschungsverbundprojektes ist die Umwandlung von biogenen Abfallstoffen zu hochkalorischem Biogas in kompakten und sehr effizienten Systemen. Basis des neuartigen Verfahrens ist die Kombination fermentativer Verfahren zum Aufschluss von fester Biomasse mit bioelektrischen Systemen zur Methanherzeugung, sog. mikrobiellen Brennstoffzellen. Durch diese Verfahrenskombination können flexibel verschiedene Substrate, wie Marktabfälle oder Speisereste verwertet werden. Diese organischen Reststoffe werden zunächst fermentativ bei niedrigen pH-Werten aufgeschlossen („dark fermentation“) und zu organischen Säuren umgewandelt, die wiederum dem bioelektrochemischen Reaktor zugeführt werden.

Durch den Forschungsverbund sind zunächst geeignete Anoden- und Kathodenmaterialien für die mikrobielle Brennstoffzelle zu entwickeln und erproben. Ebenso ist die Elektrodenstruktur an die biochemischen Konversionsprozesse anzupassen. Weitere Untersuchungen dienen der gezielten Beeinflussung der Mikroorganismen an den Elektroden. Schließlich ist das fermentativ-bioelektrochemische Gesamtverfahren unter technischen Aspekten im Labormaßstab an der Landesanstalt zu optimieren.

In der ersten Testphase wurde in dem Hydrolysefermenter eines zweistufigen Systems aus dem Substratgemisch bei den Soll-pH-Werten 5,5 und 6,0 ein an organischen Säuren reiches Hydrolysat hergestellt. In der zweiten Testphase wurde ein keramisches Membranfiltrationssystem mit Cross-Flow-Technologie in die zweistufige Anlage integriert, um inerte Partikel aus dem Hydrolysat zu entfernen. Dadurch sollte die Effizienz der nachfolgenden MFC erhöht werden. Bei den filtrierten Hydrolysaten aus Gemüseabfällen und Gras/Maissilage wurden die organischen Säuren effizient aus dem Hydrolysat extrahiert, bei hoher und stabiler Membranpermeabilität.

Das kontinuierliche Laborsystem, das aus bioelektrochemischen Plattenreaktoren mit Membran-Elektroden-Anordnung besteht, ist bereit für den Versuchsbetrieb.



Verfahrensschema der BioElektroGas-Versuchsanlage



M. Sc. Padma Priya Ravi

Dr. Anastasia Oskina

PD Dr. Andreas Lemmer

Förderung:  
Projekträger Karlsruhe –  
Baden Württemberg  
Programme

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

Partner:  
Karlsruher Institut für  
Technologie (KIT)  
Institut für Angewandte  
Biolwissenschaften (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.

Es wird ein neuartiges Konzept zur integrierten stofflichen Nutzung von zweiphasigen Biogasanlagen entwickelt. Damit 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.

Zur Selektion geeigneter Substrate und der geeigneten Hydrolysebedingungen wird ein Screening verschiedener Substrate und unterschiedlicher Reaktionsbedingungen der Hydrolyse im Hinblick auf die optimale Säurenproduktion durchgeführt.

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 (ElFER) erstellt.

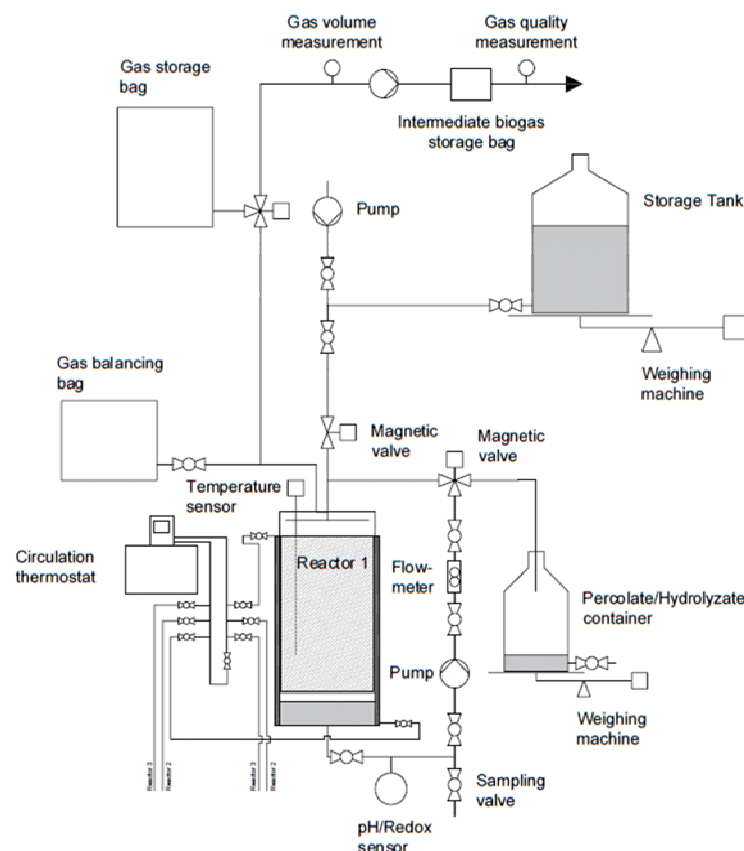
Förderung:  
Fachagentur  
Nachwachsende  
Rohstoffe e.V. (FNR)

Partner:  
Fraunhofer-Institut für  
chemische Technologie  
(ICT)

ElFER Europäisches  
Institut für  
Energieforschung EDF-  
KIT EWIV

Lipp GmbH

Laufzeit:  
Sep. 2015 – Juni 2019



Automatisiertes Leachbed-Reaktorsystem zu Hydrolyse und Säurebildung

## 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

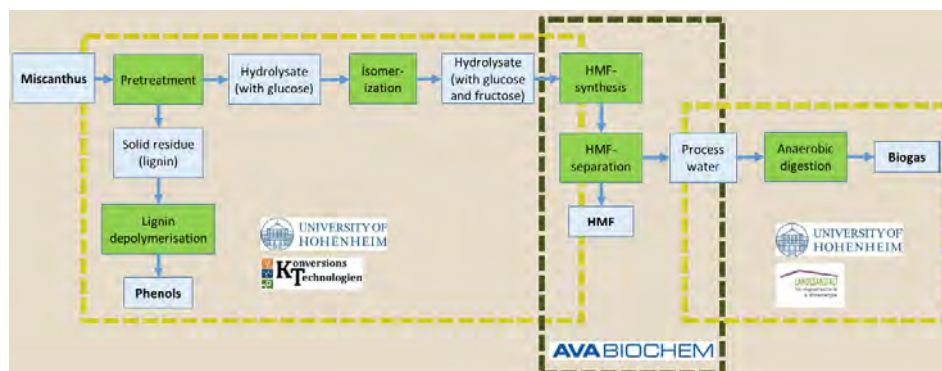
NovaBiom

Johannes Furtlehner

Cluster SPRING

Laufzeit:

Juni 2017 – Mai 2022



Übersicht des Prozesses von Miscanthus Nebenprodukten

## 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.

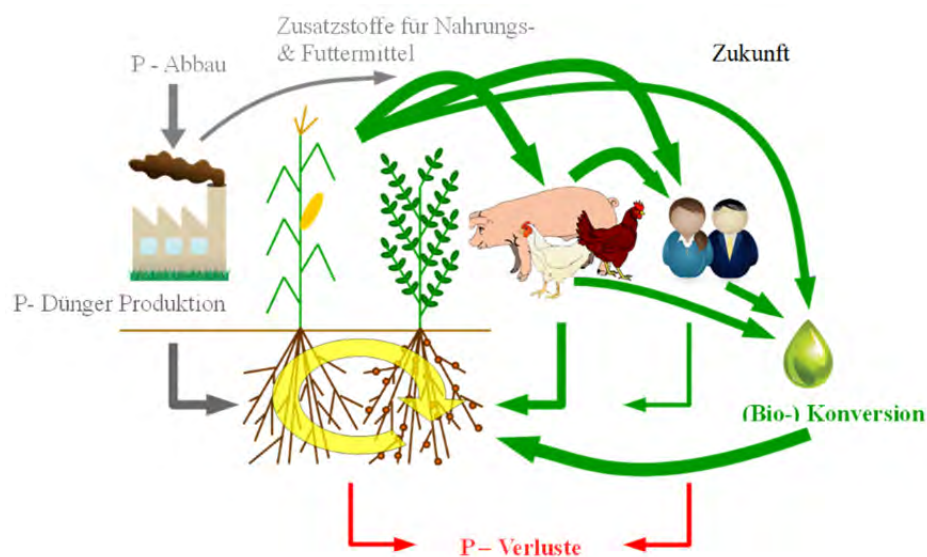
Das Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, für China und Deutschland die Potentiale der Phosphatrückgewinnung aus Bioabfällen und Nebenprodukten der Nahrungsmittelproduktion sowie der landwirtschaftlichen Produktion zu erfassen, die über den Biogasprozess in den Düngekreislauf geleitet werden können. Im Fokus der Betrachtung steht der Phosphatumsatz während der anaeroben Vergärung. Es soll untersucht werden, ob es hierbei Umsetzungen gibt, die die Verwertbarkeit des Phosphates für die Landwirtschaft verbessern. Es wird angenommen, dass eine optimierte Phosphatrückgewinnung bei gleichbleibend hohem Methanertrag erreicht werden kann.

Finanzierung:  
Deutsche  
Forschungsgemeinschaft  
(DFG)

Partner:  
China Agriculture  
University (CAU),  
Volksrepublik China

11 Institute der  
Universität Hohenheim

Laufzeit:  
Nov. 2018 – Apr. 2023



Optimierter, zukünftiger Phosphatkreislauf (vgl. T. Müller, 2017)

## 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 folgenden lokalen Pflanzenarten untersucht: Sojabohnen, süße Hirse, Soryz, Zuckerrübe, Mais, Miscanthus, Rutenhirse, Paulownia. Insgesamt wurden 98 Proben, gesammelt auf den Versuchsfeldern der Akademie der Agrarwissenschaften der Ukraine, im Hohenheimer Biogasertragstest (HBT) analysiert. Zusätzlich wurden die Methanhektarerträge und die Methanproduktionskosten kalkuliert.

Untersuchung 2: Biogasgärrest kann als kommerzielles Düngemittel genutzt werden. Für die Anwendung im Rahmen des precision farming sollte der Nährstoffgehalt im Gärrest beeinflusst werden können, um den Nährstoffbedarf der Pflanzen exakt zu decken. Durch die Separation des Gärrests können die spezifischen Nährstoffkonzentrationen in der festen und flüssigen Fraktionen ermittelt werden. Das Experiment wird im Praxismaßstab an der Forschungsbiogasanlage Unterer Lindenhof durchgeführt. Es werden verschiedene Einstellungen eines Pressschneckenseparators untersucht.

Untersuchung 3: Anaerobe Vergärung proteinreicher Substrate (z.B. Küchenabfälle, Geflügelmist, Mikroalgen, Ölsamen, grüne Leguminosen, Abfälle der Fischindustrie) zur Erhöhung des Stickstoffgehaltes im Gärrest. Hohe Konzentrationen an Ammoniak oder Ammonium, die während der Vergärung entstehen, stellen große Gefahren für die Prozessstabilität und -effizienz bei der Biogasproduktion dar. Im Labor wurde in 15 Rührkesselreaktoren die Auswirkungen der stufenweisen Erhöhung des Stickstoffgehaltes im Substrat untersucht. Dabei wurde insbesondere der Effekt unterschiedlicher anfänglicher Stickstoffkonzentrationen und verschiedener Stickstoffanstiegsraten betrachtet.

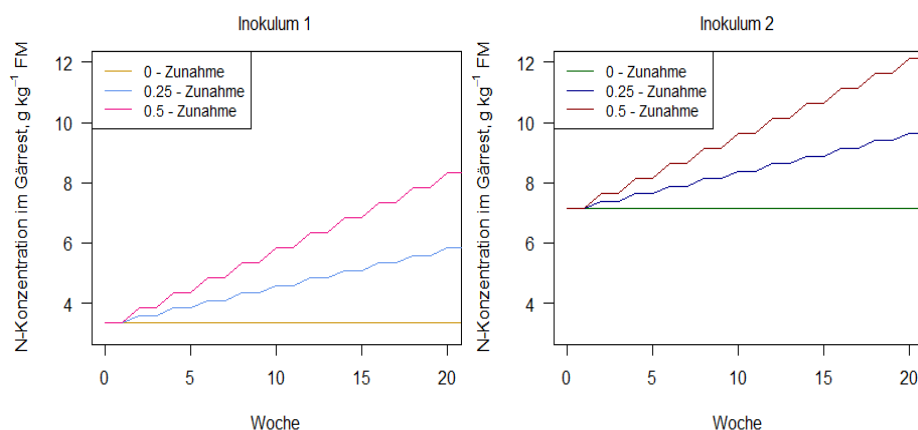


M. Sc. Ievgeniia Morozova

M. Sc. Nadiia Nikulina

Dipl.-Ing. agr. Christoph Serve-Rieckmann

PD Dr. Andreas Lemmer



Schrittweiser Anstieg der Stickstoffkonzentrationen im Gärrest beim Inokulum 1 (l) und Inokulum 2 (r)

Förderung:  
Stipendium des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD)

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

Laufzeit:  
Okt. 2016 – Nov. 2019

## Optimiertes Substratmanagement und Einfluss von Gärrestzusammensetzung auf den Boden-Stickstoff und Boden-Humushaushalt



B. Sc. Florian Siemeister

Dr. Hans Oechsner

Die Nährstoffzusammensetzung in Gärresten und somit auch die spätere Humuswirksamkeit ist, in Abhängigkeit von den Gärsubstraten, sehr unterschiedlich. Der Einfluss der Gärrestaufbereitung auf die Zusammensetzung der Gärreste und ihre Düngewirkung ist bisher unzureichend untersucht. Weiterhin führen Lagerkapazitätsprobleme durch die Einhaltung von Sperrfristen zu einer saisonalen Verschiebung der Nährstoffversorgung. So ist die Lagerkapazität in den Praxisbetrieben häufig bereits im Herbst erschöpft, obwohl der Stickstoffbedarf im Frühjahr am höchsten wäre.

Etablierte Verfahren der Gärrestaufbereitung (Trockner, Vakuumverdampfer) wurden massenbilanziell erfasst und auf ihre Effizienz hin überprüft. Ziel ist es, ein optimiertes Verfahren mitzuentwickeln, dass es ermöglicht, Stickstoff aus dem Kreislauf abzutrennen und einen absatz- und lagerfähigen Dünger zur Verfügung zu stellen.

