

Reader

Energetische Biomassenutzung



8. Statuskonferenz Energetische Biomassenutzung

BIOENERGIE

Der

FACTOR

**17 – 18
SEP 2019
LEIPZIG**

Reader

Energetische Biomassenutzung

**17 – 18
SEP 2019
LEIPZIG**

8. Statuskonferenz **Bioenergie: Der X-Factor!**



www.energetische-biomassenutzung.de/statuskonferenz

Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektträger



Begleitvorhaben



	DIENSTAG, 17.09.2019	MITTWOCH, 18.09.2019
09:00	08:30 Registrierung 09:00 Willkommen Saal 1 AB	08:30 Registrierung 09:00 Block A Impulsgeber Bioenergie im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik Saal 1 AB
10:00	09:30 Block A Impulsgeber BIOENERGIE IN DER ENERGIEWENDE Saal 1 AB	10:00 Vormittagspause
11:00	10:40 Vormittagspause	10:30 Block B: Neues aus dem BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie & Resümee aus den Arbeitsgruppen Saal 1 AB
12:00	11:15 Block B Impulsgeber TRENDS Saal 1 AB	12:00 Mittagspause Posterausstellung
13:00	12:00 Block C DER HEIßE STUHL Saal 1 AB	13:00 Block C Bioenergie-Foren, Teil I Forum I Reststoffe erschließen & Emissionen mindern Teil I Saal 1AB Forum II Sektorkopplung Saal 1CD Forum III Bioenergie im Spannungsfeld zw. Klimaschutz & Energiewende Saal 2AB
14:00	13:00 Mittagspause Posterausstellung	14:00 Nachmittagspause
15:00	14:00 Block D ERSTER KONTAKT: NEUE PROJEKTE Saal 1 AB	15:00 Block C Bioenergie-Foren, Teil II Forum IV Reststoffe erschließen & Emissionen mindern TEIL II Saal 1AB Forum V Systemintegration Saal 1CD Forum VI Bioenergie mobil & stofflich nutzen Saal 2AB
16:00	15:45 Nachmittagspause	15:30 Abschlussplausch & Snack
17:00	16:15 Block E Arbeitsgruppen AG Wärmemarkt Saal 1 AB AG Strommarkt Saal 1 CD AG Bioenergie & Integration im Verkehr Saal 2 AB	17:00 Gute Heimreise!
18:00		
19:30	19:30 Netzwerktreffen mit Bioenergie-Slam „The stage is yours“ in der Moritzbastei, Leipzig	Netzwerk: KUBUS Passwort: Plastikreduzierung2019!

INHALT

Grußwort	9
Special Issue	10

IMPULSGEBER

Aktueller Bericht aus dem BMWi-Forschungsnetzwerk Bioenergie <i>(Heike Neumann, Lena Panning)</i>	12
Zur Rolle der Bioenergie in der Energiewende <i>(Barbara Praetorius)</i>	13
Bioenergie als X-Factor. Trends und Visionen am Anfang eines neuen Zeitalters <i>(Karlheinz Steinmüller)</i>	14

Der heiße Stuhl: Kontrovers nachgefragt

15

ARBEITSGRUPPEN

AG Strommarkt	16
AG Wärmemarkt	17
AG Bioenergie & Integration im Verkehr	18

IMPULSGEBER

Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik – Strategien für eine nachhaltige Bioenergienutzung <i>(Daniela Thrän)</i>	20
International perspective on the current sustainability debate on biomass energy use (in English) <i>(Floor van der Hilst)</i>	21

