



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM



LANDESANSTALT
für Agrartechnik
& Bioenergie



Jahresbericht 2022

Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie (740)
Universität Hohenheim



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 PD Dr. Andreas Lemmer, werden einige der Lehraufgaben, speziell auch die Promotionsbetreuung, nun direkt von der Landesanstalt erfüllt und weitere zusammen mit dem Oberleiter, 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 DoktorandInnen bieten die meist großen und interdisziplinär mit Partnern von anderen Universitäten und Forschungseinrichtungen und Firmen bearbeiteten Forschungsprojekte die Möglichkeit sich zu vernetzen, Erfahrungen bei der wissenschaftlichen Arbeit zu sammeln und ihre Ergebnisse durch Veröffentlichungen in renommierten internationalen wissenschaftlichen Zeitschriften zu publizieren.

Dank der Verbesserung des Impfschutzes der MitarbeiterInnen, konnten bei der gesamten Arbeit nach und nach weitere Erleichterungen in Bezug auf die Corona-Einschränkungen getroffen werden. Seit dem WS 2022/23 war es außerdem möglich, die Vorlesungen wieder in Präsenz anzubieten. Dies verbesserte die direkte Austauschmöglichkeit zwischen Lehrenden und Studierenden erheblich.

Im Gegensatz zu den inländischen Veranstaltungen und Treffen, sind die internationalen Tagungen weitgehend noch auf Online-Treffen beschränkt. So fanden z.B. die Veranstaltungen im Rahmen des großen DFG-Graduiertenkollegs Amaize-P zusammen mit der CAU in Peking nur in Onlineform statt. Die fast regelmäßig stattfindenden internationalen Wissenschaftleraufenthalte an der Landesanstalt waren ebenfalls noch weitgehend unterbrochen. Die Teilnahme der MitarbeiterInnen an internationalen Kongressen erfolgte in der Regel ebenfalls über Online-Zuschaltung.

Die MitarbeiterInnen der Landesanstalt sind sehr aktiv in der Ausarbeitung von Manuskripten für die Veröffentlichung der hervorragenden Ergebnisse in internationalen wissenschaftlichen Journalen. Damit wächst die internationale Bedeutung der Landesanstalt stetig und es häufen sich Anfragen für eine Zusammenarbeit, Wissenschaftleraustausch bzw. die gemeinsame Beantragung von Forschungsprojekten. Neben diesen Publikationen werden aber auch Veröffentlichungen in landwirtschaftlichen Wochenblättern durchgeführt oder in nationalen Tagungen für Landwirte und Betreiber von Biogasanlagen. Dadurch können die wichtigen Erkenntnisse aus den Forschungsaktivitäten praxisnah und schnell den Nutzern vor Ort vermittelt und dort umgesetzt werden.

Durch den Überfall Russlands auf die Ukraine im Februar 2022 und die daraufhin verhängten Sanktionen ergab sich weltweit eine Energiekrise, wodurch die Kosten fossiler Energien deutlich anstiegen. Gleichzeitig setzte sich vor dem Hintergrund der spürbaren Veränderungen des Klimas bei Politik und Bevölkerung die Erkenntnis durch, dass der Ausbau erneuerbarer Energie weiter gesteigert und mittelfristig auf fossile Energie vollständig verzichtet werden muss. In dieser Diskussion geriet auch Biogas in den Fokus und wurde erneut als eine wichtige Technologie gewertet, die die fluktuierenden Energiequellen wie Windenergie und PV-Strom hervorragend ergänzen kann. Biogas hat den Vorteil, dass es im Gegensatz zu den anderen Erneuerbaren in gewissen Grenzen gezielt produziert und auch zwischengespeichert werden kann.

Viele Arbeiten der Landesanstalt in den vergangenen Jahren befassten sich genau mit dieser Thematik und bieten wichtige Erkenntnisse zum flexiblen Biogasbetrieb mit flexibler Stromproduktion, die meist bereits auch in internationalen wissenschaftlichen Journalen oder Tagungsbeiträgen oder Forschungsberichten veröffentlicht sind. Auch die Verbesserung der Nährstoffkreisläufe gewinnt bei steigenden Energiepreisen an Bedeutung.

Mit dem Stopp des Erdgasbezugs aus Russland wurde darüber diskutiert, Biogas zu dessen Substitution zu nutzen. Heute wird Biogas in der Praxis im Blockheizkraftwerk zu Strom und Wärme überführt. Bei weitgehender Nutzung der Wärme dürfte diese Kombination die Effizienteste sein. Für einzelne Betriebe mit guter Lage z.B. in Speditionsnähe und hohem Anteil an Wirtschaftsdünger in der Substratmischung könnte aber auch die Aufreinigung des Biogases und dessen Nutzung als Kraftstoff ein interessanter Weg sein, der in Kombination mit den Vorgaben der europäischen Renewable Energy Directive II (RED II) neue Perspektiven für Betriebe bietet. Durch Anwendung von innovativen Fermentersystemen wie zweiphasige Fermentierung, Druckmethanisierung und Wasserstoffmethanisierung in einer Pilotanlage zur LNG- und CNG-Erzeugung im halbtechnischen Maßstab werden die in den vergangenen Jahren an der Landesanstalt entwickelten Verfahren auf den Weg in die Praxis geführt. Hierbei werden an der Forschungsbiogasanlage der Versuchsstation „Unterer Lindenhof“ auch Untersuchungen zur Sensorik, Modellierung und flexiblen Biogaserzeugung durchgeführt. Das Modellprojekt der Landesanstalt zur Nutzung eines Linienbusses mit Biogas-LNG wird wichtige Daten liefern.

Es zeigen sich zunehmend politische Vorgaben, die die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen zur reinen Energieerzeugung einschränken. Damit gewinnt die Suche nach alternativen Substraten und Nebenprodukten der Nahrungsmittelerzeugung weiter an Bedeutung. Die Aufbereitung von schwierigen, faserreichen Substraten durch mechanische Aufbereitungssysteme wie die Kugelmühle sollen helfen, das Substratspektrum zu erweitern und deren wirtschaftliche Verwertung zu ermöglichen. Neben der reinen energetischen Nutzung von Energiepflanzen gewinnt in der Forschung immer mehr das Themenfeld „Bioökonomie“ an Bedeutung. In einigen Forschungsprojekten der Landesanstalt spielt die Produktion von Fasern aus Dauerkulturen (z.B. Durchwachsene Silphie) oder aus Nebenprodukten zum Beispiel zur Erzeugung von Papier eine wesentliche Rolle und wird sowohl auf Laborebene als auch im Praxismaßstab untersucht. Deren Kombination mit der Biogaserzeugung erlaubt es, über neue Fermenterbauarten in der Praxis nachzudenken. Zu dieser Thematik wurde ein umfangreiches Pilotprojekt an der Bioabfallvergärungsanlage in Backnang gestartet, das sich der Aufbereitung des Ausgangssubstrates Bioabfall widmet und diesen zu verschiedenen Wertstoffen (Fasern, Enzymen, Plattformchemikalien, Dünger) und Biogas umsetzt.

Nur durch das große Engagement und die sich dadurch ergebende hervorragende Zusammenarbeit mit der Leitung und dem Team des Unteren Lindenhofs ist die erfolgreiche Weiterentwicklung und Erprobung völlig neuer Technologieansätze auch im Praxismaßstab möglich. Ein besonderer Dank gilt der Universitätsleitung und der Universitätsverwaltung sowie dem Universitätsbauamt für die hervorragende und in der Regel schnelle Unterstützung bei der Umsetzung aufwändiger forschungsbezogener Umbaumaßnahmen!

Das junge Forscherteam der Landesanstalt stellt sich auch weiterhin bereitwillig und mit höchster Motivation den neuen Herausforderungen im Umfeld der Bioökonomie, der Biogaserzeugung und -nutzung. Wir versuchen, über die Entwicklung neuer Strategien und den Transfer von Erkenntnissen in die Praxis, den ländlichen Raum, die Situation der landwirtschaftlichen Betriebe und der Biogasanlagenbetreiber zu stärken und langfristig zu sichern. Dabei stehen in einer Zeit mit offensichtlich erforderlichem Umdenken im Energiebereich auch wichtige Entwicklungen für die gesamte Gesellschaft im Fokus. Für das außerordentliche Engagement möchte ich allen MitarbeiterInnen, wissenschaftlichen Hilfskräften und Studierenden der Landesanstalt herzlich danken!

Um innovative Ideen weiter zu entwickeln, greifen wir gerne Ihre Anregungen auf und sind offen für eine partnerschaftliche Kooperation mit Landwirten, Forschungs- und Industriepartnern in Deutschland aber auch weltweit.



Dr. Hans Oechsner

Leiter der Landesanstalt

Hohenheimer Biogasforum auf den Biogas Infotagen in Ulm, 2022

Die jährlich durchgeführte Fachmesse „Biogas Infotage“ des renergie Allgäu e.V. ist die größte jährlich stattfindende Messe im süddeutschen Raum und bundesweit eine der drei Top Messen der Biogasbranche. Neben der klassischen Industriemesse sind auch die drei Vortragsforen (Wissenschaft, Praxis und Innovation) ein fester und beliebter Bestandteil der Biogas Infotage. Diese Foren sind für die Messebesucher sowie für die Aussteller frei. So ist das Publikum der Foren bunt zusammengesetzt aus Biogas-anlagenbetreibern, Vertretern von Firmen, Behörden, Verbänden, Vereinen und aus der Wissenschaft. Durch diese Konstellation sind die Biogas Infotage bestens für den Wissenstransfer in die landwirtschaftliche Praxis geeignet.

Das Hohenheimer Biogasforum auf den Biogas Infotagen 2022 ist ein zweitägiges, einziges Wissenschaftsforum im Hybrid-Format (Präsenz + Online-Übertragung) mit insgesamt 12 Vorträgen. Es bietet den Messebesuchern unabhängige Informationen zu aktuellen Forschungen im Themenbereich Biogas. Organisiert, moderiert und thematisch gestaltet wurde das Forum durch die Mitarbeiter*innen der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie der Universität Hohenheim.

Das Vorhaben diente dem Wissenstransfer aus der Forschung in die landwirtschaftliche Praxis mit dem Fokus auf der Thematik Biogas. Es wurden Lösungen und Angebote für Versorgungssicherheit, Netzstabilität und Klimaschutz näher betrachtet. Als aktuelle thematische Schwerpunkte für das Hohenheimer Biogasforum wurden folgende Themenblöcke identifiziert und jeweils über verschiedene Vorträge abgedeckt:

- Nährstoffabtrennung aus Gärresten
- Biomethanmobilität
- Bedarfsgerechte Biogaserzeugung
- Fasergewinnung

Zusätzlich zu den Vorträgen wurde auch eine wissenschaftliche Posterausstellung im Foyer der Messe durch die Universität Hohenheim bestückt. Hier wurden 16 Poster wissenschaftlicher Projekte zum Thema Biogas vorgestellt.



Dr. Andrea Stockl

PD Dr. Andreas Lemmer



Förderung:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Laufzeit:

Mai 2022 – Dez. 2022

Posterausstellung und Vorträge auf den Biogas Infotagen in Ulm

Mechanische Desintegration lignocellulosehaltiger Substrate mit Hilfe einer Kugelmühle zur Substrataufbereitung und Flexibilisierung der Biogaserzeugung (FLEX – CRASH)



M. Sc. René Heller



Dr. Benedikt Hülsemann

Dr. Hans Oechsner

Die Nutzung lignocellulosehaltiger Reststoffe wie Pferdemist, Landschaftspflegematerial oder Stroh aus der Landwirtschaft bilden einen neuen Verwertungsweg für die Biogaserzeugung. Da diese Substrate in aller Regel hohe Trockenmasse-, wie auch hohe Ligningehalte aufweisen, bedarf es einer speziellen Vorzerkleinerung zur Verwertung in der Biogasanlage. Ohne diese Vorzerkleinerung kommt es zu einer unvollständigen und langsamen Abbaubarkeit der Gärsubstrate. Dies geht mit niedrigen Methanerträgen und einer daraus folgenden unwirtschaftlichen Betriebsweise einher. Weiter entstehen ohne eine Aufbereitung verfahrenstechnische Probleme, wie zum Beispiel verstärkt auftretende Schwimmschichten und ein höherer Rühraufwand im Fermenter. Die mechanische Aufbereitung mittels einer Kugelmühle kann die Kinetik des Abbau- und Gasbildungsprozesses beschleunigen, sowie den daraus resultierenden Methanertrag ungenutzter Reststoffe, die Prozesssicherheit und Wirtschaftlichkeit erhöhen und gleichzeitig einen wichtigen Beitrag zur flexiblen und nachhaltigen Stromproduktion beisteuern.

Ziel des Projektes ist es die Kugelmühle weiterzuentwickeln, sowie konstruktiv und verfahrenstechnisch so zu optimieren, dass lignocellulosehaltige Substrate für die flexible Biogasproduktion optimal aufbereitet werden können. Daraus resultierend sind betriebstechnische sowie wirtschaftliche Vorteile zu erwarten, welche die Nutzung von Nebenprodukten und Reststoffen aus der Landwirtschaft in Biogasanlagen attraktiv machen und zudem einen Teil der bisher für die Biogasanlage produzierten NaWaRos kompensieren könnten. Dies würde eine Verbesserung der CO₂-Bilanz der gesamten Prozesskette darstellen und zur Zukunftsfähigkeit von Biogasanlagen beitragen.