Über einen Messzeitraum von jeweils drei Wochen wurden Wärmeeingang und Stromverbrauch bei verschiedenen Vakuumverdampfern und Wurfschaufeltrocknern gemessen. In der Endbewertung überzeugen die Vakuumverdampfer durch zwei elementare Vorteile. Zum einen ist durch die vorausgeschaltete Separation des Gärrests eine Nutzung des Feststoffs als separater Dünger möglich. Zum anderen lässt sich der Stickstoff dadurch in eine mineralische Form, die Ammoniumsulfatlösung, überführen und damit als hoch-konzentrierter Dünger verwerten. Der Wurfschaufeltrockner kann durch die einfache Pelletlagerung punkten. Bei der Volumenreduzierung übertrifft der Wurfschaufeltrockner die Vakuumverdampfer durch sehr hohe Leistungen (95% im Vergleich zu 46-58% bei den Verdampfern). Dafür verwerten die Vakuumverdampfer die zur Verfügung gestellte Energie in Form von Strom und Wärme deutlich besser.

Weiterhin wurden im Projekt die gewonnenen Gärprodukte in einem Gefäßversuch mit Weidelgras auf ihre Düngewirkung hin untersucht. Die Varianten mit Ammoniumsulfatlösung zeigten die signifikant höchsten Erträge.

Durch die Optimierung der Einschätzung der Düngewirkung des individuellen Gärrestes können Produktionsempfehlungen für ökologisch und ökonomisch nachhaltige Biomasseproduktionssysteme gegeben werden.

### Förderung:

Fachagentur für  
Nachwachsende  
Rohstoffe (FNR)

### Partner:

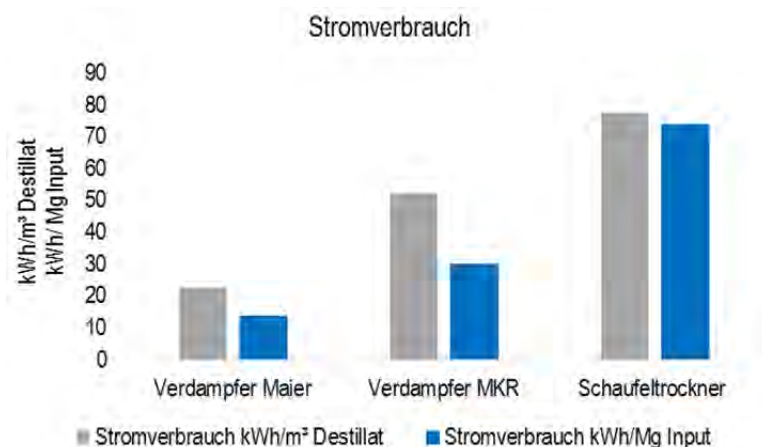
Universität Hohenheim  
Fachgebiet Düngung  
und Bodenstoffhaushalt  
(340i), Institut für  
Kulturpflanzen-  
wissenschaften

Universität Rostock  
Professur für  
Bodenkunde

Steinbeis  
Forschungszentrum  
(SFZ)

### Laufzeit:

Nov. 2014 – April 2018



Effizienzvergleich der Gärrestaufbereitungssysteme

## Entwicklung eines Verfahrens zur fermentativen Konversion von Wasserstoff aus fluktuierenden Quellen zu Biomethan in Biogasanlagen (H<sub>2</sub>-Transfer)

Biogasanlagen (BGA) können mittels in der Biozönose vorhandener hydrogenotropher Methanbildnern H<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> in CH<sub>4</sub> verstoffwechseln. Der Direkteintrag und die anschließende Umsetzung von Wasserstoff in BGA wird in-situ-Methanisierung bezeichnet und kann in einem zukünftigen Post-EEG-Szenario bestehenden BGA eine wichtige Schlüsselposition zukommen lassen. Eine Umwandlung der bestehenden Biogasanlagen als Speicher-Dienstleister würde die Bedeutung von Biogassystemen deutlich steigern.

Die Methanerzeugung kann sowohl chemisch-katalytisch, als auch auf biologischem Wege in Biogasanlagen vollzogen werden. Hierzu wird der sich im Biogas befindliche Kohlenstoffdioxidanteil ermittelt und die vierfache Menge an Wasserstoff feinblasig hinzugegeben, um eine vollständige Methanisierung zu erwirken. In Folge der CO<sub>2</sub>-Umwandlung steigt der Methananteil im Biogas. Falls erforderlich kann dieses Biogas durch eine nachgeschaltete Feinreinigung auf die zur Einspeisung ins Erdgasnetz erforderliche Methankonzentration angehoben werden. Das System ist als Stromtransitions-System sinnvoll und zu verstehen und erlaubt die Pufferung von erneuerbarem Überschussstrom im Erdgasnetz. Außerdem lässt sich so eine zeitliche Entkopplung von Stromerzeugung und -verbrauch erreichen.

Vier identische 100 Liter-Reaktoren werden mit Futtersubstrat bei einer Raumbelastung von 2 kg oTS/m<sup>3</sup> d gefüttert. Gasqualität und -quantität, eingebrachte H<sub>2</sub>-Menge, pH-Werte, Redox-Potential und Fermentertemperatur werden online erfasst. Über den prozentualen Anteil des Wasserstoffs im Biogas erfolgt eine automatische Anpassung der eingebrachten H<sub>2</sub>-Menge. Das entstehende Biogas wird zum Teil auch rezirkuliert. Es wird untersucht, unter welchen Bedingungen durch die Methanbakterien eine optimale Umsetzung des zugegebenen Wasserstoffs zu Methan erfolgt.

Halbstöchiometrische Wasserstoffeingasung wurde getestet und ergab eine Steigerung des Methangehaltes um 36,6% und eine Abnahme des CO<sub>2</sub>-Gehaltes um 41,1% bezogen auf die prozentuale Ausgangsverteilung. Ein Wasserstoffrest von 6,6% konnte ebenfalls gemessen werden. Variationen der Raumbelastung, thermophilen Temperaturen werden demnächst getestet.



Containerlabor für Versuche zur Methanisierung von Wasserstoff (Lecker, 2016)



M. Sc. Bernhard Lecker

Dipl.-Ing. agr. Christoph  
Serve-Rieckmann

B. Sc. Daniel Riehle

Dr. Hans Oechsner

Förderung:  
Ministerium für  
Wissenschaft,  
Forschung und Kunst  
Baden-Württemberg  
„Bioökonomie-Projekte“

Partner:  
DVGW Forschungsstelle  
am Engler-Bunte-Institut  
(DVGW-EBI), KIT

Laufzeit:  
Juni 2014 – Mai 2018

## Verfahrensentwicklung für den Einsatz der biologischen Methanisierung in der zweistufigen Biogaserzeugung; Teilvorhaben 1: Untersuchung Festbettfermenter und vollaufmischer 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 speziell 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 CO<sub>2</sub> 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-, vollaufmischen 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.

Ersten Ergebnisse zeigen, dass die biologische Methanisierung von Wasserstoff im zweistufigen System möglich ist und nicht zu Prozessstörungen führt. Die Methanmenge erhöht sich bei einer halb stöchiometrischen Wasserstoffzugabe (1:2 CO<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>) um 16% und bei stöchiometrischer Zugabe (1:4 CO<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>) um 32%. Dabei werden bei einer halb stöchiometrischen Zugabe 75% des hinzugegebenen Wasserstoffs 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) Dr. Michael Klocke

### Laufzeit:

Mai 2015 – Dez. 2019



*Festbettreaktoren mit Fütterungspumpe zur biologischen Methanisierung (Illl, 2017)*



## Einsatz der biologischen Methanisierung für Power-to-Gas-Konzepte: Fermentative Hochdruckmethanisierung von Wasserstoff

Die biologische Hochdruckmethanisierung von Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff zu Methan stellt eine interessante Vektortechnologie zur Speicherung von Überschussstrom in Erdgasnetzen dar. Dabei wird Kohlenstoffdioxid mit Wasserstoff, der per Elektrolyse aus Wind- und Solarenergie hergestellt wird, in einem Druckreaktor mikrobiologisch zu Methan umgesetzt. Dieses „Bio-Erdgas“ kann als Kraftstoff im Bereich der Mobilität genutzt oder in Erdgasnetze eingespeist werden. Die biologische Hochdruckmethanisierung von Wasserstoff zu Methan ist damit ein Lösungsansatz für eine nachhaltige Energieversorgung im ländlichen Raum.