BIOENERGIEFOREN

Forum I: Reststoffe erschließen & Emissionen mindern

Strohpotenziale – Nachhaltige Mobilisierung der Ressource Stroh in Deutschland <i>(Alexandra Pfeiffer)</i>	23
Verfahrenskonzept für die kombinierte Nutzung von Stroh und Geflügelmist in Biogasanlagen <i>(Björn Schwarz)</i>	24
Biogene Katalyse durch Kompostzusatz beim Einsatz von Weizenstroh in einem Bioraffineriekonzept <i>(Patrick Beuel)</i>	26
Wirtschaftliche Bewertung von Substrataufschluss mit dem ELIRAS Konzept <i>(Peter Kornatz, Josephine Hofmann)</i>	28
CO ₂ -Abtrennung mittels chemischer Druckwechselabsorption: Ein Einsatzfeld für ionische Flüssigkeiten? <i>(Christian Müller)</i>	30
Alternatives Entsorgungssystem internationaler Schiffsabfälle zur Energieerzeugung <i>(Maik Orth)</i>	31

Forum II: Sektorkopplung: Bioenergie effizient koppeln

Langzeitbetriebserfahrungen mit einem wirbelschichtgefeuerten Stirlingmotor für die kleinskaligen KWK <i>(Tanja Schneider)</i>	34
--	----

Zweistufige Biomasse-Wärmepumpe - Komponenten System Potenzial (Manuel Kausche)	36
Auswirkung einer verstärkten Nutzung von Biomasse im Transport auf die Rolle der Bioenergie im Strom- und Wärmesektor (Sylvio Nagel)	38
Erbringung von Systemdienstleistungen aus Biogasanlagen – Der Beitrag aus Bioenergie für einen sicheren Netzbetrieb (Johannes Schächinger)	40
Energetische und ökonomische Optimierung von Biogasanlagen durch die getrennte Erzeugung von Biowasserstoff und Biomethan (Robert Manig)	42

Forum III: Bioenergie im Spannungsfeld zw. Klimaschutz & Energiewende

Systemlösungen Bioenergie im Wärmesektor im Kontext zukünftiger Entwicklungen (Matthias Jordan)	44
Rolle der Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt bis 2050 unter Einbeziehung des zukünftigen Gebäudebestandes (Klaus Hennenberg)	46
Zukunft der Kleinfeuerungsanlagen für biogene Festbrennstoffe (Volker Lenz)	48
Szenarioanalyse von Folgekonzepten und veränderten Rahmenbedingungen auf den regionalen Biogasanlagenbestand (Joshua Güsewell)	49
Kosteneffiziente THG-Minderung durch die energetische Nutzung von Holz – eine Bewertung unter Nutzengleichheit (Martin Zeymer)	51
Bewertung des Marktpotenzials und Systembeitrags von integrierten Bioenergiekonzepten (Nora Szarka)	53

Forum IV: Reststoffe erschließen & Emissionen mindern

Emissionsminderungen durch Primärmaßnahmen (Stephan Schulte)	55
Integrierte und regelungstechnische Maßnahmen für eine effiziente und schadstoffarme Verbrennung unterschiedlicher Biomassearten in Festbrennstoffkesseln (Mohammad Aleysa)	57
Effizienzsteigerung bei der Energiegewinnung in Biomassekraftwerken durch die technische Anwendung eines Biobrennstoffkataloges (Jürgen Reichelt)	58
Aufbereitung von niedrig qualitativen Hackschnitzeln zur Steigerung der Effizienz und Betriebssicherheit von Biomassevergasungsanlagen im kleinen und mittleren Leistungsbereich (Thomas Zeng)	60
Charakterisierung unterschiedlicher Laubabfallfraktionen für die energetische Nutzung – Ergebnisse des Projekts SET-Laub (Esther Stahl)	62
Brennstoffvariation bei der kleintechnischen Holzvergasung (Roman Schneider)	64