Kugelmühlen-Prototyp an der Forschungsbiogasanlage „Unterer Lindenhof“

Förderung:

Fachagentur Nachhaltigkeitsfördernde Rohstoffe e.V. (FNR)

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Partner:

Institut für Agrartechnik Universität Hohenheim

Biokraft Energietechnik GmbH

Bio-Energie Heuberg GmbH & Co. KG

Laufzeit:

Okt. 2020 – Jan. 2024

Im Jahr 2022 konnte die Kugelmühle in Betrieb genommen werden. Im vorläufigen Testbetrieb wurde die Anlage mit unterschiedlichen Substraten unter verschiedenen Betriebseinstellungen getestet. Darüber hinaus wurden weitere Sicherheitselemente an der Einhausung und den Probenahmestellen der Substrataufbereitungsanlage konstruiert und umgesetzt. Im letzten Quartal des Jahres konnte die Kugelmühle vom Testbetrieb in den Dauerbetrieb übergehen und beschickt nun Fermenter 1 der Forschungsbiogasanlage mit aufbereitetem Substrat. Für das kommende Jahr ist ein Aufbereitungsversuch mit erhöhtem Mistanteil über 6 Monate an der Biogasanlage geplant. Hierbei soll Fermenter 1 über die Kugelmühle mit aufbereitetem Substrat beschickt werden, wohingegen Fermenter 2 mit der gleichen Substratmenge und Substratzusammensetzung als unaufbereitete Variante gefüttert werden soll. Versuchsziel ist, den Einfluss der Substrataufbereitung durch die Kugelmühle auf den Gasertrag und die Viskosität zu bestimmen.

Systemdienlicher Ausgleich der jahreszeitlichen Schwankungen des Energiebedarfs durch saisonal flexibilisierte Biogasproduktion am Praxisbeispiel der Nutzung von Extensiv- und Biotopgrünland; Teilvorhaben 2: Substrataufbereitung, Lagerung und Kinetik (BioSaiFle)

Bei der zukünftigen Biogasproduktion rückt die Erforschung der Reststoffnutzung, die Flexibilität der Einsatzstoffe und die bedarfsgerechte Energieproduktion immer mehr in den Fokus der Öffentlichkeit. Sowohl die Einspeisung von fluktuierenden erneuerbaren Energien (fEE), als auch der Strom- und Wärmebedarf weisen aufgrund der jahreszeitlichen Wetterlage ein saisonales Profil auf. Dieses Profil kann analog dazu von saisonal angepassten Biogasanlagen (BGA) geliefert werden. Besonders für BGA mit Anschluss ans Wärmenetz wäre das Konzept der Saisonalisierung eine Perspektive für die Zukunft, welche wir deutschlandweit in Ihrer Praxisfähigkeit fördern wollen.

Da die Gasspeicherkapazitäten einer BGA Grenzen gesetzt sind, erfolgt die Energiespeicherung über die Biomasse. Dabei wird die Nutzung gängiger energiereicher Substrate, wie Silagen und Getreide in den Winter verschoben und die Anlagenleistung im Sommer durch die verminderte Gasproduktion bei der Nutzung eines schwer abbaubaren Substrates reduziert. Vor diesem Hintergrund soll im Forschungsprojekt die Eignung von Schnittgut aus Extensiv- bzw. Biotopgrünland (z.B. FFH-Mähwiesen) als vielversprechender Reststoff für die saisonale Flexibilisierung (Saisonalisierung) von BGA untersucht werden. Schnittgut von Naturschutzflächen weisen eine gute Klimabilanz auf und konkurrieren nicht um Fläche. Da die Standorte auf eine regelmäßige Biomasseentnahme angewiesen sind, um den Erhaltungszustand zu sichern, bzw. zu verbessern, würde eine energetische Nutzung somit zu deren Erhalt und gleichzeitig zu einer naturverträglichen Biogasproduktion beitragen.

Im dritten Projektjahr wurden zwei Erntemethoden zur Bergung des Schnittgutes von Streuobstwiesen erprobt und diese im Rahmen einer Arbeitszeitstudie begleitet. Des Weiteren wurden für die Handhabung des Schnittgutes mechanische Aufbereitungsversuche durchgeführt und mit der Forschungsbiogasanlage ein saisonal modelliertes Lastprofil im Praxismaßstab abgefahren. Dabei wurde die Prozessstabilität evaluiert und die maximal möglichen Steigerungsraten der Gasproduktion bestimmt.

Das Betriebskonzept der Saisonalisierung wird neben dem Beispiel aus Baden-Württemberg auch für Naturräume in Brandenburg geprüft. Neben der praxisorientierten Fragestellung wird die Saisonalisierung ökologisch, ökonomisch und auf Systemebene detailliert betrachtet, sodass ein Transferpotential für die restlichen Bundesländer bestimmt werden kann.



Mäharbeiten auf den Streuobstwiesen im Landkreis Reutlingen, Südwestdeutschland.



M. Sc. Christina Brandhorst

PD Dr. Andreas Lemmer

Förderung:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e.V. (FNR)

Partner:

Universität Stuttgart,

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)

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

Landkreis / Landratsamt Reutlingen

Landschaftserhaltungsverband im Landkreis Reutlingen e.V.

Obst- und Gartenbauverein unter Achalm e.V.

Landschafts-Förderverein Nuthe-Nieplitz-Niederung e.V.

Energiegenossenschaft Gussenstadt eG (EGG)

Laufzeit:

Jan. 2020 – Apr. 2023

Biowaste to Products (BW2Pro)



M. Sc. Konstantin
Dinkler



Dr. Benedikt Hülsemann



M. Sc. Gregor Sailer



M. Sc. Marian Baumgart

Dr. Hans Oechsner

Förderung:

Ministerium für Umwelt,
Klima und Energiewirt-
schaft BW

Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung
(EFRE)

Partner:

Universität Stuttgart
(ISWA, IGVP, IKT, IER)

Fraunhofer IGB

HS Offenburg

ifeu gGmbH

Novis GmbH

BIOPRO BW GmbH

AWRM

Laufzeit:

März 2022 – März 2024

Im Rahmen von BW2Pro wird eine modulare Bio Raffinerie zur Verwertung von kommunalen Biotonnenabfällen aufgebaut und im Pilotmaßstab mit einer Durchsatzleistung von 1 Tonne pro Tag betrieben. Auf Basis der Bioabfälle sollen einerseits hochwertige Produkte für die stoffliche Nutzung und andererseits für die Energiegewinnung bereitgestellt werden. Eine besondere Herausforderung stellt dabei die komplexe Zusammensetzung des eingesetzten Bioabfalls dar, die beispielsweise durch jahreszeitliche Einflüsse hervorgerufen wird. Die Bio Raffinerie BW2Pro wird daher mit innovativen Technologien zur Aufbereitung komplexer Bioabfälle ausgestattet, die eine effiziente Verwertung erst möglich machen. Dabei handelt es sich um die Thermodruckhydrolyse (TDH) und die Hochlastfermentation. Bei der TDH wird der Bioabfall unter Druck thermisch behandelt und anschließend schlagartig entspannt. Dabei platzen die Zellen im Bioabfall auf, so dass der Zellsaft austritt, während die Fasern intakt bleiben. Anschließend findet eine Fest-Flüssig-Trennung statt. Die feste Phase wird stofflich verwertet, indem sie zu Pflanztöpfen oder Verbundwerkstoffen weiterverarbeitet wird. Aus der flüssigen Phase wird Biogas gewonnen. Die Biogaserzeugung erfolgt in einer zweistufigen Hochlastfaulung. Das bedeutet, dass Hydrolyse und Methanogenese getrennt in einem Hydrolyse- und einem Methanreaktor ablaufen. Das Verfahren kann sehr flexibel betrieben werden und ist in der Lage, bei besonders hohen Raumbelastungen die anfallende Flüssigkeit effizient zu verwerten und bedarfsgerecht Biogas zu produzieren. Die verbesserte Nutzung von Bioabfällen stellt eine wichtige Säule zur Erreichung einer nachhaltigen Bioökonomie dar. Die Pilot-Bio Raffinerie wird derzeit auf dem Gelände der Abfallvergärungsanlage des Rems-Murr-Kreises errichtet und soll im Juni 2023 in Betrieb gehen. Zusätzlich werden im Rahmen des Projekts eine TDH und sechs Festbettfermenter im Labormaßstab gebaut. Beide sollen ebenfalls im Juni 2023 in Betrieb gehen.



BW2Pro Konzept zur verbesserten Inwertsetzung von Biotonne-Abfällen

Entwicklung und Erprobung sensorbasierter Rührsysteme in Biogasanlagen zur Steigerung der Effizienz und Prozessstabilität bei einer lastflexiblen und bedarfsgerechten Biogasproduktion (Sens-O-Mix)

Nach wie vor ist effizientes Rühren in Biogasanlagen eine Herausforderung: Einerseits muss das Material im Fermenter gerührt werden, um die zudosierten Substrate im Behälter zu verteilen und um einen stabilen Fermentationsprozess zu gewährleisten. Andererseits führt intensives Rühren zu einem hohen Eigenstromverbrauch und beeinträchtigt die Methanproduktion aufgrund mechanischer Beanspruchung. Dieser Zwiespalt verschärft sich im Hinblick auf die flexible Biogasproduktion noch weiter, wenn große Substratmengen innerhalb kurzer Zeit in den Fermenter gegeben werden.

Bisher ist keine praktikable technische Lösung vorhanden, die den Rührbedarf im Behälter zuverlässig und automatisiert erkennen und die optimalen Rühreinstellungen ableiten kann. Die bisherigen Entscheidungen werden vorwiegend aufgrund von Erfahrungen und vom Blick auf die Gärsubstratoberfläche getroffen.

Aufbauend auf den Projekten „OptiFlex“ und „FlexFeed“ wird in „Sens-O-Mix“ die Gärsubstrattheologie tiefergehend charakterisiert und die Durchmischung im Labor und mittels CFD optimiert. Innerhalb des Projekts wurde einer der beiden Fermenter der Forschungsbiogasanlage der Uni Hohenheim am Unteren Lindenhof mit umfangreicher Sensorik ausgestattet, um den Rührbedarf der Anlage bei konstantem sowie bei lastflexiblem Betrieb zu ermitteln. Über selbstlernende Verfahren werden für die Rührerregelung geeignete Messgrößen identifiziert und der Einfluss der Prozessparameter auf den Methanertrag quantifiziert. Die bestehenden Modelle zur Vorhersage der (flexiblen) Biogasproduktion sollen weiter ausgebaut und mit den gewonnenen Messgrößen gekoppelt werden. Durch Praxisversuchen am Unteren Lindenhof werden die Simulationen und Modelle validiert sowie die Rührerregelung und der Gesamtprozess bewertet.

Nach erfolgter Inbetriebnahme der Sensorik und Erstellen der Regelalgorithmen erfolgt als nächstes der Langzeitversuchsbetrieb an der Forschungsbiogasanlage.

Die Projektkoordination liegt beim Fraunhofer IKTS. Die Landesanstalt befasst sich mit dem Einbau und der Validierung von geeigneter Messtechnik sowie mit der praxisnahen Umsetzung der Rührerregelung und des lastflexiblen Betriebs.



Umbaumaßnahmen im Fermenter der Forschungsbiogasanlage für die sensorgestützte Erkennung des Rührbedarfs (2021, Universität Hohenheim)



Dipl.-Ing. Benjamin Ohnmacht



Dr. Johannes Krümpel

PD Dr. Andreas Lemmer

Förderung:

Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)



Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

Gefördert durch:



seitgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Partner:

Fraunhofer IKTS
TU Berlin
HZDR
DBFZ
RTO

Laufzeit:

Mai 2020 – Okt. 2023

Entwicklung innovativer und intelligenter Sensorsysteme zur Gewährleistung der biologischen Prozessstabilität beim lastflexiblen Betrieb von Biogasanlagen (i²-Sens)



M. Sc. Leoni Neubauer



Dipl.-Ing. Benjamin Ohnmacht



Dr. Johannes Krümpel

PD Dr. Andreas Lemmer

Förderung:

Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

Partner:

Union Instruments GmbH

Förderkennzeichen:

2220NR092A

Laufzeit:

Aug. 2021 – Juli 2024

Der lastflexible, bedarfsorientierte Betrieb von Praxisbiogasanlagen gewinnt immer mehr an Bedeutung. Nachdem Biogasanlagen viele Jahre kontinuierlich Biogas produzierten, wird ihre zukünftige Rolle in der regenerativbasierten Energieversorgung im Ausgleichen der fluktuierenden Stromproduktion aus Windenergie und Photovoltaik liegen. Dafür ist ein Wechsel der Betriebsweise hin zu einer, sowohl täglich als auch saisonal stark schwankenden Anlagenbeschickung nötig, um die ebenfalls schwankende Biogasachfrage decken zu können.

Dies erfordert eine sichere Prognose des Biogasbedarfs und einer daraus abgeleiteten Prognose der Biogasproduktion. Diese Arbeiten wurden bereits sehr erfolgreich in einer modellprädiktiven Regelung im Vorgängerprojekt „PowerLand 4.2“ um Celina Dittmer, Johannes Krümpel und Andreas Lemmer umgesetzt.

In einem weiteren Schritt hin zu einer ganzheitlichen Anwendung der bedarfsorientierten Biogasproduktion in Praxisanlagen sollen diese Modelle um eine Prozessüberwachung erweitert werden. Dies ist beispielsweise notwendig, um frühzeitig auf kritische Zustände bei stark flexibler Fütterung zu reagieren. Dazu sollen im Rahmen von i²-Sens komplementäre Messtechniken für die zeitlich hochauflösende und hochgenaue Erfassung der Biogaszusammensetzung zum Einsatz kommen. Ausgehend von diesen Messparametern sollen Rückschlüsse auf die Prozessstabilität und -effizienz gewonnen und in die bestehenden Modelle zur flexiblen Fütterung integriert werden.