Im Rahmen des Projektes wird ein neuartiges Konzept von Mehrphasen-Hochdruck-Rieselbettreaktoren zur Methanisierung untersucht, welche einer konventionellen Biogasanlage nachgeschaltet werden können. Gegenüber alternativen Verfahren weist dieser neue Ansatz deutliche Vorteile aus. So ermöglicht beispielsweise das Festbett einen intensiven Kontakt zwischen Mikroorganismen und Gasen und durch den erhöhten Reaktionsdruck von bis zu zehn bar wird die bisher problematische Gaslöslichkeit verbessert. Als Resultat werden mit diesem Konzept hohe Gas- und Methanerträge erwartet.

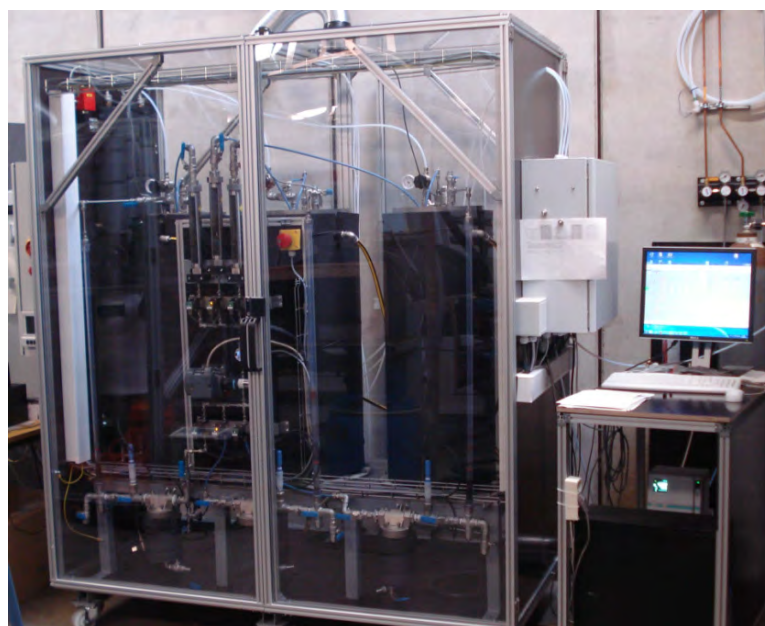
Dazu wurde zunächst eine Laboranlage zur Umsetzung von Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid zu Methan geplant und aufgebaut sowie mit einer Mess-, Steuer- und Regelungstechnik ausgestattet. Versuchsreihen zum Einfluss der Betriebsparameter, wie Beladungsraten, Verweilzeit, Druck und Temperatur, werden hinsichtlich einer Steigerung der Gas- und Methanerträge aktuell durchgeführt.

In ersten Vorversuchen konnte die Funktionsfähigkeit des Konzeptes erfolgreich unter Beweis gestellt werden. So wurden in den drei realisierten Reaktoren Methangehalte >97% und Methanbildungsraten von 2,5 l / (l\*d) erreicht.



M. Sc. Timo Ullrich

PD Dr. Andreas Lemmer



Versuchsanlage zur fermentativen Hochdruckmethanisierung von Wasserstoff mit Kohlenstoffdioxid (Ullrich, 2017)

Förderung:  
Ministerium für  
Wissenschaft,  
Forschung und Kunst  
Baden-Württemberg

Partner:  
DVGW Forschungs-  
stelle am Engler-Bunte-  
Institut (DVGW-EBI)  
Engler-Bunte-Institut des  
KIT (KIT-EBI)

Laufzeit:  
Juni 2014 – März 2018

## 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 m<sup>3</sup> 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.

Das Projekt zielt darauf ab, Trockenfermentationstechnologien, umweltfreundliche Mikroalgenproduktion zu entwickeln und die dezentrale Abfallbehandlung und Energieversorgung sowie die Fruchtbarkeit in ländlichen Gemeinden der MENA-Region zu verbessern. Das Projekt wird sich auch auf das ökologische und sozioökonomische Niveau auswirken, zum Beispiel die Erhöhung der Karrierechancen für junge Forscher und die Entwicklung der lokalen Expertisen und des Managements von Projekten im Bereich der erneuerbaren Energien.



Der tunesische Landwirtschaftsbetrieb (l) und die Fläche, auf der die Biogaspilotanlage entstehen soll (r) (Nikulina, 2018)

## Forschungsbiogasanlage „Unterer Lindenhof“

Im Auftrag des Rektorates übernimmt die Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie die betriebliche Leitung sowie die Koordination der Forschungsprojekte an der Biogasanlage „Unterer Lindenhof“. Neben den allgemeinen Aufgaben der betrieblichen Leitung stand in 2018 die Begleitung der Fertigstellung des neuen Gärproduktlagers sowie der Austausch des Feststoffdosierers am Fermenter 2 im Fokus der Aufgaben der Landesanstalt.

In 2018 konnten das neue Gärproduktlager sowie die Pump- und Steuerungstechnik zusammen mit dem neuen Prüfstand für Separatoren in Betrieb genommen werden. Das neue Gärproduktlager ermöglicht eine Speicherdauer der Gärreste von bis zu 270 Tagen. Durch die gasdichte Abdeckung des Gärproduktlagers wurde das Gasspeichervolumen der Forschungsbiogasanlage auf über 1.800 m<sup>3</sup> erweitert. In Kombination mit dem neuen BHKW mit einer elektrischen Leistung von 355 kW können nun Zukunftsthemen wie eine lastabhängige, dezentrale Strom- und Wärmeproduktion zur Stabilisierung der Netze bearbeitet werden.

Mit dem neuen Prüfstand für Separatoren können an der Forschungsbiogasanlage nun Untersuchungen zur Nährstoffabscheidung aus Gärresten im Praxismaßstab durchgeführt werden. Dabei werden online die Durchflussmengen sowie die Leistungsaufnahme der Pumpen und des Separators erfasst und in einer Datenbank gespeichert. Auch Testgeräte von Firmen können einfach über Plug-In Verbindungen an diese Datenerfassungen angeschlossen werden. Mit diesem Versuchsstand konnten die wissenschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten der Forschungsbiogasanlage nochmals erweitert werden.

Die sehr gute Auslastung der Forschungsbiogasanlage mit Projekten und die weiterhin hohe Zahl an Besuchern aus der Wissenschaft, der Gesellschaft sowie von Verbänden und Genehmigungsbehörden unterstreicht die sehr hohe Relevanz dieses einzigartigen Forschungsgrößgerätes für die Bioökonomieforschung an der Universität Hohenheim.