Forum V: Systemintegration: Bioenergie intelligent im Energiesystem einbinden

Entwicklung einer selbstlernenden Steuerung zur Integration von Biogasanlagen in Netze mit hohem Anteil fluktuierender Stromerzeugung (Katharina Bär)	65
Brennwertnutzung an Biomassekesseln mittels angekoppelter Sorptionswärmepumpe (Tina Hermann)	67
Flexibilisierte Fütterung in Biogasprozessen mit Modell-basierter Prozesserkennung im Praxismaßstab (Stefan Junne, Anja Lemoine)	68
Modellbasierte Simulation von Hochtemperaturspeichern zur flexiblen Stromerzeugung aus Biomasse-HKW (Matthias Stark)	70
Entwicklung und Demonstration eines innovativen ökologischen Hybridkraftwerks für die Kopplung von Bioenergie mit Geothermie zur Versorgung unterschiedlicher Abnehmerstrukturen (Peter Kornatz)	72
Optionen zum netzdienlichen Betrieb von Einzelraumfeuerstätten (Daniel Büchner)	73

Forum VI: Bioenergie mobil und stofflich nutzen

Strategisch-operative Planung von Wertschöpfungsnetzwerken zur Herstellung bio-hybrider Kraftstoffe (Michael Wolff)	75
Fahrplananalyse von Biogasanlagen mit gekoppelter Strom- und dezentraler diskontinuierlicher Kraftstoffproduktion – Anlagenkonzept, Kraftstoffbedarfsprofile, Fahrplanverschnitt und Optimierungspotenziale (Fatih Gökgöz)	76
Biogastankstelle für die Landwirtschaft - Gegenüberstellende ökonomische Bewertung unterschiedlicher Verfahren für die dezentrale partielle Biogasaufbereitung (Abdessamad Saidi)	78
Hightech-Traktoren arbeiten mit Rapsölkraftstoff sauber und zuverlässig (Johannes Ettl)	80
Methodische Fortschritte zur techno-ökonomischen Analyse der Kraftstoffherzeugung am Beispiel eines Biomass-to-Liquid Prozesses (Felix Habermeyer)	82
Neue Strategie zur Wasserstoffproduktion aus Frucht- und Molkerei-Abfällen mit Hilfe von Purpurbakterien (Caroline Autenrieth)	83

Neue Projekte im Forschungsnetzwerk Bioenergie | Teil I: Laufzeit ab 2018

Neue Projekte im Forschungsnetzwerk Bioenergie | Teil II: Laufzeit ab 2019

Netzwerkabend

POSTER

I Reststoffe erschließen & Emissionen mindern

Repoweringmaßnahmen hinsichtlich zukünftiger Aufgaben von Biogasanlagen (Norbert Grösch)	103
OptiMand – Optimierter Einsatz von Mühlennachprodukten zur bedarfsgerechten Bioenergieproduktion durch innovative Überwachungs-, Mess- und Regelungsmethoden (Eric Mauky)	104
Verbesserung der Durchmischung in Biogasfermentern (Fosca Conti)	105
Anaerobe Hochlastvergärung separierter, flüssiger Schweinegülle zur Optimierung und Flexibilisierung von Biogasanlagen (Alexander Naßmacher)	106
Laserrückreflexions-basierte Analyse der Partikelgrößenverteilung zur Ultraschall-gestützten Optimierung in Gärprozessen (Anja Lemoine)	108
Verwendung von Flockungsmitteln auf Basis nachwachsender Rohstoffe zur Gülleaufbereitung und weiteren stofflichen Nutzung (Juliana Rolf)	110
Mesophile Biowasserstoff-Produktion mittels dunkler Fermentation durch pH-Wert abhängige Raumbelastungsanpassungen und Gülle-Verwertung (Tobias Weide)	112
Zeitliche Darstellung des Alterungsverhaltens eines Oxidationskatalysators in einem Biogas-BHKW (Bettina Stolze)	114
Thermo-chemische Konversion von Reststoffen in einem Vergaser-BHKW mit gekoppelter Aschegewinnung (Thomas Schliermann)	116
Strömungsmechanische Untersuchung einer Scheitholzfeuerung mit integrierter Schaumkeramik (Andrea Dernbecher)	117
Kombinierte Abscheidung von Staub, Stickoxiden und sauren Schadgasen an einem Gewebefilter (Mario König)	118