Die im Projekt entwickelte Messtechnik befindet sich in einem klimatisierten Messwagen, der sich seit Sommer 2022 an der Forschungsbiogasanlage am Unteren Lindenhof befindet. Aktuell verfügt der Messwagen über Gasanalysatoren (Infrarot- & UV-Spektrometer, Elektrochemisch Sensoren), mit denen die Biogaskomponenten zeitlich hochaufgelöst bestimmt werden. Im Laufe des Projekts soll noch weitere Messtechnik eingebaut werden. Erste Versuche zum lastflexiblen Betrieb wurden im Herbst 2022 gestartet. Ziel dieser Versuche ist es den Einfluss der Fütterungshäufigkeit auf die Prozessstabilität zu untersuchen.

Die Koordination des Projekts liegt bei der Landesanstalt. Neben dem Einbau und der Validierung der Gasesstechnik untersuchen wir die Zusammenhänge zwischen Biogasprozess und Biogaszusammensetzung, um daraus effiziente Fütterungsstrategien für die prozessstabile, bedarfsorientierte Biogasproduktion abzuleiten.



Messung der Gaskomponenten direkt an Fermenter mit neuer Sensortechnik. Rechts ist das installierte UV-Spektrometer zu sehen.

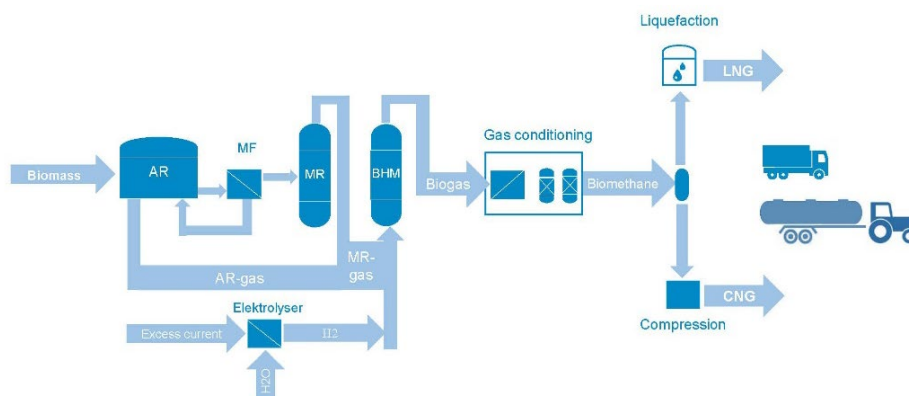
Innovative Prozesskette zur ressourceneffizienten Erzeugung von Bio-LNG (ProBioLNG)

Zur Erreichung der Klimaziele der Bundesregierung, ist es unerlässlich, dass sowohl industrielle als auch private Sektoren weniger CO₂-Emissionen verursachen. Besonders im Bereich der Luftfahrt, sowie im Schiffs- und Schwerlastverkehr wo die fortschreitende Elektromobilität nur schwer Einzug halten wird, stellen biologische Kraftstoffe eine kostengünstige Alternative zu fossilen Antrieben dar. In diesem Zuge ist der Einsatz von Bio-CNG (komprimiertes Biomethan) oder Bio-LNG (verflüssigtes Biomethan) aus nachwachsenden Roh- und Reststoffen im Schwerlast- und Seeverkehr sowie in Bau- und Landmaschinen ein für die Zukunft vielversprechendes Nutzungskonzept.

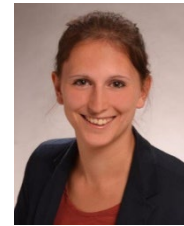
Ziel des Forschungsvorhabens ProBioLNG ist es, durch anwendungsorientierte Grundlagenforschung eine innovative und hocheffiziente Prozesskette zur kostengünstigen Erzeugung von biomethanbasierten Kraftstoffen zu entwickeln. Diese biomethanbasierten Kraftstoffe können verflüssigt als Bio-LNG im Schwerlast-, See-, Bau- und Landmaschinenbereich eingesetzt werden. Dazu engagieren sich Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft, um gemeinsam, vorhandene und vollkommen neuartige Technologien zu einer neuen Prozesskette zu vernetzen.

Das gesamte Forschungsvorhaben wird dabei von der Landesanstalt koordiniert. Die Landesanstalt untersucht in ProBioLNG die zweistufige Druckfermentation von Biomasse und die anschließende biologische Wasserstoff-Methanisierung (Power-to-Gas) zur Biomethan- und anschließenden Kraftstoffherzeugung. Die Untersuchungen zur Druckfermentation werden sowohl im Technikums-, als auch im Pilotmaßstab durchgeführt. Dafür wird in Kooperation mit den Projektpartnern eine Demonstrationsanlage am Standort Unterer Lindenhof entwickelt und aufgebaut. Im Anschluss an den Anlagenaufbau werden Versuche im vollständigen gekoppelten Betrieb durchgeführt, um das Potential der ProBioLNG Prozesskette in Gänze aufzuzeigen.

Im dritten Projektjahr wurden alle Komponenten der Pilotanlage an den Anlagenstandort geliefert und der Aufbau der Infrastruktur gestartet. Mit Hilfe einer projekteigenen PR Kampagne, wird über Biogas allgemein sowie über projektspezifische Inhalte berichtet.



Innovative Prozesskette zur Herstellung von Bio-CNG und Bio-LNG mit zweistufiger anaerober Vergärung bestehend aus Hydrolysereaktor (AR), Membranfiltration (MF), Methanreaktor (MR) gefolgt von einer biologischen Wasserstoff-Methanisierung (BHM) und anschließender Gasaufbereitung



M. Sc. Elena Holl



Dr. Jörg Steinbrenner

PD Dr. Andreas Lemmer

Förderung:

Projekträger Jülich (PtJ)

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Partner:

DVGW-EBI: Bereich Gas-technologie

DVGW-EBI: Bereich Wasser-chemie

KIT, Mobima

Air Liquide Forschung und Entwicklung GmbH

Claas Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH

Liquid 24/7 GmbH

Laufzeit:

Sep. 2019 – Aug. 2023

Industrielle Forschung zur Prozesskette der Kraftstoffherzeugung und des Betriebs von Linienbussen mit bio-LNG und bio-CNG aus Abfall- und Reststoffen (NeoBus – negative Emission ÖPNV)



M. Sc. Elena Holl

PD Dr. Andreas Lemmer

Zur Erreichung der Klimaziele der Bundesregierung, ist es unerlässlich, dass sowohl industrielle als auch private Sektoren weniger CO₂-Emissionen verursachen. Dafür wurde von der EU unter anderem die Clean Vehicle Directive (CVD) verabschiedet, die zu niedrigeren Emissionen vor allem in Städten führen soll. Derzeit halten Busunternehmer jedoch weder Elektroantriebe noch Wasserstoff-Brennstoffzellen-Hybridtechnologien für den regionalen ÖPNV aus technischer und ökonomischer Sicht für geeignet. Komprimiertes Biomethan (bio-CNG) bzw. verflüssigtes Biomethan (bio-LNG) hingegen, kann sowohl geforderte Standards erfüllen, als auch dezentral in ausreichender Menge erzeugt werden.

Inhalt des Projektes ist die industrielle Forschung zum Betrieb von Linienbussen mit on-Farm erzeugtem bio-LNG bzw. bio-CNG mit dem Gesamtziel, die CO₂-Emissionen auf weniger als 0 kg je Kilometer zu senken. Dabei sollen die gesamten Prozessketten von der on-farm Erzeugung von bio-LNG und bio-CNG über die Tanklogistik, die Anpassung der Busse in Reichweite und Leistung an die Anforderungen des öffentlichen Regionalverkehrs bis zur benötigten Tank- und Werkstattechnik vergleichend evaluiert werden. Als Antriebskonzepte kommen ein bio-LNG Hybridkonzept (Elektroantrieb mit Rekuperation und Nachspeisen der Batterie über Gasmotor) sowie ein mit bio-CNG betriebener Bus mit Gas-Otto-Motor zum Einsatz. Neben den ökonomischen und technischen Aspekten sollen vor allem die Treibhausgasbilanzen der beiden Prozessketten bio-LNG und bio-CNG unter Praxisbedingungen vergleichend untersucht werden.

Aufbauend auf dem laufenden Verbundvorhaben ProBioLNG validiert die Landesanstalt im Rahmen des Projektes NeoBus die on-Farm Erzeugung von methanbasierten Kraftstoffen. Dazu wird zunächst die technische Planung und Beschaffung einer mobilen LNG-Tankstelle für den Betrieb am „Unteren Lindenhof“ durchgeführt. Im Anschluss erfolgt Aufbau, Installation und Inbetriebnahme der bio-LNG Tankstelle an der Pilotanlage. Zuletzt sollen während der gesamten Betriebszeit Daten erhoben werden, um eine qualitative und quantitative Aussage über die Funktionalität der LNG-Produktion zu erhalten.

Im ersten Projektjahr wurden die Komponenten der Pilotanlage zur Herstellung von Bio-LNG am Standort aufgestellt. Weiterhin wurden die Arbeiten zur Infrastruktur fortgesetzt.

Die Beschaffung einer mobilen LNG-Tankstelle wurde aufgrund von Lieferengpässen verworfen und der Bus soll nun direkt an der LNG-Station getankt werden. Außerdem wurden die Vorarbeiten zur technischen Validierung der Anlage auf Basis der RED2 durchgeführt. Mit Hilfe eines LinkedIn Kanals wird auf die Fortschritte und Vorteile des Projektes aufmerksam gemacht.

Förderung:

Projekträger Jülich (PtJ)
Projekträger des Ministeriums für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (VDI/VDE/IT)

Partner:

Lauer&Weiss GmbH
Bottenschein Reisen GmbH
Duelli Energie GbR
Omnibusverkehr Bühler GmbH & Co. KG

Laufzeit:

Okt. 2021 – Aug. 2023



Vereinfachte Darstellung des generator-elektrischen Antriebs des LNG Busses mit dessen Vorteilen

Entwicklung von innovativen Konzepten zur Clusterung von Bestandsbiogasanlagen für die Bereitstellung von Biomethan (BGA-Cluster)

Die Anzahl der Inbetriebnahme von Biogasanlagen in Baden-Württemberg liegt schwerpunktmäßig in den Jahren 2005 bis 2011. Das Auslaufen der Förderungen aus dem EEG nach 20 Jahren zwingt viele Biogasanlagenbetreiber zur Umorientierung und Neubewertung ihrer Anlagenkapazitäten, verbunden mit der Suche nach neuen Nutzungsmöglichkeiten. Ein Weiterbetrieb vieler BGA nach 2024 ist für viele Betreiber fraglich.

Im Rahmen dieses Projekts werden kurz- und mittelfristig umsetzbare Maßnahmen für die Clusterung von Bestandsbiogasanlagen zur Bereitstellung von Biomethan identifiziert. Zudem werden Handlungsempfehlungen für Anlagenbetreiber entwickelt. Um eine Detailanalyse anhand von Praxisdaten vornehmen zu können, werden im Projektverlauf insgesamt drei geeignete Standorte für die Clusterung von Biogasanlagen ausgewählt und näher betrachtet. Die Ergebnisse werden in einem Leitfaden zur Clusterung von Biogasanlagen nutzbar gemacht, der politischen Entscheidungsträgern, Firmen und Biogasanlagenbetreibern Entscheidungshilfe bietet. Zukünftiger Nutzungspfad für Bestandsbiogasanlagen kann der Zusammenschluss mehrerer kleiner BGA sein, mit einer zentralen Aufbereitungsanlage zur Bereitstellung von Biomethan. In Deutschland gibt es aktuell ca. 9600 BGA, aber nur ungefähr 220 Biomethan-aufbereitungsanlagen.

Im ersten Schritt wurden Standorte ausgewählt und nach Kontaktaufnahme zu den ortsansässigen Biogasanlagenbetreibern wurden Informationsveranstaltungen zum Projekt abgehalten. In drei deutschlandweiten Clustern werden einzelne Anlagen projektiert und im Detail analysiert, um ökologische und ökonomische Einschätzungen für deren rentablen Weiterbetrieb zu finden. Die ausgewählten BGA werden aktuell finanziell, technologisch und regulatorisch auf die Machbarkeit und anschließende Vermarktungswege hin untersucht.

Die Landesanstalt ist für die Bewertung der technischen Erneuerungen unterschiedlicher BGA-Typen nach mehreren Jahren Betrieb zuständig, außerdem für die Kontaktaufnahme zu Betreibern von BGA innerhalb der potentiellen Cluster.