PD Dr. Andreas Lemmer



M. Sc. Philipp Kress



Der neue Feststoffdosierer am Fermenter 2 der Forschungsbiogasanlage (Kress, 2018)

Förderung:  
Universität Hohenheim  
Universitätsbauamt  
Stuttgart und Hohenheim

Laufzeit:  
Realisierung 2017 - 2018

## Das chemische Labor der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie



Dipl.-Biol. Annette Buschmann



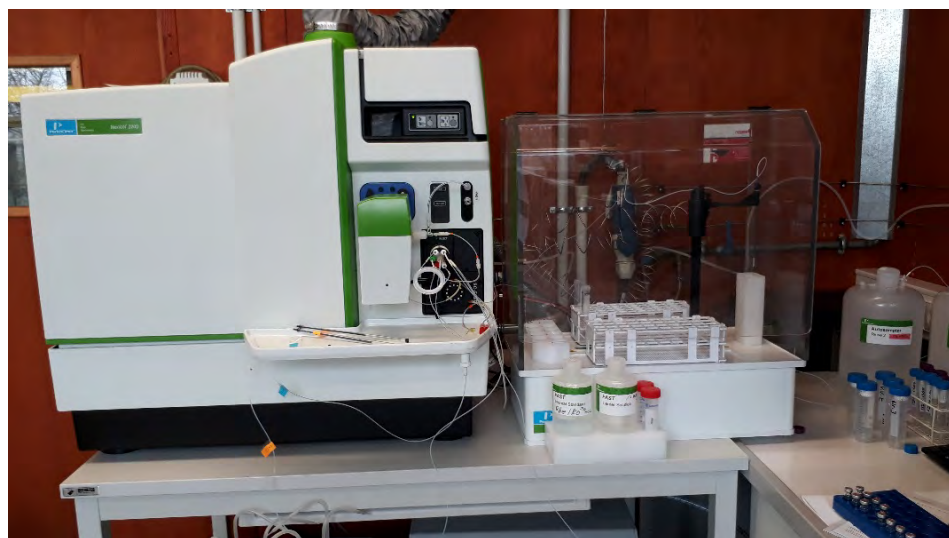
Jacqueline Kindermann

Im chemischen Labor der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie wurden auch im Jahr 2018 umfangreiche chemische Analysen zur prozessbiologischen Beurteilung von Fermentationsvorgängen zur Silierung, Biogasproduktion oder zur biologischen Produktion von Plattformchemikalien im Rahmen unterschiedlichster Projekte durchgeführt.

Neben dem bereits existierenden modernen Laborequipment (GC, HPLC; TC etc.) wurde im Jahr 2018 ein Massenspektrometer mit induktiv gekoppeltem Plasma (engl.: ICP-MS = inductively coupled plasma mass spectrometry) in Betrieb genommen.

Wie der Name besagt, ist ICP-Massenspektrometrie die Verbindung zwischen induktiv gekoppeltem Plasma (ICP) und einem Massenspektrometer (MS). Die ICP-MS nutzt die Fähigkeit eines Argon-Plasmas zur effizienten Erzeugung einfach geladener Ionen der Elemente einer Probe. Diese Ionen werden anschließend ins Massenspektrometer geleitet. Hier erfolgt die Trennung der Ionen nach ihrem Masse/ Ladungs-Verhältnis. Die analytischen Vorteile des ICP-MS liegen in der schnellen quantitativen Multi-elementanalyse einer Probe innerhalb von nur wenigen Minuten. Hierbei sind die Nachweisgrenzen äußerst gering. Des Weiteren ist auch eine schnelle halbquantitative Bestimmung unbekannter Proben möglich. Zudem besitzt die ICP-MS die einzigartige Fähigkeit zur Isotopenbestimmung eines Elements.

Es konnten inzwischen erste Ergebnisse zur Spurenelementzusammensetzung flüssiger Proben erzielt werden. Die Ergebnisse dienen dem besseren Verständnis und der besseren Beurteilung der Nährstoff- und Spurenelementversorgung verschiedenster Fermentationsprozesse. Zurzeit wird eine Methodik erarbeitet, um auch feste Proben entsprechend analysieren zu können.



Das neue ICP-MS (Buschmann, 2018)

---

## Mitveranstaltete Tagungen

### Biogas-Infotage

10.-11. Januar 2018, Messe Ulm, Ulm, veranstaltet zusammen mit dem Renergie Allgäu e.V.

### ALB Fachtagung - „Wirtschaftsdünger – Rechtliche Bedingungen und Optimierungsmöglichkeiten“

01. März 2018, Universität Hohenheim, Stuttgart, veranstaltet zusammen mit der ALB Baden-Württemberg

### ALB Fachveranstaltung - „Aktuelle Entwicklungen in der Jungviehaufzucht“

11. April 2018, Dietingen bei Rottweil, veranstaltet zusammen mit der ALB Baden-Württemberg

### Erster BE20Plus Stakeholderworkshop

18. April 2018, Berlin, veranstaltet zusammen mit den Verbundmitgliedern des BE20Plus Projektes

### International Biogas & AD Training Course

06. Mai 2018, Stuttgart, veranstaltet zusammen mit dem IBBK

### International Biogas & AD Training Course

11.-19. September 2018, Stuttgart, ZIMT, veranstaltet zusammen mit dem IBBK

### ALB Beratungsdienst 100. Landwirtschaftliches Hauptfest

29. September - 7. Oktober 2018, Stuttgart, veranstaltet zusammen mit der ALB Baden-Württemberg

### Internationale Tagung - Fortschritt Gülle und Gärrest 2018

16.-18. Oktober 2018, Schwäbisch Hall, veranstaltet zusammen mit dem IBBK

### ALB Fachgespräch - „Pferdehaltung“

22. November 2018, Laupheim, veranstaltet zusammen mit der ALB Baden-Württemberg

## Internationaler Austausch

### Internationale Gastwissenschaftler an der Landesanstalt

#### Stephanie Lansing

Vergleich der gesetzlichen Rahmenbedingungen und Fördermaßnahmen für Erneuerbare Energien in Deutschland und den USA. Untersuchungen zur Verwertung von Abfallstoffen in Biogasanlagen.

University of Maryland - Department of Environmental Science & Technology, Vereinigte Staaten von Amerika

#### Joanna Kenit Huertas Parrales

Untersuchungen zu Verfahren der Biogasentschwefelung

Universidad Nacional Agraria La Molina, Peru

#### Irina Miroshnichenko

„Methanertragstests russischer Substrate“ und „Untersuchungen zur Prozessstabilität bei der Vergärung stickstoffreicher Substrate“

Landwirtschaftliche Landesuniversität Belgorod, Russland

### Wissenschaftler der Landesanstalt im Ausland

#### Benedikt Hülsemann

TEEP Program

01.06.2018-31.08.2018, Feng Chia University, Taichung, Taiwan

## Hochschulprüfungen 2018

### Habilitation

**Dr. Andreas Lemmer**

Biologische Wasserstoffmethanisierung: Eine Möglichkeit zur Stabilisierung der deutschen Stromnetze.

Habilitationsvortrag, Universität Hohenheim, 20.06.2018, Stuttgart

Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität - Stand der Technik und Zukunftsperspektiven. Antrittsvorlesung im Rahmen des Habilitationsverfahrens, Universität Hohenheim, 20.07.2018, Stuttgart

### Promotionsarbeiten

**Timo Ullrich**

Biologische Wasserstoffmethanisierung in Hochdruck-Rieselbettreaktoren für Power-to-Gas-Konzepte. Dissertation, Universität Hohenheim.

[http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2019/1553/pdf/Dissertation\\_Timo\\_Ullrich\\_VDI.pdf](http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2019/1553/pdf/Dissertation_Timo_Ullrich_VDI.pdf)

Die Promotion an der Fakultät für Agrarwissenschaften wurde vom Oberleiter der Landesanstalt, Herrn Prof. Dr. Thomas Jungbluth wissenschaftlich betreut.