II Bioenergie effizient kopplen & intelligent integrieren

Multiflex – Mehrdimensionale Flexibilisierung von Biogasanlagen (Uwe Weltecke-Fabrizius, Janis Matthes)	119
Biogene Methanisierung zur Aufreinigung von Biogas zu Biomethan mit einer Kaskade aus zwei Festbettreaktoren (Marion Schomaker)	121
Biomasse-Kleinstfeuerung für Niedrigenergie- und Passivhäuser (Mirjam Müller)	123
Simulationsstudie zum Einfluss von Einzelraumfeuerungsstätten auf die Strom- und Gasnachfragespitzen repräsentativer Gebäude in TRNSYSd (Oliver Mercker)	124

III Bioenergie im Spannungsfeld zwischen Klimaschutz & Energiewende/ Bioenergie mobil und stofflich nutzen

Integration des Waldmanagements in Treibhausgasbilanzen (Klaus Hennenberg)	126
Neuartige Torrefizierungstechnologie für die Herstellung von emissionsarmen hochwertigen Produkten aus holzartiger Biomasse (Volker Lenz)	128
Kohlevergasungskraftwerk im Gas- und Dampfprozess (GuD) mit CO ₂ -Nutzung (Rudolf Schaper)	129
Entwicklungspfade der Bioenergie-technologien im deutschen Strom- und Fernwärmemarkt zur Erreichung der klimapolitischen Ziele (Samah Gouya)	131
Die mögliche Rolle von Biomasse in einer zukünftigen erneuerbaren Energiematrix – Fallstudie Sancti Spiritus, Kuba (Osvaldo Romero Romero)	132
Bio-LNG – eine erneuerbare und emissionsarme Alternative im Straßengüter- und Schiffsverkehr (Stefan Siegemund)	133

WORKSHOPS

Workshop BioPlanW: 47 Modellkonzepte für eine klimaneutrale Wärmeversorgung	136
4. Expertenworkshop OptiSys: Modellierung trifft Praxis	137

Medienkooperation 138

Green Conference 140

Kontakt 141

Impressum 142

HERZLICH WILLKOMMEN

ZUR 8. STATUSKONFERENZ DES
BMW-FORSCHUNGSNETZWERKES
„BIOENERGIE“

BIOENERGIE

Der

FACTOR

Erneuerbare Energien sind die Superhelden der Energiewende. Raus aus den Kinderschuhen, können sie nun ihre Möglichkeiten und Stärken ausspielen und werden befördert durch ein gesellschaftliches Klima des Aufbruchs.

Wir möchten auf der 8. Statuskonferenz die positiven Seiten des Wettbewerbs um kluge technologische und energiepolitische Lösungen herausstellen. Die Qualitäten der energetischen Biomassenutzung als X-Factor zeigen ihre praktische Anwendbarkeit und Passgenauigkeit im Kontext einer sich wandelnden Energiewelt. Beim Treffen des Forschungsnetzwerks Bioenergie resp. Förderbereichs „Energetische Biomassenutzung“ steht der Reichtum an Ideen im Vordergrund.

Eine stabile Versorgung mit Strom, Wärme und Energie für Mobilität ist unser Antrieb für eine nachhaltige Technologieentwicklung. Aussagekräftige Key-note-Vorträge zum Energiemix der Zukunft und zu Trends innerhalb der Erneuerbaren Energienbranche werden von Prof. Barbara Praetorius, Dr. Karlheinz Steinmüller, Jasmin Kemper und Dr. Floor van der Hilst gehalten. Mit dem „heißen Stuhl“ bietet ein neues Format Gelegenheit für kontroverse Diskussionen und Austausch.

In sechs Foren werden die verschiedenen Bereiche der Bioenergie wie Reststoffverwertung, Emissionsminderung oder Sektorenkopplung näher beleuchtet, die sich intensiv sowohl mit technologischen Neuerungen als auch mit dem Spannungsfeld zwischen Klimaschutz und Energiewende beschäftigen.