Biomethan-Aufbereitungsanlage (Erdgas Südwest)



Dr. Andrea Stockl

PD Dr. Andreas Lemmer

Förderung:

Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)



Förderkennzeichen:

2220NR157B

Partner:

DVGW
Engler Bunte Institut
Erdgas Südwest
Fachverband Biogas
Keep it green
Grinix

Laufzeit:

Nov. 2021 – Jan. 2024

Entwicklung und Bau einer neuartigen, kostengünstigen, inputflexiblen und effizienten FeststoffBIOgasanlage bis 75 kWel. (FeBio)



Dr. Benedikt Hülsemann

Dr. Hans Oechsner

Zur Biogasproduktion sollen in Zukunft hauptsächlich Reststoffe genutzt werden. Insbesondere für geringe, dezentral anfallende Reststoffmengen im ländlichen Raum ist der Einsatz von Kleinanlagen bis zu einer Bemessungsleistung von 75 kWel. eine technisch sinnvolle Lösung. Aktuell sind kleine Nassvergärungsanlagen primär auf Güllebehandlung ausgelegt und der Einsatz fester Reststoffe ist nur eingeschränkt möglich. Für Reststoffe mit hohen TS-Gehalten, wie z.B. Pferdemist, ist daher eine aufwändige Vorbehandlung nötig. Die aus technischer Sicht geeignetere Alternative der Feststoffvergärung (TS >20%) weist aktuell für Kleinanlagen unwirtschaftliche Stromgestehungskosten von >20 Cent/kWhel auf.

Es soll ein Feststofffermenter mit Investitionskosten unter 8.000 €/kWel. entwickelt werden, um für kleine Anlagen Stromgestehungskosten von weniger als 15 Cent/kWhel. zu ermöglichen. Dazu sind geringe Baukosten, geringe Transport- und Lagerkosten, eine regionale Nutzung der Reststoffe sowie die Realisierung in einer Art Bauherrenmodell vorgesehen.

Mit dem Bau und Betrieb eines Prototyps unter realen Einsatzbedingungen werden Projektierungs- und Betriebserfahrungen gesammelt. Im laufenden Betrieb fließen Optimierungen auf Basis von Betriebserfahrungen mit unterschiedlichen Substraten und Betriebszuständen ein. Der Anpassungsbedarf bestehender rechtlicher Regelungen wird entlang der gesamten Projektierungskette ermittelt. Bei Nachweis der wirtschaftlichen und technischen Machbarkeit wird im Anschluss eine Anlage durch das beteiligte KMU zur endgültigen Marktreife gebracht.

Die Aufgaben der Landesanstalt im Projekt sind die Erstellung eines Substratmanagementkonzeptes und das Monitoring und die Optimierung des Anlagenbetriebes im Hinblick auf Substrate und Gaserträge. Die Substratquellen wurden erschlossen. Aktuell erfolgt der Bau der Anlage und dieser soll bis Mitte 2023 abgeschlossen sein.

Förderung:

Bundesministerium für
Wirtschaft und Energie
(BMWi)

Projektträger Jülich (PtJ)

Partner:

IZES gGmbH

Ökobit GmbH

Laufzeit:

Jan. 2020 – Dez. 2023



Feststofffermentationsanlage (Pertagnol, 2019)

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

Das BBI Demonstrationsprojekt "GRowing Advanced industrial Crops on marginal lands for bioEfineries" (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. M. Tahir Khan

Dr. Johannes Krümpel

PD Dr. Andreas Lemmer

Förderung:

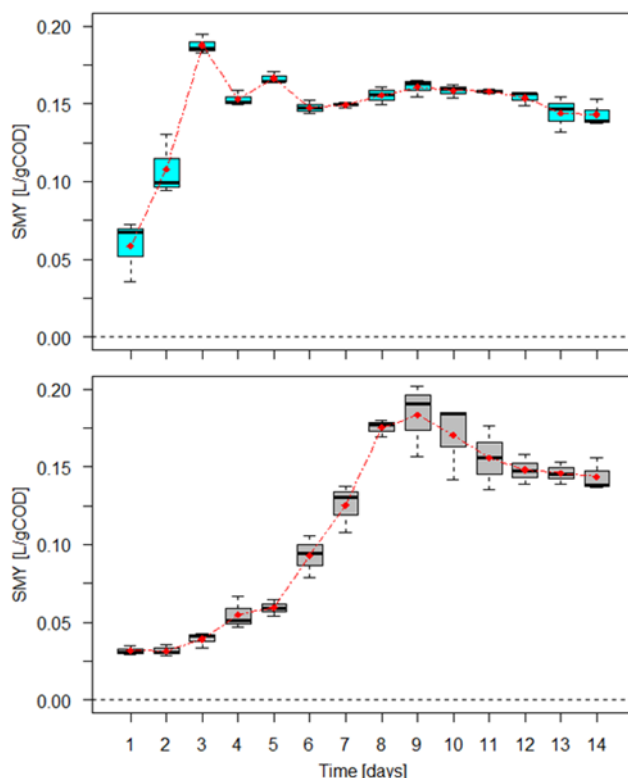
Bio-based Industries
Joint Undertaking
(BBI JU)

Partner:

Wageningen University
INRA
Aberystwyth University
Università Cattolica del Sacro Cuore
University of Zagreb
Novamont S.p.A.
Mogu S.r.l.
AVA Biochem BSL AG
Addiplast SAS
INA d.d.
Indena S.p.A.
Consorzio di Bonifica di Piacenza
Gießereitechnik Kuehn
Fibranova S.r.l.
Miscanthusgroep u.a.
Terravesta
Vandinter-Semo B.V.
NovaBiom
Johannes Furtlehner
Cluster SPRING

Laufzeit:

Juni 2017 – Nov. 2022



Tägliche spezifische Methanerträge für 10gCOD/L Hydroxymethylfurfural-Prozessabwasser bei thermophilen (oben) und mesophilen (unten) Temperaturen in kontinuierlich betriebenen Festbettreaktoren.

Untersuchung der Vergärbarkeit, des Methanpotentials und der Prozessstabilität in Anaerob-Festbettreaktoren bei der Verwertung von Molkerei-Abwässern



Dr. Benedikt
Hülsemann

Bei der Produktion von Joghurts in der Molkerei fällt ein an organik reicher Reststoff an, der zu großen Teilen aus Spülwasser, sowie aus Molke und dem Waschwasser aus der Becherpresse besteht. Dieser Reststoff kann für Biogasanlagen eine interessante und kostengünstige Alternative zu den üblichen Substraten darstellen.

Um die Vergärbarkeit und das Potential des Substrates abzuschätzen, werden in dem Kooperationsprojekt mit der KWA Contracting AG zunächst Versuche mit Abwässern aus industriellen Molkerei-Betrieb im Hohenheim Biogasertragstest durchgeführt. Zudem werden vegane Joghurts auf ihr Potential hin untersucht.



M.Sc. Muhammad
Tahir Khan

Aufgrund des geringen TS-Gehalts, ist bei Vergärung in einem Rührkesselreaktor zu beachten, dass ein großes Volumen an Wasser mit durch die Biogasanlage geschleust wird, was bei hoher benötigter hydraulischer Verweilzeit zu großen Behältervolumen führt. Eine gute Alternative dazu können daher Festbettreaktoren mit hoher Umsatzleistung und einer daher deutlich geringeren hydraulischen Verweilzeit darstellen. In diesem Forschungsvorhaben sollen die Abwässer aus einem industriellen Molkerei-Betrieb untersucht werden, um Informationen zur Auslegung eines Festbettreaktors im Praxismaßstab zu gewinnen. Besonderer Fokus wird dabei auf die Prozessstabilität und Abbaugrade bei unterschiedlichen Raumbelastungen gelegt. Die Untersuchungen werden durch detaillierte chemische Analysen der In- und Outputströme begleitet.



Dr. Johannes Krümpel

Dr. Hans Oechsner

Partner & Förderung:
KWA Contracting AG

Laufzeit:
Okt. 2020 – Jan. 2021



Substratvorbereitung, d.h. Filtration des Molkereiabwassers (links) und Ablagerung unabgebauter Substanzen auf der Flüssigkeitsoberfläche des Reaktors (rechts)

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

An dem internationalen Graduiertenkolleg (AMAIZE-P) sind Forscher aus elf Fachbereichen der Universität Hohenheim und der China Agricultural University in Peking beteiligt. Ziel des Projekts ist es, die Effizienz der Phosphatnutzung zu maximieren. Um dieses Ziel zu erreichen, werden Forschungsarbeiten in den Bereichen Pflanzenzüchtung, Pflanzenbau, Tierfütterung, Humanernährung, Nährstoffrückgewinnung durch anaerobe Vergärung und hydrothermale Karbonisierungssysteme sowie wirtschaftliche Analysen durchgeführt. Das Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie ist am Forschungsthema 3.3 beteiligt.

Dieses Thema zielt darauf ab, die Wirkung eines begrenzten Phosphatdüngerangebots in landwirtschaftlichen Systemen zu analysieren und die Effizienz der Phosphatnutzung durch die Bereitstellung zusätzlicher Phosphatströme zu optimieren. Da Gärreste eine reiche Nährstoffquelle sind, wurden sie in dieser Studie als Substrat für die Nährstoffrückgewinnung verwendet. Die Forschung ist nun so strukturiert, dass Phosphor aus anaeroben Gärssystemen mit Hilfe von Low- und High-Tech-Ansätzen zurückgewonnen wird. Der erste Schwerpunkt lag auf einem technologiearmen Ansatz, bei dem die Gärreste mit Additiven behandelt werden und anschließend eine Fest-Flüssig-Trennung erfolgt.

Derzeit wurden die Parameter Temperatur und Behandlungszeit getestet, um ihre Auswirkungen auf die Rückgewinnung von Phosphor zu untersuchen. Die Effizienz der Abtrennung wurde anhand des Gesamtphosphors bewertet, der nach der Fest-Flüssig-Trennung in der festen Phase des Gärrestes gebunden ist. Darüber hinaus wurde die Verteilung der Phosphatfraktionen mit Hilfe der Hedley-Fraktionierung analysiert. Die in der nachstehenden Grafik dargestellten vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass die Behandlung mit Zusatzstoffen einen positiven Einfluss auf die Rückgewinnung von Phosphor aus Gärresten hatte. Insbesondere die Behandlung mit Kieserit führte zu einem Anstieg des zurückgewonnenen Phosphors in der festen Phase um fast 40 % im Vergleich zur Kontrolle.



Naga Sai Tejaswi Uppuluri



Xueling Ran

Dr. Hans Oechsner

Dr. Jianbin Guo

Förderung:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)



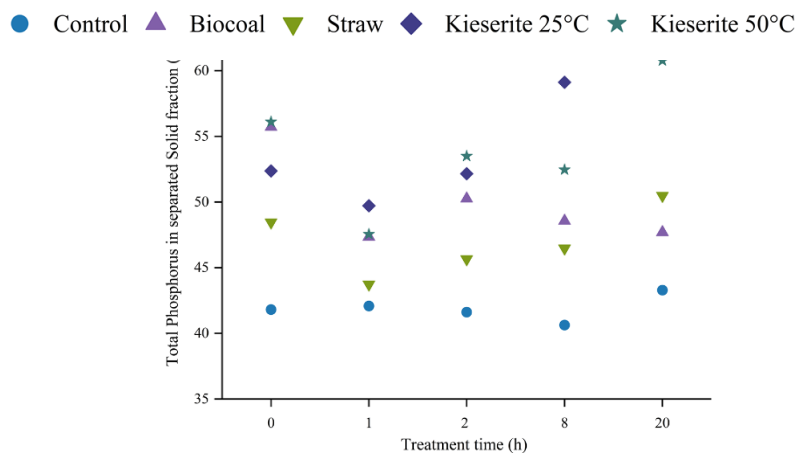
328017493/GRK 2366

Partner:

11 Institute in Hohenheim,
11 Institutes der China
Agricultural University

Laufzeit:

Okt. 2018 – Sept. 2027



Gesamtphosphor in der festen Phase von Gärresten nach Behandlung mit Kieserit, Biokohle und Stroh bei 0 h, 1 h, 2 h, 8 h und 20 h

Kombinierte Rückgewinnung von Stickstoff und Phosphor aus landwirtschaftlichen Gärresten unter Berücksichtigung des Kohlenstoffkreislaufes (NitroPhos)



Dr.-Ing. Anastasia Oskina



M. Sc. Konstantin Dinkler

PD Dr. Andreas Lemmer

Phosphor, Stickstoff, Kalium und Kohlenstoff sind die wichtigsten Nährstoffe für die Landwirtschaft. In Deutschland fallen jährlich 82 mio. Kubikmeter nährstoffreicher Gärrest an. Dieser besteht zu 0,2% aus Phosphat und zu 0,25% aus Stickstoff, was 164.000 t P_2O_5 und 205.000 t N pro Jahr entspricht. Zielsetzung des Projektes ist die Ableitung einer Verfahrenskombination zur Abscheidung von Ammonium-Stickstoff und Phosphat aus den Gärresten der Biogasanlagen. Ammonium-Stickstoff und Phosphat sollen dabei in hochkonzentrierte, mineralische Düngeprodukte mit einer hohen Transportwürdigkeit überführt werden. Biogasanlagen sollen somit zu Anlagen des Nährstoffmanagements und der Düngemittelerzeugung weiterentwickelt werden.

Als erster Schritt wurden die Biokohle und Kieserit zu Gärreste als Additive für Phosphat Abtrennung zugegeben. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass durch die Zugabe von Additiven eine erhebliche Steigerung der P-Abscheidung in die Festphase erreicht werden konnte (21,7 % im Vergleich zur Kontrolle). Die mit Additiven behandelte Gärreste wurde in mikrobielle Elektrolysezellen (MEC) bearbeitet, um die Phosphatausfällung in Form von Magnesiumammoniumphosphat (MAP) zu testen. Der erhöhte pH-Wert in der Zelle schafft optimale Bedingungen zur Bildung von MAP: Kieserit hatte im Vergleich zu Biokohle bessere Ergebnisse gezeigt. Allerdings wurde in beiden Fällen nur eine geringe Menge an MAP aus dem Substrat abgeschieden.