### Masterarbeiten

**Michael Brunner**

Batteriespeicher in der Landwirtschaft

**Nadiia Nikulina**

Influence of Nitrogen Concentration in Substrate on the Process Stability in Anaerobic Digestion

### Bachelorarbeiten

**Marian Augustin Baumgart**

Verfahrenstechnische Untersuchungen einer Kugelmühle zur Biogasertragssteigerung für schwierige Substrate im Praxiseinsatz

---

## Veröffentlichungen 2018

### Peer-reviewed

- Bär, K., Merkle, W., Tuczinski, M., Saravia, F., Horn, H., Ortloff, F., Graf, F., Lemmer, A., Kolb, T.**  
Development of an innovative two-stage fermentation process for high-calorific biogas at elevated pressure. (2018) *Biomass and Bioenergy*, 115, S. 186-194. DOI: 10.1016/j.biombioe.2018.04.009
- Bierer, B., Nägele, H.-J., Perez, A.O., Wöllenstein, J., Kress, P., Lemmer, A., Palzer, S.**  
Real-Time Gas Quality Data for On-Demand Production of Biogas. (2018) *Chemical Engineering and Technology*, 41 (4), S. 696-701. DOI: 10.1002/ceat.201700394
- Chala, B., Oechsner, H., Fritz, T., Latif, S., Müller, J.**  
Increasing the loading rate of continuous stirred tank reactor for coffee husk and pulp: Effect of trace elements supplement. (2018) *Engineering in Life Sciences*, 18 (8), S. 551-561. DOI: 10.1002/elsc.201700168
- Chala, B., Oechsner, H., Latif, S., Müller, J.**  
Biogas potential of coffee processing waste in Ethiopia. (2018) *Sustainability (Switzerland)*, 10 (8), art. no. 2678, DOI: 10.3390/su10082678
- Grohmann, A., Fehrmann, S., Vainshtein, Y., Haag, N.L., Wiese, F., Stevens, P., Naegele, H.-J., Oechsner, H., Hartsch, T., Sohn, K., Grumaz, C.**  
Microbiome dynamics and adaptation of expression signatures during methane production failure and process recovery. (2018) *Bioresource Technology*, 247, S. 347-356, DOI: 10.1016/j.biortech.2017.08.214
- Kress, P., Nägele, H.-J., Oechsner, H., Ruile, S.**  
Effect of agitation time on nutrient distribution in full-scale CSTR biogas digesters. (2018) *Bioresource Technology*, 247, S. 1-6. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.09.054
- Krümpel, J.H., Illi, L., Lemmer, A.**  
Intrinsic gas production kinetics of selected intermediates in anaerobic filters for demand-orientated energy supply. (2018) *Environmental Technology (United Kingdom)*, 39 (5), S. 558-565. DOI: 10.1080/09593330.2017.1308439
- Lemmer, A., Ullrich, T.**  
Effect of different operating temperatures on the biological hydrogen methanation in trickle bed reactors. (2018) *Energies*, 11 (6), art. no. en11061344, DOI: 10.3390/en11061344
- Ravi, P.P., Lindner, J., Oechsner, H., Lemmer, A.**  
Effects of target pH-value on organic acids and methane production in two-stage anaerobic digestion of vegetable waste. (2018) *Bioresource Technology*, 247, S. 96-102. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.09.068
- Schmidt, A., Sturm, G., Lapp, C.J., Siebert, D., Saravia, F., Horn, H., Ravi, P.P., Lemmer, A., Gescher, J.**  
Development of a production chain from vegetable biowaste to platform chemicals. (2018) *Microbial Cell Factories*, 17 (1), art. no. 90, DOI: 10.1186/s12934-018-0937-4
- Surendra, K.C., Ogoshi, R., Reinhardt-Hanisich, A., Oechsner, H., Zaleski, H.M., Hashimoto, A.G., Khanal, S.K.**  
Anaerobic digestion of high-yielding tropical energy crops for biomethane production: Effects of crop types, locations and plant parts. (2018) *Bioresource Technology*, 262, S. 194-202. DOI: 10.1016/j.biortech.2018.04.062
- Ullrich, T., Lindner, J., Bär, K., Mörs, F., Graf, F., Lemmer, A.**  
Influence of operating pressure on the biological hydrogen methanation in trickle-bed reactors. (2018) *Bioresource Technology*, 247, S. 7-13. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.09.069

## Konferenz-/Tagungsbandbeiträge

**Illi, L.; Lemmer, A.**

Biological Hydrogen Methanation: Does this concept have the power to stabilize the European electricity grids?, *Biofuels & Bioenergy 2018: Global Methods & Technologies in Biofuels & Bioenergies*, International Journal of Applied Science – Research and Review, Volume 5, ISSN: 2394-9988, 12.-13.11.18, Athen, Griechenland

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

Food waste co-digestion in Germany and the United States: From the lab to full-scale. Systems. 2nd International Conference on Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability, 16.-19.09.2018, Sitges, Spanien. Digitaler Tagungsbandbeitrag [P1.122]

**Lemmer, A., Merkle, W.**

High-pressure anaerobic digestion - Development of a two-stage high pressure anaerobic digestion plant for production of biomethane at operating pressures up to 50 bar. *Biogas Science - International Conference on Anaerobic Digestion*, 17.-19.09.2018 Turin, Italien.

**Merkle, W., Lemmer, A.**

High-pressure anaerobic digestion - Development of a two-stage high pressure anaerobic digestion plant for production of biomethane at operating pressures up to 50 bar. 5th International Conference on Renewable Energy Gas Technology, 03.-04.05.2018, Toulouse, Frankreich.

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

High-pressure anaerobic digestion - Development of a two-stage high pressure anaerobic digestion plant for production of biomethane at operating pressures up to 50 bar. 2nd International Conference on Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability, 16.-19.09.2018, Sitges, Spanien. Digitaler Tagungsbandbeitrag [O4.3A]

**Morozova, I., Oechsner, H., Lemmer, A.**

Effect of nitrogen-rich feedstock on biogas process stability. *International Conference on Anaerobic Digestion: "Biogas Science 2018"*, 17.-19.09.2018, Turin, Italien, S. 130

**Morozova, I., Lemmer, A.:**

Biogas process stability when producing digestate for fertilizing purposes. *International Conference "Progress Manure & Digestate 2018"*, 16-18.10.2018, Schwäbisch Hall, S. 58-59

**Oechsner, H.**

Mechanische Aufbereitung von Pferdemist, um dessen Einsatz als Gärsubstrat in Biogasanlagen zu ermöglichen. *Biogasfachtagung in Heiden mit begleitender Ausstellung. Biogas aus Stroh*. 30.06.2018, Heiden

**Oechsner, H.**

Biogas technologies for rural communities to treat biowaste and to produce electricity. *International DAAD-Workshop on ecological sustainable waste management – energetic utilization of organic waste (Biowaste4E)*. 26.-28.11.2018, Ibn Tofail University, Kenitra, Marokko. Tagungsband ISBN 978-3-86387-935-8, S. 63-70

**Oechsner, H., Hülsemann, B., Lansing S., Khanal S.**

Transferability of laboratory results on methane yield to full-scale biogas plants. 2nd International Conference on Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability, 16.-19.09.2018, Sitges, Spanien. Digitaler Tagungsbandbeitrag [P2.036]