Die weitere Substratbehandlung mit CO_2 und NH_3 (32 %) ergab folgende Aspekte für die praktische Anwendung der durchgeführten Versuche: 1. Eine moderate Ansäuerung durch CO_2 -Behandlung des Gärrestes mobilisiert wasserlöslichen und labilen Phosphor aus dem Feststoff in die flüssige Phase des Substrats (H_2O löslicher Phosphor: $2,65 \pm 0,46 \text{ g kg}^{-1}_{TM}$ bei pH 6,5 und $2,32 \pm 0,60 \text{ g kg}^{-1}_{TM}$ bei pH 7,5 bei Kontrolle); 2. Die Erhöhung des pH-Werts durch die NH_3 -Behandlung des Gärrestes verschiebt das chemische Gleichgewicht von gelöstem Phosphat zu MAP und Calciumphosphaten. Ein hoher pH-Wert führt zu einer besseren Ausfällung (H_2O löslicher Phosphor: $1,54 \pm 0,31 \text{ g kg}^{-1}_{TM}$ bei pH 11).

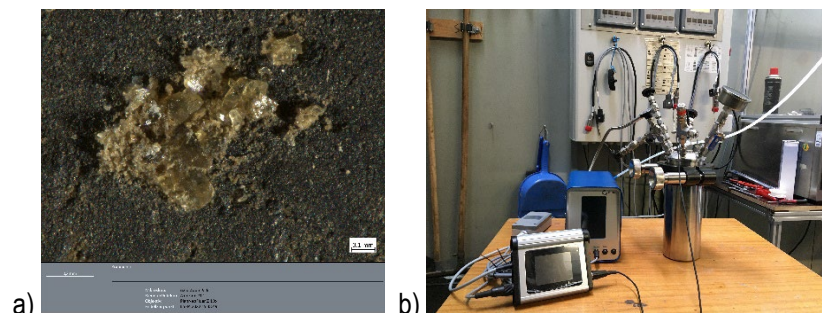
Die Versuche haben gezeigt, dass die pH-Wert Anpassung mit CO_2 und NH_3 die gewünschten Effekte einer Freisetzung und Ausfällung von Phosphaten erzielen. Hierdurch können Phosphate aus Gärrest gezielt als Dünger zurückgewonnen und Chemikalien in bestehenden Prozessen ersetzt werden. Die Behandlung des Gärrestes in einer MEC hingegen erwies sich and unpraktikabel.

Förderung:

Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR)

Laufzeit:

Nov. 2021 – Juli 2022



MAP auf der Kathodenoberfläche nach BES-Behandlung (a) und Versuchsanordnung für CO_2 -Behandlung von Gärresten (b)

Grundlagen- und anwendungsorientierte Untersuchungen zur Produktion von Pilzmyzel in ‚Solid-State-Fermentation‘ unter Verwendung von Agrarroh- und -reststoffen für die Anwendung als funktionale Materialien (Fungi2Fabric)

Die aktuell global vorherrschende Abfallproblematik wird primär durch Kunststoffe verursacht, die auf Basis fossiler Ressourcen hergestellt werden und demzufolge nicht biologisch abbaubar sind. Somit werden einerseits während der Produktion Treibhausgase emittiert, die wiederum den Klimawandel vorantreiben, andererseits gelangt Mikroplastik in unsere Ökosysteme und damit langfristig auch in unseren Nahrungsmittelkreislauf. Besonders essenziell ist die Erforschung neuartiger Materialien, um Produkte ersetzen zu können, die eine sehr kurze Nutzungsdauer aufweisen. Hierbei sind insbesondere Verpackungsmaterialien zu nennen.

Ein hohes Potenzial, zukünftig als biobasierte und recyclingfähige Materialien eingesetzt zu werden, weisen dabei Myzel-Materialien auf. Als Ausgangssubstrate stehen sämtliche lignozellulosehaltigen Reststoffe zur Auswahl, sodass unter anderem günstiges und in großen Massen anfallendes Stroh, Spelz und Schäben aus Lebensmittel- und Faserproduktion aufgewertet werden können. Der Pilz dient dabei als natürliches Bindemittel zwischen den Substratpartikeln, sodass formstabile Werkstoffe mit steuerbaren Eigenschaften entstehen.

Ziel der aktuellen Arbeiten ist es, den Zusammenhang zwischen eingesetztem Substrat und dessen Partikelgröße auf die Materialeigenschaften zu ermitteln. Hierbei finden zunächst Untersuchungen zur Druck- und Biegefestigkeit statt, um die Verbundwerkstoffe hinsichtlich ihrer Eignung als Verpackungsmaterial zu bewerten. Zusätzlich werden optische Veränderungen des Komposits in Bezug auf verschiedene Post-Processing-Verfahren untersucht. Abschließend können die Materialien anhand ihrer Eigenschaften bewertet werden.

Fortfolgend werden die Materialien auf ihre Eignung für eine zirkuläre Wirtschaftsweise geprüft. Hierfür ist vorgesehen, sie der Kompositproduktion zurückzuführen bzw. im Labormaßstab auf ihre Abbaubarkeit mittels anaerober Vergärung zu testen. Hierdurch kann ermittelt werden, wie gut sich die Komposite nach ihrer Verwendung zur Gewinnung von Energie in Form von Biomethan eignen. Alles in allem steht das Ziel im Vordergrund, CO₂-Emissionen gegenüber konventionellen Materialien einzusparen und lokale Stoffkreisläufe zu schließen.



M. Sc. Katharina A. Schoder

Dr. Johannes Krümpel

PD Dr. Andreas Lemmer



Komposit aus Hanfschäben und Pilzmyzel (links), Druckprüfung der Materialien zur Evaluierung ihrer mechanischen Eigenschaften (Mitte und rechts).

Förderung:

Vector Stiftung

Laufzeit:

Sept. 2022 – Okt. 2024

Verfahrenstechnische Untersuchungen zur optimierten Silierung von Durchwachsener Silphie zur Vermeidung von Fehlgärungen bei gleichzeitig optimaler Faserqualität für die Papierherstellung (Silphie-Sil)



M. Sc. Marian Baumgart



Dr. Benedikt Hülsemann

Dr. Hans Oechsner

Zur Steigerung der Wertschöpfung im ländlichen Raum werden im Rahmen der Bioökonomie-Initiative Baden-Württemberg neue bzw. optimierte Nutzungspfade in der Landwirtschaft gesucht. Die Nutzung von Energiepflanzen wie der Durchwachsenen Silphie zur Energiegewinnung aus Biogas ist in Baden-Württemberg bereits etabliert. Der Anbau der Durchwachsenen Silphie ist dabei besonders interessant, da die mehrjährige Pflanze gegenüber Mais deutliche ökologische Vorteile verspricht. Aufgrund des hohen Faseranteils und der daraus resultierenden geringen spezifischen Methanausbeute (ca. 250 l CH₄/kg oTS) ist die Vergärung im Vergleich zu Mais (ca. 340 l CH₄/kg oTS (KTBL, 2013)) jedoch wirtschaftlich nicht konkurrenzfähig. Ein Grund dafür ist, dass die Fasern in der Biogasanlage nicht abgebaut werden können. Mit Hilfe einer physikalisch-thermischen Vorbehandlung, der sogenannten Thermo-Druck-Hydrolyse, können die Fasern von den restlichen Bestandteilen der Silphie getrennt und als hochwertiges Produkt für die Papierherstellung genutzt werden. Die entstehende Flüssigkeit (Pülpe) ist zusammen mit den anderen Zellbestandteilen zudem sehr gut vergärbar und kann somit energetisch genutzt werden.

Es hat sich gezeigt, dass die Silierung von Silphiepflanzen als Häckselgut nicht unproblematisch ist. Der Milchsäuregehalt in der Silage ist im Vergleich zu anderen Energiepflanzen sehr gering und durch Fehlgärungen entsteht Buttersäure, die zu einem unangenehmen Geruch der Silage und der daraus gewonnenen Faser führt, was die Vermarktbarkeit der Faser mindert.

Im Projekt Silphie-Sil sollen der Erntezeitpunkt und der Silierprozess der Silphie durch Zugabe von Bakterienkulturen und anderen Zusatzstoffen im Labor optimiert werden, um einen schnellen pH-Abfall, geringe Silierverluste und ein geruchsarmes Faserprodukt zu erzielen. Übergeordnetes Ziel ist es, die Milchsäurebildung in der Silage zu erhöhen, um die Bildung von Buttersäure zu verringern und damit die Lagerstabilität der Silphie zu verbessern, die Geruchsemissionen zu reduzieren und die Biogasausbeute aus der verbleibenden Pülpe zu erhöhen. Dazu werden drei Erntetermine der Silphie und die Zusammensetzung der Gärsäuren während der gesamten Silierphase untersucht. Anschließend werden die Fasern mittels Thermo-Druck-Hydrolyse abgetrennt und auf ihre Eignung als Rohstoff für die Papierherstellung untersucht (Faserqualität, Reißfestigkeit, Geruch). Der abgetrennte Pulp wird auf Methanpotenzial und toxische Inhaltsstoffe (Phenole, Furfurale) untersucht.

Förderung:

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Partner:

Institut für Agrartechnik Universität Hohenheim

Laufzeit:

Nov. 2021 – Juli 2022



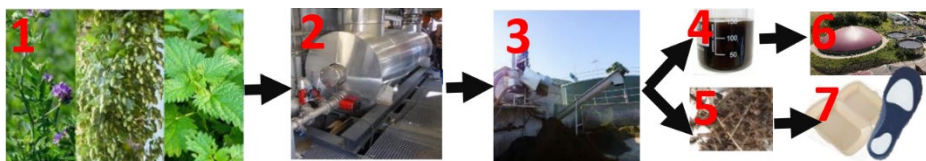
Erster Erntetermin des Silphiebestandes (links) einsiliert unter Zugabe von Silierhilfsmittel (mitte) und Öffnung der Weckgläser nach spätestens 90-Tagen (rechts)

Verwertung von Nachwachsenden Rohstoffen zur Biogaserzeugung und zur Herstellung von funktionalen Materialien für Textil- und Verpackungsanwendungen (Bigatex)

Die Kaskadennutzung faserreicher Reststoffe und Dauerkulturpflanzen wie Hopfenrebhäcksel, Luzernenstängel und Brennesseln als Faser- und Biogassubstrat bietet eine Möglichkeit zur Ressourcenschonung, Steigerung der Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen, Erhöhung der regionalen Wertschöpfung und Verringerung von Treibhausgasemissionen. Durch die Abtrennung der im Biogasprozess kaum abbaubaren Fasern von den im Biogasprozess abbaubaren organischen Säuren und Sacchariden entsteht eine höherer Ressourceneffizienz und eine weitere Einkommensquelle. Die Abtrennung erfolgt mittels Thermodruckhydrolyse (TDH), Entstipper und eines Fest/Flüssig-Separators. Es entstehen in der Qualität gesteigerte Fasern und ein Hydrolysat. Wegen der unterschiedlichen Eigenschaften des Hydrolysats zu herkömmlichen Biogasanlagensubstraten bietet sich die Fermentation in Festbettreaktoren zur Beschleunigung der Gasbildungsrate und damit der Steigerung der Wirtschaftlichkeit an. Als positiver Nebeneffekt der rauen Bedingungen der TDH (ca. 160°C, 6 bar) kommt es zu Hygienisierungseffekten, die einer Ausbreitung von Krankheitserregern, wie beispielsweise dem „citrus bark cracking viroid“, entgegenwirken können und die Verwendung des Gärrests als Dünger erlauben. Für die Lagerung der Substrate bietet sich eine Silierung an. Faserreiche und zuckerarme Substrate, wie sie in diesem Projekt verwendet werden, neigen zu Fehlgärungen. Eine Fehlgärung führt zu geringeren Methanausbeuten und zu Geruchsbildung, die sich bis in die Faser fortsetzt.

Ziel des Projekts ist es, die Silierung der Substrate (Hopfenrebhäcksel, Luzernenstängel und Brennesseln) unter Verwendung verschiedener Siliermittel zu analysieren und zu optimieren. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf die Bildung geruchsintensiver organischer Säuren gelegt. Zusätzlich wird derzeit eine Labor TDH zur genaueren Untersuchung der Einflussfaktoren (Temperatur, Druck und Verweildauer) auf die Faser- und Hydrolysatqualität aufgebaut. Die Fasern werden von der Firma Outlast Technologies GmbH und der Hochschule der Medien in verschiedenen Verfahren (Nassfließverfahren, Fasergussverfahren) mit funktionalen Zusatzstoffen vereinigt und zu Produkten wie Schuheinlagen und Verpackungsmaterialien verarbeitet. Weiter wird derzeit eine Laboranlage mit Festbettreaktoren aufgebaut, um die Hydrolysate mit geringem Trockensubstanzanteil auf eine schnelle und effektive Vergärung hin untersuchen zu können.

Mit den optimierten Parametern soll die TDH schließlich in einer Pilotanlage durchgeführt werden, um die Laborergebnisse mit denen einer industriellen Anlage abzugleichen. Final sollen Stoffstrom- und Energiebilanzen erstellt werden, um eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung durchzuführen.



Bioökonomiekonzept hinter dem Bigatex Projekt. Substrate (Luzernenstängel, Hopfenrebhäcksel und Brennesseln) (1), TDH (2), Separation (3), Hydrolysat (4), Faser (5), Biogaserzeugung (6) und stoffliche Produkte wie Schuheinlagen und Verpackungsmaterialien (7). (schematische Darstellung)



M. Sc. Leonhard Lenz



Dr. Benedikt Hülsemann

Dr. Hans Oechsner

Förderung:

Ministerium für
Ländlichen Raum und Ver-
braucherschutz
Baden-Württemberg (MLR
BW)

Partner:

Institut für Agrartechnik
Universität Hohenheim

Outlast Technologies GmbH

Hochschule der Medien
Stuttgart

Laufzeit:

Sept. 2022 – Aug. 2024

Förderung der Wirtschaftsdüngervergärung und weiterer Reststoffe landwirtschaftlichen Ursprungs in Biogasanlagen sowie weiterer Diversifizierungsoptionen für Biogasanlagen zur Erhaltung der Energieproduktion und zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen in der Tierhaltung und des Sektors Landwirtschaft (Image-Kampagne)



Dr. Manfred Dederer

Dr. Hans Oechsner

Aktuell werden in Baden-Württemberg nach Schätzungen ca. 25% des Wirtschaftsdüngers in Biogasanlagen vergoren. Um die Emissionen aus der Landwirtschaft und insbesondere aus der Tierhaltung zu reduzieren ist die Vergärung in Biogasanlagen eine sehr gute Methode, mit der je nach Gülleart zwischen 20% bis 59% an Treibhausgasen im Vergleich zur unbehandelten Lagerung und Ausbringung eingespart werden können. Darum gilt es den Anteil an Wirtschaftsdünger bei der Vergärung zu erhöhen.

Ziel des Projektes ist es zu ermitteln, warum bisher nur ein geringer Anteil an Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen verwertet wird. Außerdem soll untersucht werden welche gesetzlichen Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um den Anteil an Wirtschaftsdünger steigern zu können. Im Projekt sollen erfolgreiche Anlagenkonzepte und neue Ideen vorgestellt und entwickelt werden.

Förderung:

Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg

Partner:

LAZBW Aulendorf

Laufzeit:

Sept. 2022 – Aug. 2025



Biogasanlage mit Aufbereitung von Wirtschaftsdünger

Forschungsbiogasanlage „Unterer Lindenhof“

Mit der Forschungsbiogasanlage am Unteren Lindenhof in Eningen u.A. steht der Universität Hohenheim und insbesondere der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie ein weltweit einzigartiges Forschungsgroßgerät zur Verfügung. Mit zwei Hauptfermentern, einem Nachgärer, einem Gärproduktlager sowie annähernd 1000 erfasster Messpunkte und Anlagenparameter können sowohl praxisnahe als auch grundlagenorientierte Fragestellungen bearbeitet werden. Die Themenschwerpunkte sind dabei die Systemintegration der Bioenergie, die Verwertung organischer Reststoffe sowie neue Verfahrensansätze zum Nährstoffmanagement und der Prozessführung. Zum dritten Mal in Folge erreichte die Zahl der Forschungsprojekte, die an oder mit der Forschungsbiogasanlage durchgeführt wurden, einen Rekordwert:

- PowerLand 4.2: Vollständig automatisierte Systemintegration der Bioenergie
- BioSaiFile: Nutzung von FFH-Mähgut in Biogasanlagen
- Flex-Crash: Integration einer Kugelmühle zur Verwertung faserreicher Substrate
- Sens-O-Mix: Automatisierung der Rührsysteme im Lastwechselbetrieb von Biogasanlagen
- AMAIZE-P: Deployment of phosphate resources for nutrient recycling via anaerobic digestion systems
- Pro-BioLNG: Dezentrale bio-LNG Erzeugung als „negative-emission“ Kraftstoff
- NEObus – Negative Emission ÖPNV
- i²-Sens: Entwicklung innovativer und intelligenter Sensoren zur Gewährleistung der Prozessstabilität beim lastflexiblen Betrieb von Biogasanlagen

Neben den Forschungsaufgaben und deren Koordination übernimmt die Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie auch die betriebliche Leitung der Anlage im Auftrag des Rektorates. Ein erfolgreicher Betrieb dieses komplexen Forschungsgeräts ist nur durch den großen persönlichen Einsatz der Mitarbeiter*innen der Versuchsstation Agrarwissenschaften und der Landesanstalt möglich. Allen Kolleginnen und Kollegen möchten wir hierzu unseren herzlichen Dank aussprechen.



Forschungsbiogasanlage der Universität Hohenheim am Unteren Lindenhof in Eningen u.A.



PD Dr. Andreas Lemmer



Dipl.-Ing. Benjamin Ohnmacht

Hohenheim Biogasertragstest (HBT)



Dr. Benedikt Hülsemann

Dr. Hans Oechsner

Biogasertragstests werden zur Auslegung von Biogasanlagen als State-of-the-Art Methode eingesetzt. Dabei werden Substrate und der Gärrest auf ihr Methan- und Biogaspotential untersucht. Des Weiteren können der Methangehalt und die Kinetik, also der zeitliche Abbau, betrachtet werden. Die deutsche Vorschrift VDI 4630 wird in Hohenheim als Richtlinie zur Durchführung der Tests verwendet.

An der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie wird dazu der sogenannte Hohenheim Biogasertragstest (HBT) eingesetzt, der auch im Haus entwickelt wurde. Der Vorteil des HBTs ist eine geringe benötigte Einwaagemenge (400 mg TS) des Substrats bei gleichzeitig hoher Genauigkeit.

In Hohenheim können 257 Proben in 3-fach Wiederholung zeitgleich untersucht werden. Eine hohe Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, wird durch das Mitführen von zwei Standards, die seit 2013 untersucht werden, garantiert. Zudem wird ein Inoculum eingesetzt, das in benachbarten 400 L Laborreaktoren kontrolliert auf niedrigem und konstantem Niveau gefüttert wird, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen. Es kann auch die Temperatur bei der Vergärung gewählt werden.

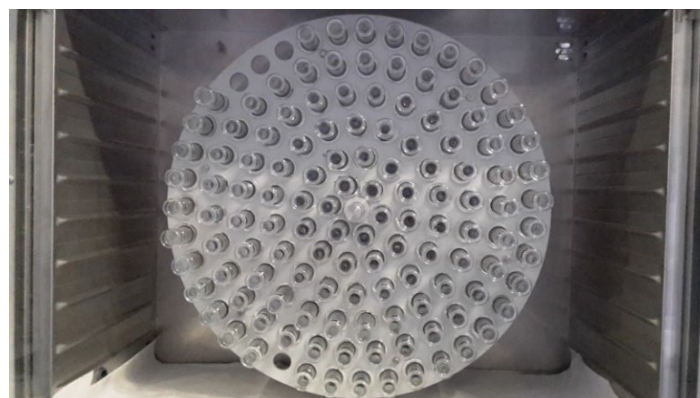
Eine hohe Qualität der Ergebnisse wird zudem durch die Teilnahme am KTBL Ringversuch sichergestellt. In jedem Jahr konnte bisher das Zertifikat erreicht werden. Desweiteren erfolgt von der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie auch eine aktive Zusammenarbeit und Führung in dem Gremium zum Ringversuch, als auch zur Verfassung der KTBL Schrift „Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen“, in dem Standardwerte für Methanpotentiale von diversen herkömmlichen Substraten dargestellt sind.

Der HBT wird im Rahmen diverser wissenschaftlicher Projekte und Auftragsarbeiten mit sehr unterschiedlichen Fragestellungen und Substraten verwendet. Neben der Methanertragsbestimmung spielen auch die Restgaspotenzialmessung und die bei 20°C durchgeführte Emissionspotenzialbestimmung eine wichtige Rolle.

Kontakt:

Benedikt.Huelsemann@uni-hohenheim.de

+49 (0)711 459 23371

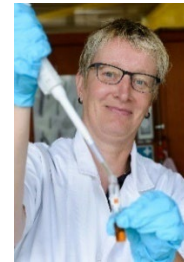


Klimaschrank (HBT) mit 125 Proben (links), Einzelprobe im Glaskolben (rechts)

Das chemische Labor der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie

Im chemischen Labor der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie wurde in den vergangenen Jahren die Laborgeräteausstattung kontinuierlich erweitert und parallel hierzu wurden neue Methoden zur chemischen Analyse verschiedenster Parameter wie flüchtige Fettsäuren, Zucker, Alkohole, Makro- und Mikronährstoffe, Schwermetalle etc. entwickelt. Alle Analyseergebnisse führen zum besseren Verständnis prozessbiologischer Fermentationsvorgänge bei Silierungsvorgängen, zur Optimierung der Biogasproduktion und/oder zur biologischen Produktion von Plattformchemikalien im Rahmen unterschiedlichster Projekte. Ein Überblick über ausgewählte Analysen gibt nachfolgende Tabelle.

Parameter	Methode und Gerät(e)	Beschreibung
leichtflüchtige Fettsäuren	Kapillar-Gaschromatographie (GC) - GC der Firma Varian (Typ: CP-3800) mit FID-Detektor und Kapillarsäule CP 7777 der Firma Varian (50m Länge, 0,32 µm Durchmesser, 0,25mm Belegung)	Qualifizierung und Quantifizierung niederer Carbonsäuren aus Flüssig- und Feststoffproben; z.B.: Essig-, Propion-, n- und iso-Butter-, n- und iso-Valerian-, Capronsäure
Alkohole, Zucker	Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) - Gerät der Firma Bischoff mit RI-Detektor und a. BioRad Aminex HPLC Säule HPX-87H (7.8 x300mm; part. Size: 5.0µm) und BioRad-Vorsäule HPX - 87H b. Hyperchrome-HPLC Säule Repro-Gel Ca (300 x 8.0mm; part. Size: 9.0µm)	Qualifizierung und Quantifizierung verschiedener Säuren, Zucker und Alkohole; z.B.: DL-Milchsäure, Saccharose, Fruktose, Glucose, Ethanol, 1,2-Propandiol und Mannitol
TC / TN	Thermo-katalytische Hochtemperaturoxidation mit multi N/C 2100 S der Firma Analytik Jena	Quantifizierung des anorganischen Kohlenstoffgehaltes sowie des gesamten Kohlen- und Stickstoffgehaltes flüssiger Proben; Quantifizierung des gesamten Kohlenstoffgehaltes von Feststoffen
ICP-MS	Massenspektrometrie - ICP-MS NexION 2000 der Firma Perkin Elmer	Physikalische Standardmethode zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Elementgehalten. Anorganische Elementanalytik zur massenspektrometrischen Spurenanalyse von z.B. Schwermetallen und Mikronährstoffen
CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf)	Photometrie - Küvettentest LCK 014, 514 von Dr. Lange, Thermostat LT 200 - Hach Lange; LASA 20 - Sensor Array Photometer von Dr. Lange	Kenngroße für den Grad organischer Belastung einer Flüssigkeit, ermittelt nach einem genormten Verfahren.
FOS / TAC	Titration mit tiamo 1.2, Titrande und Sample processor der Fa. Metrohm	Parameter zur Bestimmung des Verhältnisses der flüchtigen, organischen Säuren (FOS) zum Säurebindungsvermögen der Probe (TAC)
NH₄-N (Ammonium-Stickstoff) NH₄⁺ (Ammonium)	Destillation und Titration mit Vapodest 50s der Firma Gerhardt	Ammoniak (NH ₃) und Ammonium (NH ₄ ⁺) stehen im Gleichgewicht (NH ₃ +H ₂ O⇌NH ₄ ⁺ +OH ⁻). Sie werden bei der Analyse (Destillation mit anschließender Titration) zusammen erfasst. Das Ergebnis kann als Ammoniumkonzentration oder - nur auf den Stickstoff bezogen - als Ammonium-Stickstoff angegeben werden
TKN (Kjeldahl-Stickstoff)	Säureaufschluß mit Aufschlussblock der Firma Gerhardt mit Turbosog sowie anschließende Destillation und Titration mit Vapodest 50s der Firma Gerhardt	Summe aus organisch gebundenem Stickstoff und NH ₄ -N als Maß für den nicht oxidierten Stickstoff. Im Unterschied zur TN-Bestimmung (s.u.) wird mit dieser Methode der Stickstoff aus Nitrit- und Nitratverbindungen nicht erfasst



Dipl.-Biol. Annette Buschmann



Jacqueline Kindermann

Mitveranstaltete Tagungen

ALB Fachtagung - „Automatisierung und Tierwohl in der Milchviehhaltung“

17. März 2022, Online Fachtagung, veranstaltet zusammen mit der ALB Baden-Württemberg

International Biogas & AD Training Course

22.02.-15.03.2022, Online-Kurs, veranstaltet zusammen mit dem IBBK

Hohenheimer Biogasforum auf den Biogas-Infotagen

08.-09. Juli 2022, Messe Ulm, Ulm, veranstaltet in Kooperation mit dem renergie Allgäu e.V.