**Ravi, P.P.; Lemmer, A.**

Production of high calorific biogas with incorporated fermentation & bio-electrochemical system. 2nd International Conference on Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability, 16.-19.09.2018, Sitges, Spanien. Digitaler Tagungsbandbeitrag [P2.058]



**Steinbrenner, J.; Oechsner, H.**

Maize silage as source for volatile fatty acids and biogas - Different ensiling parameters, increased VFA concentrations, silage separation and methane yield potential. 2nd International Conference on Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability, 16.-19.09.2018, Sitges, Spanien. Digitaler Tagungsbandbeitrag [P2.096]

**Vorträge****Hülsemann, B.**

Aktuelles Bundesmessprogramm – Eindrücke zu Anlagen im Südwesten. Biogas-Infotage 2018, Renergie Allgäu e.V., 10.-11.01.2018, Ulm

**Hülsemann, B.**

Introduction for TEEP@AsiaPlus Program, Feng Chia University (FCU), 7.6.18, Taichung, Taiwan

**Hülsemann, B.**

Measurement accuracy in field of Biogas – on example of efficiency, TEEP@AsiaPlus Program, Feng Chia University (FCU), 31.7.18, Taichung, Taiwan

**Illi, L.; Ullrich, T.; Lemmer, A.; Oechsner, H.**

Biological Hydrogen Methanation: Does this concept have the power to stabilize the European electricity grids?, Biofuels & Bioenergy 2018: Global Methods & Technologies in Biofuels & Bioenergies, EuroSciCon Ltd., 12., 13.11.18, Athen, Griechenland

**Kress, P.**

Energieeffizienz im Betriebszweig Biogas. Basisqualifikation für Energieeffizienzberater, 30.01.2018, Boxberg

**Kress, P.**

Praxisteil Biogasanlagen „Anlagenbetrieb“. Gastvorlesung Hochschule Rottenburg, 04.12.2018, Rottenburg

**Lemmer, A.**

Digester Biology – an Introduction. International Biogas Operating and Engineering Course, IBBK Biogas, 06.05.2018, Stuttgart-Hohenheim

**Lemmer, A.**

The State Institute of Agricultural Engineering and Bioenergy. Guests from Perdue University. 14.05.2018, Stuttgart-Hohenheim

**Lemmer, A.**

Biologische Wasserstoffmethanisierung: Eine Möglichkeit zur Stabilisierung der deutschen Stromnetze? . Habilitationsvortrag, Universität Hohenheim, 20.06.2018, Stuttgart

**Lemmer, A.**

Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität - Stand der Technik und Zukunftsperspektiven. Antrittsvorlesung im Rahmen des Habilitationsverfahrens, Universität Hohenheim, 20.07.2018, Stuttgart

**Lemmer, A.**

Biologische Wasserstoffmethanisierung: Werden Landwirte die Key Player der Energiewende?, energy decentral, BCN e.V., 15.11.2018, Hannover

**Lemmer, A.**

Regelenergie, Power-to-Gas oder Bioraffinerie: Zukunftsperspektiven für Biogasanlagen. 17. Süddeutsche Biogas Fachtagung. Renergie Allgäu e.V., 21.11.2018, Westerheim

**Lemmer, A.; Kress, P.**

Eignung verschiedener Substrate zur bedarfsgerechten Biogasproduktion. FNR „Fachgespräch Flexibilisierung“, 08.05.2018, Gülzow

**Lemmer, A., Merkle, W.**

High-pressure anaerobic digestion - Development of a two-stage high pressure anaerobic digestion plant for production of biomethane at operating pressures up to 50 bar. Biogas Science - International Conference on Anaerobic Digestion, 17.-19.09.2018, Turin, Italien

**Lemmer, A., Zielonka, S., Kumanowska, E.**

Nutzung von Zuckerrüben als Gärsubstrat, Vergärung – Lagerung – Wirtschaftlichkeit. Biogas-Infotage 2018, Renergie Allgäu e.V., 10.-11.01.2018, Ulm

**Merkle, W.**

Druck-Methanisierung – Neue Möglichkeiten. Biogas-Infotage 2018, Renergie Allgäu e.V., 10.-11.01.2018, Ulm

**Merkle, W.**

Innovative concept for biomethane production. Great Cycle: Symposium of Rural Soils and Waters Organic Pollution Control, 19.-21.10.2018, Peking, China

**Merkle, W., Lemmer, A.**

High-pressure anaerobic digestion - Development of a two-stage high pressure anaerobic digestion plant for production of biomethane at operating pressures up to 50 bar. 5th International Conference on Renewable Energy Gas Technology, 03.-04.05.2018, Toulouse, Frankreich

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

High-pressure anaerobic digestion - Development of a two-stage high pressure anaerobic digestion plant for production of biomethane at operating pressures up to 50 bar. 2nd International Conference on Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability, 16.-19.09.2018, Sitges, Spanien

**Oechsner, H.**

Bedingungen zur Inaktivierung von Unkrautsamen im Biogasprozess. Biogas-Infotage 2018, Renergie Allgäu e.V., 10.-11.01.2018, Ulm

**Oechsner, H.**

Praxiserfahrungen zur Gärrestaufbereitung. Biogas-Infotage 2018, Renergie Allgäu e.V., 10.-11.01.2018, Ulm

**Oechsner, H.**

Alternative Substrate für die Biogasanlage – Kann Maissilage durch Stroh und Pferdemist ersetzt werden? Mitgliederversammlung vom Bund deutscher Rauhfutter, Fourage und Torfhändler e.V., 24.11.2018, Leonberg

**Oechsner, H.**

Biogas in Germany – Energy-production and cycles. International P-Symposium, Sino-German International Research Training Group, 11.-18.11.2018, Peking, China

**Oechsner, H.**

Biogas technologies for rural communities to treat biowaste and to produce electricity. International DAAD-Workshop on ecological sustainable waste management – energetic utilization of organic waste (Biowaste4E), 26.-28.11.2018, Ibn Tofail University, Kenitra, Marokko

**Oechsner, H.**

Mechanische Aufbereitung von Pferdemist, um dessen Einsatz als Gärsubstrat in Biogasanlagen zu ermöglichen. Biogasfachtagung in Heiden mit begleitender Ausstellung. Biogas aus Stroh. 30.08.2018, Heiden

**Oechsner, H.**

Stoffliche Wertschöpfungsmöglichkeiten im Umfeld der Biogasproduktion. Landes-Arbeitskreis Bioökonomie, Biopro, 26.06.2018, Stuttgart

**Steinbrenner, J.**

Biogasforschung – Aus dem Labor in die Praxis. VDI-Nachwuchsbesuch. 29.05.2018, Stuttgart Hohenheim

**Steinbrenner, J.**

Erfahrungen eines Stipendiaten – Stipendium der Max-Eyth-Stiftung. VDI Nachwuchsförderungstag, Herrngiersdorf, 08.06.2018.

**Poster****Hülsemann, B.**

Biogas Measuring Program III. Biogas Infotage 2018, Renergie Allgäu e.V., 10.-11.01.2018, Ulm

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

Wasserstoffmethanisierung bei zweiphasiger Prozessführung: Optimierung und Variation der Prozessparameter. Biogas Infotage 2018, Renergie Allgäu e.V., 10.-11.01.2018, Ulm

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

Zweiphasige Vergärung von Zuckerrüben zur Biomethanherzeugung. Biogas Infotage 2018, Renergie Allgäu e.V., 10.-11.01.2018, Ulm

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

Food waste co-digestion in Germany and the United States: From the lab to full-scale. Systems. 2nd International Conference on Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability, 16.-19.09.2018, Sitges, Spanien.