Beratungsstand am Landwirtschaftlichen Hauptfest in Stuttgart

25.09. – 03.10., Wasen, Bad-Cannstatt, Halle 1, zusammen mit der ALB Baden-Württemberg

International Biogas & AD Training Course

05.-14.09.2022, Online-Kurs, veranstaltet zusammen mit dem IBBK

ALB Fachgespräch - „Energieerzeugung und -nutzung im landwirtschaftlichen Betrieb - Autarkie, Effizienz, Einkommensquelle“

10. November 2022, Bauernhof Blumenstock, Kirchberg/Jagst, veranstaltet zusammen mit der ALB Baden-Württemberg

Hochschulprüfungen 2022

Promotionen

Hülsemann Benedikt

„Development and Evaluation of Methods for Assessing the Efficiency of Biogas Plants“ 31.3.2022

Gebhardt Marion

„Characterisation of biogas digestate as raw material for fibre composites“ 24.11.2022

Morozova Ievgeiia

„Nitrogen-rich and lignocellulosic biomass for biogas production: methane yield potentials, process stability and nutrient management“ 20.12.2022

Bachelor- und Masterarbeiten

Arz Christian

Machbarkeitsstudie zum Einsatz von Biomethan als Treibstoff in Bussen des regionalen ÖPNV. Projektarbeit. Betreuung: Elena Holl, Andreas Lemmer

Küver Ezgi

Untersuchungen der Fettsäuren-Zusammensetzung und Kinetik während des Biogasprozesses im HBT bei Vergärung von Substraten mit unterschiedlichen Nährstoffzusammensetzungen 10.10.2022 (Masterarbeit)

Kurz Franka

Arbeitszeit-Erfassungsstudie bei der Pflege von Streuobstwiesen. Projektarbeit. Betreuung Christina Brandhorst, Andreas Lemmer

Looney Annabella

Untersuchungen zur Materialbeschaffenheit von Mycel-Hanf-Kompositen in Abhängigkeit der Dauer des Wachstums“

Michel David

Optimierung der biologischen Wasserstoffmethanisierung zur Biomethanherzeugung aus Kohlenstoffdioxid (Bachelorarbeit)

Pollozek Luca

Planung einer Bioenergie-Forschungsanlage: Vom Basic-Engineering zur technischen Umsetzung. Forschungsprojekt. Betreuung: Elena Holl, Andreas Lemmer

Rink Robin

Optimierung der biologischen Wasserstoffmethanisierung zur Biomethanherstellung aus Rohbiogas (Bachelorarbeit)

Schimpl Max

Einfluss der Lagerung auf den spezifischen Methanertrag von Landschaftspflegematerial (Bachelorarbeit)

Internationaler Austausch**Internationale Gastwissenschaftler an der Landesanstalt****Elviliana**

Department of Agro-industrial Technology, Faculty of Agricultural Technology, Universitas Brawijaya, 8 Malang, Indonesia

Veröffentlichungen 2022

Peer-reviewed

Dittmer, C.; Ohnmacht, B.; Krümpel, J.; & Lemmer, A.

Model predictive control: Demand-Orientated, Load-Flexible, Full-Scale biogas production. *Microorganisms*, 10(4) doi:10.3390/microorganisms10040804

Ferrari, G.; Marinello, F.; Lemmer, A.; Ranzato, C.; Pezzuolo, A.

Network analysis for optimal biomethane plant location through a multidisciplinary approach. *Journal of Cleaner Production*, 378 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134484>

Ferrari, G.; Holl, E.; Steinbrenner, J.; Pezzuolo, A.; Lemmer, A.

Environmental assessment of a two-stage high pressure anaerobic digestion process and biological upgrading as alternative process for biomethane production. *Bioresource Technology* 360, 2022, 127612, ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127612>.

Gebhardt, M.; Milwich, M.; Lemmer, A.; Gresser, G. T.

Composites based on biogas digestate. *Composites Part C: Open Access*, 9 doi:10.1016/j.jcomc.2022.100311

Gebhardt, M.; Wanek, N.; Lemmer, A.; Gresser, G. T.

Comparison of fibers from hop rich biogas digestate with natural fibers as raw material for composites. *Journal of Natural Fibers*, 19(17), 16029-16039. doi:10.1080/15440478.2021.1958426

Holl, E.; Steinbrenner, J.; Merkle, W.; Krümpel, J.; Lansing, S.; Baier, U.; Oechsner, H.; Lemmer, A.

Two-stage anaerobic digestion: State of technology and perspective roles in future energy systems. *Bioresource Technology*, Volume 360, 2022, 127633, ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127633>.

Khan, M.T.; Huelsemann, B.; Krümpel, J.; Wüst, D.; Oechsner, H.; Lemmer, A.

Biochemical Methane Potential of a Biorefinery's Process-Wastewater and its Components at Different Concentrations and Temperatures. In: *Fermentation* 8 (10), S. 476. DOI: 10.3390/fermentation8100476.

Krungkaew, S.; Hülsemann, B.; Kingphadung, K.; Mahayothee, B.; Oechsner, H.; Müller, J.

Methane production of banana plant: Yield, kinetics and prediction models influenced by morphological parts, cultivars and ripening stages. In: *Bioresource technology* 360, S. 127640. DOI.org/10.1016/j.biortech.2022.127640.

Li, B.; Dinkler, K.; Zhao, N.; Ran, X.; Sobhi, M.; Dong, R.; Müller, J.; Xiong, W.; Huang, G.; Guo, J.; Oechsner, H.

Response of phosphorus speciation to organic loading rates and temperatures during anaerobic co-digestion of animal manures and wheat straw. *Science of the Total Environment*, 838 doi:10.1016/j.scitotenv.2022.155921

Morozova, I.; & Lemmer, A.

Nutrient recovery from digestate of agricultural biogas plants: A comparative study of innovative biocoal-based additives in laboratory and full-scale experiments. *Molecules*, 27(16) doi:10.3390/molecules27165289

Ohnmacht, B.; Lemmer, A.; Kress, P.; Steinbrenner, J.; Oechsner, H.

Propionic acid degradation in anaerobic digestion and recovery strategies for full-scale biogas plants. *Bioresource Technology Reports*, 19 doi:10.1016/j.biteb.2022.101192

Sailer, G.; Hülsemann, B.; Eichermüller, J.; Empl, F.; Poetsch, J.; Pelz, S.; Kuptz, D.; Oechsner, H.; Müller, J.
Datasets on material properties and energy yields of lab-designed organic fraction of municipal solid waste (OFMSW) components. Data in Brief. 10.1016/j.dib.2022.108519.

Sailer, G.; Comi, J.; Empl, F.; Silberhorn, M.; Heymann, V.; Bosilj, M.; Ouardi, S.; Pelz, S.; Müller, J.
Hydrothermal treatment of residual forest wood (softwood) and digestate from anaerobic digestion - Influence of temperature and holding time on the characteristics of the solid and liquid products. Energies. 10.3390/en15103738.

Sailer, G.; Eichermüller, J.; Empl, F.; Poetsch, J.; Pelz, S.; Kuptz, D.; Oechsner, H.; Müller, J.
Improving the energetic utilization of household food waste: Impact of temperature and atmosphere during storage. Waste Management. 10.1016/j.wasman.2022.04.012.

Sailer, G.; Empl, F.; Kuptz, D.; Silberhorn, M.; Ludewig, D.; Lesche, S.; Pelz, S.; Müller, J.
Characteristics and anaerobic co-digestion of press water from wood fuel preparation and digested sewage sludge. Fermentation. 10.3390/fermentation8010037.

Steinbrenner, J.; Oskina, A.; Müller, J.; Oechsner, H.
pH-dependent flushing in an automatized batch leach bed reactor system for volatile fatty acid production. In Biore-source technology 360, p. 127611. DOI: 10.1016/j.biortech.2022.127611.

Steinbrenner, J.; Müller, J.; Oechsner, H.
Combined butyric acid and methane production from grass silage in a novel green biorefinery concept. Waste and Biomass Valorization, 13(4), 1873-1884. doi:10.1007/s12649-021-01626-4

Zerback, T.; Schumacher, B.; Weinrich, S.; Hülsemann, B.; Nelles, M.
Hydrothermal Pretreatment of Wheat Straw—Evaluating the Effect of Substrate Disintegration on the Digestibility in Anaerobic Digestion. In: Processes 10 (6), S. 1048. DOI: 10.3390/pr10061048.

Zhou, L.; Hülsemann, B.; Merkle, W.; Guo, J.; Dong, R.; Piepho, H. – P.; Gerhards, R.; Müller, J.; Oechsner, H.
Erratum to: Influence of anaerobic digestion processes on the germination of weed seeds (gesunde pflanzen, (2020), 72, 2, (181-194), 10.1007/s10343-020-00500-y). Gesunde Pflanzen, 74(1), 237. doi:10.1007/s10343-021-00600-3

Konferenz-/Tagungsbandbeiträge

Oechsner, H., Hülsemann, B., Baumgart, M.:

Bioeconomic concept for the use of fibrous plants for joint material and energy use. International Conference on Biotechnology and Bioeconomic, BSBB-2022, 07.-11.12.2022, Guwahati, Indien, Abstract Book, p. 45 and 151

Schlussberichte

Verbundvorhaben: De-Methanisierung von Flüssigmist - Intelligente Energieversorgung im ländlichen Raum durch flexible Energiebereitstellung mit Güllekleinanlagen

Teilvorhaben 1: Koordination, technische Grundlagen und Umweltwirkung

Teilvorhaben 2: Potenziale, rechtliche Grundlagen und Anpassung an Praxisbetriebe

Teilvorhaben 3: Verfahrenstechnische Planung und Kostenschätzung

<https://www.fnr.de/ftp/pdf/berichte/2219NR130.pdf>

Verbundvorhaben: PowerLand 4.2 - Smart and innovative Land Power Systems

Teilvorhaben 1: Prognosemodelle und Biogasanlagensteuerung

Teilvorhaben 2: Algorithmen-basierte BHKW-Steuerung

Teilvorhaben 3: Praktische Einbindung im Reallabor

<https://www.fnr.de/ftp/pdf/berichte/22404717.pdf>

Außerordentliche Events

Besuch des Ministers Cem Özdemir (Bundesminister für Ernährung und Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland) an der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie mit Führung durch die Labore der Landesanstalt (u. a. Biogaslabor) am 02.11. 2022



Minister Cem Özdemir (links) und PD Dr. Andreas Lemmer (rechts) im Biogaslabor der Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie der Universität Hohenheim

Vorträge

Baumgart, M.; Sailer, G.; Hülsemann, B.; Dinkler, K.; Oechsner, H.

Municipal biowaste as feedstock for combined generation of resources and energy through utilization in an innovative biorefinery. Sustainable Energy for a Sustainable Future, ASABE Conference. 24-27 October 2022. San Jose. Costa Rica.

Dinkler, K; Uppuluri, N.S.T.

Erste Ergebnisse der Separationsversuche mit Additiven 8.7.2022 Biogas Infotage Ulm

Heller, R.

FLEX-CRASH – Mechanische Desintegration lignocellulosehaltiger Substrate mit Hilfe einer Kugelmühle zur Substrataufbereitung und Flexibilisierung der Biogaserzeugung, Online, 6. Bayerische Biogasfachtagung, 9.-10.03.2022

Holl, E.

Erste Ergebnisse aus dem bioLNG Projekt 8.7.2022 Biogas Infotage Ulm

Hülsemann, B.

Fasergewinnung aus ökologischen und landwirtschaftlichen Substraten und Reststoffen 7.7.2022 Biogas Infotage Ulm

Hülsemann, B.

Grundlage und Einfluss der Biologie und die vorbeugenden Maßnahmen 29.11.2022 Grundkurs TRGS 529 und TRAS 120 renergie Allgäu e.V., Online

Hülsemann, B.

Bioeconomy concept for combined biogas and fiber production Sustainable Energy for a Sustainable Future, San Jose (Costa Rica), 24.10.2022

Hülsemann, B.

Noch 10 Jahre EEG – welche Optimierungsmaßnahmen können sich lohnen? – Beispiele aus Praxisbetrieben im Süden. Online 22.2.2022

Hülsemann, B.

Gewinnung von Pflanzenfasern in regionaler Wertschöpfung zur Optimierung der Biogas-Verfahrenskette, Bioökonomie Thementage des MLR 16.3.2022

Hülsemann, B.

Silphie als Biogassubstrat – Grundlagen und Optimierungs-Ansätze, Infoveranstaltung Silphie Regierungsbezirk Oberfranken 18.2.2022

Lemmer, A.; Ravi, P.P.

BGA-Cluster - Entwicklung von innovativen Konzepten zur Clusterung von Bestandsbiogasanlagen für die Bereitstellung von Biomethan. Kick-off meeting, online, 2022-02-02

Lemmer, A.; Holl, E., Steinbrenner, J.

Bio-CNG und bio-LNG: Verfügbare zero-emission Kraftstoffe für den Schwerlastverkehr und den ÖPNV. Bioökonomie Thementage Baden-Württemberg, 31.03.2022, Stuttgart

Lemmer, A.; Krümpel, J.

An introduction to Digester Biology. IBBK Biogas Online Training, Hohenheim, 2022-09-08

Lemmer, A.

On-Farm Bioraffinerien und Weiterentwicklung von Biogasanlagen – neue Perspektiven für die Landwirtschaft. 4. Bioökonomiekongress Baden-Württemberg 27. September 2022

Lemmer, A.; Oechsner, H.

Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie: Von Biogasanlagen zu On-Farm Bioraffinerien. Agrartechnisches Seminar, Hohenheim, Oktober, 2022

Lemmer, A.; Oechsner, H.

Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie: Von Biogasanlagen zu On-Farm Bioraffinerien. Besuch von Herrn Minister Czem Özdemir, 12. Oktober 2022

Lemmer, A.; Holl, E.

Biogas zur Erzeugung von Biomethan als Kraftstoff. Energieerzeugung und -nutzung im landwirtschaftlichen Betrieb - Autarkie, Effizienz, Einkommensquelle. Fachgespräch der ALB-BW am 10. November 2022, Kirchberg an der Jagst

Lemmer, A.

Mehr Biogas mit H₂: Rieselbett schlägt Direkteindüsung. 9. Bioenergie-Forum der Biomasse Suisse, 30. August 2022, Solothurn, Schweiz

Lemmer, A.

Modellbasierte Fütterungssysteme für eine lastflexible Biogasproduktion 7.7.2022 Biogas Infotage Ulm

Lewerenz, S.; Sailer, G.; Pelz, S.; Lambrecht, H.

Life cycle assessment of biowaste treatment – Considering uncertainties in emission factors. 5th South East European Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems – SEE SDEWES. May 22-26 2022. Vlore. Albania.

Oechsner, H., Brandhorst C., und Lemmer A.:

Möglichkeiten und Grenzen der Verwertung von Landschaftspflegegras in Biogasanlagen - Bioenergie aus der Landschaftspflege. In: Eigene Vielfalt. Gemeinsam zum Biotopverbund mit Naturschutz & Landwirtschaft“ - Bioenergie aus der Landschaftspflege. BUND Niedersachsen, 13. Oktober 2022 - Onlinevortrag

Oechsner, H., Hülsemann, B., Baumgart, M.:

Bioeconomic concept for the use of fibrous plants for joint material and energy use. International Forum on Industrial Bioprocess (IBA-IFIBiop) X International Forum on Industrial Bioprocesses, National Kaohsiung University of Science and Technology Nanzih Campus, Kaohsiung, Taiwan; October 27-30, 2022, Onlinevortrag

Oechsner, H., Hülsemann, B., Baumgart, M.:

Bioeconomic concept for the use of fibrous plants for joint material and energy use. International Conference on Biotechnology and Bioeconomic, BSBB-2022, 10.12.2022, Guwahati, Indien, Onlinebeitrag

Oechsner, H.:

Kleegrass als mögliches Substrat in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. FNR-Fachgespräch „Co-Vergärung von Wirtschaftsdüngern mit Kleegrass und weiteren Leguminosen-Gras-Mischungen“ am 29.9.2022 - Online

Oechsner, H.:

Energieeffizienz i.d. Biogaserzeugung Verfahrenstechnik, Substrate, etc. In: Fortbildung - Basisqualifikation Energieeffizienzberatung in der Landwirtschaft (EBL) „Grundlagen der Energieeffizienzberatung“ , ONLINE-Schulung 22.11.2022- 20.12.2022

Sailer, G.; Dinkler, K.; Baumgart, M.; Hülsemann, B.; Oechsner, H.

Biowaste to products (BW2Pro). Biogas Infotage 6./7. Juli 2022. Ulm. Germany

Poster

Baumgart, M.; Hülsemann, B.; Oechsner, H.

Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Optimierung der Silierung von Durchwachsenen Silphie zur Verbesserung der anschließender Faserabtrennung und Papiererzeugung (SILPHIE – SIL). Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Brandhorst, C.; Lemmer, A.

Naturnahe Bewirtschaftung von FFH-Mähwiesen für die Biogasproduktion, Methanerträge im Vegetationsverlauf. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Dinkler, K.; Hülsemann, B.; Baumgart, M.; Sailer, G.; Oechsner, H.

Nachhaltige Produkte aus Bioabfall Projekt „Biomaste to Products (BW2Pro)“. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Dinkler, K.; Oechsner, H.

Phosphatumwandlung durch anaerobe Vergärung, AMAIZE – P. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Heller, R.; Hülsemann, B.; Oechsner, H.

FLEX-CRASH, Mechanische Desintegration lignocellulosehaltiger Substrate mit Hilfe einer Kugelmühle für die Flexibilisierung der Biogaserzeugung. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Holl, E.; Lemmer, A.

Betrieb von Linienbussen mit on-Farm erzeugtem Bio-LNG und Bio-CNG NeoBus. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Holl, E.; Steinbrenner, J.; Lemmer, A.

Innovative Prozesskette zur ressourceneffizienten Erzeugung von Bio-LNG ProBioLNG. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Hülsemann, B.; Oechsner, H.

ALB Bioökonomie – kombinierte Biogas- und Faserproduktion 25.9-3.10.2022 Stuttgart, Bad Cannstadt

Hülsemann, B.; Bidlingmaier, C.; Oechsner, H.

BIOGAS PROGRESSIV, Zukunftsweisende Strategien für Biogasanlagen. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Hülsemann, B.; Merkle, W.; Kress, P.

FeBio – Entwicklung und Bau einer kostengünstigen Feststoffbiogasanlage. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Hülsemann, B.; Lang, P.; Oechsner, H.

Bewertung von innovativen Verfahren zur Gewinnung von Pflanzenfasern in regionaler Wertschöpfung zur Optimierung der Biogas-Verfahrenskette. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Khan, M.T.; Krümpel, J.; Lemmer, A.

Monovergärung von 5-HMF* Prozessabwässern in Anaerob-Festbettreaktoren, Untersuchung der Prozessstabilität. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Neubauer, L.; Ohnmacht, B.; Krümpel, J.; Lemmer, A.

i²-Sens Entwicklung innovativer und intelligenter Sensorsysteme zur Gewährleistung der biologischen Prozessstabilität beim lastflexiblen Betrieb von Biogasanlagen. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Oechsner, H.; Hülsemann, B.

ALB Flüssig- und Festmist für die Biogasanlage 25.9-3.10.2022 Stuttgart, Bad Cannstadt

Ohnmacht, B.; Krümpel, J.; Lemmer, A.

Verbundprojekt „Sens-O-Mix“ Entwicklung und Erprobung sensorbasierter Rührsysteme in Biogasanlagen zur Steigerung der Effizienz und Prozessstabilität bei einer lastflexiblen und bedarfsgerechten Biogasproduktion. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Oskina, A.; Dinkler, K.; Uppuluri, N.S.T.; Lemmer, A.

Kombinierte Rückgewinnung von N und P aus landwirtschaftlichen Gärresten NitroPhos. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Sailer, G.; Dinkler, K.; Baumgart, M.; Hülsemann, B.; Oechsner, H.

Biowaste to products (BW2Pro). Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Stockl, A.; Lemmer, A.

BGA-Cluster, Entwicklung von innovativen Konzepten zur Clusterung von Bestandsbiogasanlagen für die Bereitstellung von Biomethan. Biogas Infotage, Ulm, 6.-7.7.2022

Vorlesungen an anderen Hochschulen oder Universitäten

PD Dr. Andreas Lemmer

Lehrauftrag (SS) für das Modul „EE4.V2EE6.V2 Biogas-Prozesstechnik“ an der Hochschule Rottenburg. Planung, Durchführung und Prüfung der gesamten Lehrveranstaltung (4 SWS)

Weitere Veröffentlichungen

Brandhorst, Ch.; Lemmer, A.

Schützen durch Nützen; Fachbericht: BWagrar Schwäbischer Bauer, 74. Jahrgang, 19.2022, Verlag Eugen Ulmer

Carlos M. Martínez Hernándezl, Hans Oechsner, Adianni González Freirel:

Preparation of Animal Food in Germany. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 31, No. 2, April-June 2022, P. 1-6, E-ISSN: 2071-0054

Effenberger, M.; Lemmer, A.; Loewen, A.; Strobl, M.; Eckel, H.; Paterson, M.; Schmehl, H.

KTBL-Schrift 525 Biogasanlagen effizient betreiben - Bewertungskriterien und -methoden. Darmstadt, 2021, 84 S., 21 Euro, ISBN 978-3-945088-84-5 [Titel anhand dieser ISBN in Citavi-Projekt übernehmen] , Best.-Nr. 11525.

Holl, E.; Müller, C.; Staudt, C.; Mörs, F.; Prato Fiorito, G.; Pult, F.; Becker, S.; Geimer, M.; Wohlfahrt, F.; Pontzen, F.

Bereitstellung von methanbasierten Kraftstoffen aus biogenen Abfällen für Landmaschinen und den Schwerlastverkehr: Innovative Prozesskette zur Herstellung von ressourcen-effizienten methanbasierten Bio-Kraftstoffen gwf Gas + Energie, Jahrgang 163, 9 2022, ISSN 2366-9594, Vulkan Verlag, S.60-73

Lemmer, A.; Krümpel, J.

Biogasanlagen: Schlüsseltechnologie der Energiewende. BW-agrar, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

Auszeichnungen

Holl, E.

Nominierung für den Innovationspreis der deutschen Gaswirtschaft 2022 in der Kategorie Nachhaltige Erzeugung

Projektvideos

ProBioLNG <https://www.youtube.com/watch?v=zzMcwpycWUI&t=2s>



PowerLand4.2 <https://www.youtube.com/watch?v=wrRsbKZKGu4>



BioSaiFile <https://www.youtube.com/watch?v=RaLdjXVp8Mk>



Websites

PowerLand4.2 <https://www.powerland42.de/>



Gremienarbeit

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

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
Elke Weiß (ALB)

Post-Docs und Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen

M.Sc. Konstantin Dinkler
Dr. sc. agr. Benedikt Hülsemann
Dr. sc. agr. Johannes Krümpel
Dipl.-Ing. Benjamin Ohnmacht
Dr. Anastasia Oskina
M.Sc. Gregor Sailer
M.Sc. Jörg Steinbrenner
Dr. sc. agr. Andrea Stockl
Dr. sc. agr. Manfred Dederer

Doktoranden/innen

M.Sc. Marian Baumgart
M.Sc. Christina Brandhorst
M. Sc. Celina Dittmer (extern)
M.Sc. Marion Gebhardt (extern)
M.Sc. René Heller
M.Sc. Elena Holl
M.Sc. Muhammad Tahir Khan
M.Sc. Ievgeniia Morozova
M.Sc. Leoni Neubauer
M.Sc. Katharina Schoder
M.Sc. Naga Sai Tejaswi Uppuluri
M.Sc. Zhou Lijun (extern)
M.Sc. Lukas Illi (extern)

Technische Mitarbeiter

Ralph Drescher
Dipl.-Ing. agr. Christof Serve-Rieckmann
Sören Seide

CT Assistentinnen

Dipl.-Biol. Annette Buschmann
Jacqueline Kindermann

Promotionsarbeiten unter wissenschaftlicher

Betreuung von:

- Prof. Dr. Joachim Müller
- PD Dr. Andreas Lemmer



LANDESANSTALT FÜR AGRARTECHNIK & BIOENERGIE (740)

Leiter der Landesanstalt

Dr. Hans Oechsner



Stellvertretender Leiter der Landesanstalt

PD Dr. Andreas Lemmer



Sekretariat

Margit Andratschke



Elke Weiß (ALB)

Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen & Mitarbeiter



Dr. Anastasia Oskina

- Projektleiterin**
- o Modellierung und Simulation
 - o Bioelektrochem. Systeme
 - o „NitroPhos“



Konstantin Dinkler

- Projektleiter**
- o Nährstoffe im Biogasprozess
 - o Fachgebiets-administrator
 - o „BW2Pro“



Dr. Benedikt Hülsemann

- Arbeitsgruppenleiter**
- o Praxisanlagen
 - o Substrataufbereitung
 - o Leitung HBT
 - o „ProBiogas“
 - o „BW2Pro“



Gregor Sailer

- Wissenschaftlicher Mitarbeiter**
- o Hard- und Software
 - o „BW2Pro“



Dr. Johannes Krümpel

- Arbeitsgruppenleiter**
- o Systemintegration
 - o Myzebasierete Werkstoffe
 - o Messtechnik Labor management
 - o „Sens-O-Mix“



Benjamin Ohnmacht

- Arbeitsgruppenleiter**
- o Flexibilisierung
 - o Rührsysteme
 - o Forschungs-biogasanlage
 - o „Sens-O-Mix“



Jörg Steinbrenner

- Arbeitsgruppenleiter**
- o Zweistufige Vergärung
 - o Bio-CNG und Bio-LNG Produktion
 - o „Pro-BioLNG“



Dr. Andrea Stockl

- Projektleiterin**
- o Konferenzen
 - o „BCA-Cluster“

Technische Mitarbeiterinnen & Mitarbeiter



Annette Buschmann



Christoph Serve-Rieckmann



Jacqueline Kindermann



Ralph Drescher

Doktorandinnen & Doktoranden



Iyevgenia Morozova
„Stickstoff“
„AMAIZE-P“



Naga Sai Tejaswi Uppuluri
„AMAIZE-P“



René Heller
„FLEX-CRASH“



Marian Baumgart
„BW2Pro“



Marion Gebhardt (ext.)
„Verbund-Faserstoffe“



Katharina Schoder
„F-un2Fab“



Celina Dittmer
„PowerLand 4.2“



Leoni Neubauer
„P-Sens“



Chrislma Brandhorst
„BioSafe“



Muhammad Tahir Khan
„NeoBus“



Elena Holl
„Pro-BioLNG“

Nährstoffe im Biogasprozess

Optimierung von Praxisanlagen

Werkstoffe aus Rest- und Rohstoffen

Systemintegration der Bioenergie

Bio-CNG und Bio-LNG Erzeugung

Kontakt

Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie (740)
Garbenstraße 9
70599 Stuttgart
Tel.: +49 (0)711 459 22683
Fax: +49 (0)711 459 22111
E-Mail: la740@uni-hohenheim.de

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:

1. Reihe: Dr. Benedikt Hülsemann, Leonhard Lenz, Margit Andratschke, Konstantin Dinkler, Christof Serve-Rieckmann, Dr. Anastasia Oskina, Naga Sai Tejaswi Uppuluri, Dr. Andrea Stockl, René Heller
2. Reihe: Dr. Hans Oechsner, Benjamin Ohnmacht, Marian Baumgart, Gregor Sailer, Dr. Manfred Dederer, Muhammad Tahir Khan, Leoni Neubauer, Dr. Johannes Krümpel, Katharina Schoder, Kea Purwing, Sören Seide, PD Dr. Andreas Lemmer