**Lecker, B.; Illi, L.; Lemmer, A.; Oechsner, H.**

Biological conversion of hydrogen to biomethane in biogas plants. Biogas Infotage 2018, Renergie Allgäu e.V., 10.-11.01.2018, Ulm

**Merkle, W.**

„Biowaste to fuel - Kombination von zweistufiger Druckfermentation und Fischer-Tropsch-Synthese zur Erzeugung von flüssigen synthetischen Kohlenwasserstoffen“. Biogas Infotage 2018, Renergie Allgäu e.V., 10.-11.01.2018, Ulm

**Morozova, I., Oechsner, H., Lemmer, A.**

Effect of nitrogen-rich feedstock on biogas process stability. International Conference on Anaerobic Digestion "Biogas Science 2018", 17.-19.09.2018, Turin, Italien

**Morozova, I., Oechsner, H., Lemmer, A.**

Biogas process stability when producing digestate for fertilizing purposes. International Conference "Progress Manure & Digestate 2018", 16-18.10.2018, Schwäbisch Hall

**Oechsner, H., Hülsemann, B., Lansing S., Khanal S.**

Transferability of laboratory results on methane yield to full-scale biogas plants. 2nd International Conference on Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability, 16.-19.09.2018, Sitges, Spanien.

**Ravi, P.P.; Lemmer, A.**

Production of high calorific biogas with incorporated fermentation & bio-electrochemical system. 2nd International Conference on Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability, 16-19.09.2018 Sitges, Spanien.

**Steinbrenner, J.; Oechsner, H.**

Maize silage as source for volatile fatty acids and biogas - Different ensiling parameters, increased VFA concentrations, silage separation and methane yield potential. 2nd International Conference on Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability, 16.-19.09.2018, Sitges, Spanien.

**Zielonka, S.**

Biogas Autark – Biogasbestandsanlagen nach der EEG-Phase. Biogas Infotage 2018, Renergie Allgäu e.V., 10.-11.01.2018, Ulm

**Zielonka, S.**

Bioenergie – Potenziale, Langfristperspektiven & Strategien für Anlagen zur Stromerzeugung nach 2020 (BE20Plus). Biogas Infotage 2018, Renergie Allgäu e.V., 10.-11.01.2018, Ulm

**Weitere Veröffentlichungen****Paterson, M., Oechsner, H., Tillmann P.**

KTBL/VdLUFA-Proficiency Test Biogas. In: Value of Batch tests for biogas potential analysis – Method comparison and challenges of substrate and efficiency evaluation of biogas plants. IEA Bioenergy Tasc 37, 2018:10. ISBN: 978-1-910154-48-9 und eBook: ISBN 978-1-910154-49-6.

**Paterson, M., Oechsner, H., Tillmann P.**

Inter-laboratory test – KTBL/VDLUFA-Proficiency Test biogas. In: Collections of Methods for Biogas – Methods to determine parameters for analysis purposes and parameters that describe processes in the biogas sector. FNR-Broschüre in Druck.

**Oechsner, H.**

Biogasenergie aus schwer Verdaulichem. BW-Agrar, 46, 2018, S. 34-35.

**Oechsner, H.**


Ungenutzte Potenziale für Wirtschaft und Umwelt – Ein Messprogramm untersucht die Effizienz von Biogasanlagen. LVT Lebensmittelindustrie, 4, 2018. S. 30-31.

**Gremienarbeit**

- KTBL – Vorsitz Arbeitsgemeinschaft Energie
- KTBL – Arbeitsgruppe Ringversuche
- KTBL – Arbeitsgruppe nachhaltige Biogaserzeugung
- VDI-Richtlinie 4630
- 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, BITE, Doktorandenkolloquium)
- Projektbeiräte (Bio2020Plus, OptiSys)


# Das Personal der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie

**Leiter der Landesanstalt**




Dr. Hans Oechsner

**Oberleiter der Landesanstalt**  
ab April 2018




Prof. Dr. Joachim Müller

**Stellvertretender Leiter der Landesanstalt**



PD Dr. Andreas Lemmer

**Oberleiter der Landesanstalt**  
bis März 2018



Prof. Dr. Thomas Jungbluth

**Sekretariat**



Margit Andratschke

## Wissenschaftliche Mitarbeiterin & Mitarbeiter



Dr. Simon Zielonka



Dr. Johannes Krümpel



Dr. Wolfgang Merkle



Dr. Annett Reinhardt-Hanisch

## Doktorandinnen & Doktoranden



Benedikt Hülsemann



Benjamin Ohnmacht



Bernhard Lecker



Elzbieta Kumanowska



Ievgeniia Morozova



Jörg Steinbrenner



Konstantin Dinkler



Lijun Zhou



Lukas Illi



Padma Priya Ravi



Philipp Kress



Timo Ullrich

## Technische Mitarbeiter/innen und Projektassistentin

Analytisches Labor



Annette Buschmann



Jaqueline Kindermann

Versuchstechnikerin & Versuchstechniker



Christof Serve-Rieckmann



Muhammad Tahir Khan



Daniel Riehle



Florian Siemeister



Saliha Ezgi Küver



Dr. Anastasia Oskina

Projektassistenz



Nadiia Nikulina

# Die Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie

## Leitung

Dr. sc. agr. Hans Oechsner

## Oberleitung

Ab April 2018: Prof. Dr. sc. agr. Joachim Müller

Bis März 2018: Prof. Dr. agr. Thomas Jungbluth

## Stellvertretender Leiter

PD Dr. sc. agr. Andreas Lemmer

## Sekretariat

Margit Andratschke

## Wissenschaftliche Mitarbeiter, Post-Docs

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

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

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

## Laboringenieur/in

Dr. sc. agr. Annett Reinhardt-Hanisch,  
Mitarbeiterin am Institut für Agrartechnik  
(Verfahrenstechnik Tierhaltungssysteme)

## Doktoranden/innen

M.Sc. Benedikt Hülsemann

M.Sc. Benjamin Ohnmacht

M.Sc. Bernhard Lecker

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. Padma Priya Ravi

M.Sc. Philipp Kress

M.Sc. Timo Ullrich

## Technische Mitarbeiter/innen und Projektassistentin

Dipl.-Ing. agr. Christof Serve-Rieckmann

M.Sc. Muhammad Tahir Khan

B.Sc. Daniel Riehle

B.Sc. Florian Siemeister

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](mailto:la740@uni-hohenheim.de)

Homepage: [www.uni-hohenheim.de/labioenergie](http://www.uni-hohenheim.de/labioenergie)



Von links nach rechts

Benjamin Ohnmacht, Lukas Illi, PD Dr. Andreas Lemmer, Dr. Hans Oechsner, Annette Buschmann, Philipp Kress, Konstantin Dinkler, Christof Serve-Rieckmann, Alexander Lehr, Ievgenia Morozova, Daniel Riehle, Dr. Simon Zielonka, Dr. Anastasia Oskina, Jacqueline Kindermann, Elzbieta Kumanowska, Padma Priya Ravi, Benedikt Hülsemann, Jörg Steinbrenner, Dr. Wolfgang Merkle, Nadia Nikulina,

Hockend: Dr. Johannes Krümpel , Lijun Zhou

Es fehlen: Prof. Dr. Joachim Müller, Prof. Dr. Thomas Jungbluth, Margit Andratschke, Muhammad Tahir Khan, Saliha Ezgi Küver, Bernhard Lecker, Florian Siemeister, Timo Ullrich