Neben diesen übergreifenden Themen stellen sich an den zwei Konferenztagen auch 30 neue Projekte im Förderbereich mit ihren Forschungsvorhaben vor. Die Möglichkeit, sich kennenzulernen und intensiv auszutauschen finden Sie in drei Arbeitsgruppen zu den Themen Strommarkt (Digitalisierung & Steuerung, Geschäftsmodelle, Biogas, Bio-CCU), Wärmemarkt (Markt, Digitalisierung & Steuerung, Emissionsbewertung, KWK) und Bioenergie & Integration im Verkehr, bevor am Abend ein Wissenschaftsslam auf dem Programm steht.

Neue Erkenntnisse und ein kreatives Miteinander wünscht

Ihr Begleitvorhaben
des BMW-Förderbereichs „Energetische Biomassenutzung“

Medienpartner

EUWID
WIR MACHEN MÄRKTE TRANSPARENT.

neue energie
das Netzwerk für Klimawissenschaftler und Energieexperten

In Kooperation mit

greenjobs.de
Die Jobbörse für Umweltfachkräfte

eejobs.de
Die Jobbörse für erneuerbare Energien!

Energiekommune

WIFI

Network: **KUBUS**
Passwort:
Plastikreduzierung2019!

Konferenz-Reader ONLINE



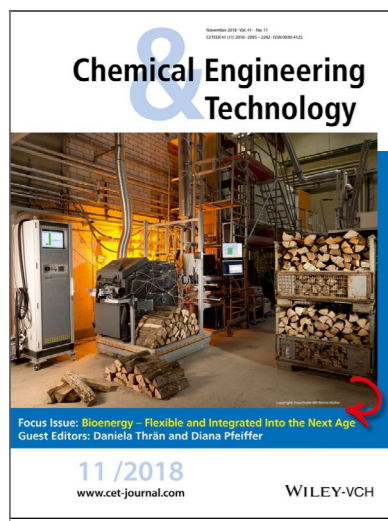
SPECIAL ISSUE

EINREICHEN EINES WISSENSCHAFTLICHEN PAPERS

**EINREICHEN
BIS
1. DEZ 2019**

Sie haben erfolgreich ein Abstract zur 8. Statuskonferenz eingereicht? Dann nutzen Sie die Chance und reichen ein „Full Paper“ für das Special Issue der Konferenz in dem Journal „Chemical Engineering & Technology“ ein.

Chemical Engineering & Technology



Checklist

Berücksichtigen Sie bitte bei der Erstellung und Einreichung des Papers folgende Punkte:

- » Paper in englischer Sprache
- » Stellen Sie Ihre Ergebnisse unbedingt im Kontext der internationalen Entwicklungen und deren Übertragbarkeit auf internationale Fragestellungen dar.
- » Entsprechen Sie den [Autoren-Richtlinien](#)
- » Entsprechen Sie den Referenzvorgaben der CET
- » Berücksichtigen Sie die Limitierung für die Anzahl und die Größe von Abbildungen
- » Geben Sie mindestens drei potenzielle Gutachter aus drei verschiedenen Ländern an

Wählen Sie beim Upload Ihres Papers im Uploadsystem folgendes Special Issue aus: **Bioenergy: X-Factor**

Autoren-Richtlinien:

www.cet-journal.com (Link unter: FOR CONTRIBUTORS)

Manuskript einreichen unter: <https://mc.manuscriptcentral.com/cet>

Auf Initiative des Begleitvorhabens des BMWi-Förderbereichs



IMPULSGEBER

BIOENERGIE IN DER ENERGIEWENDE

BIOENERGIE

Der

FACTOR



Heike Neumann, Lena Panning

Bioenergieforschung INTEGRIERT

7. Energieforschungsprogramm des BMWi

Förderschwerpunkt, Energetische Biomassenutzung, biogene Rest- und Abfallstoffe, 7. Energieforschungsprogramm, Vernetzung, Wissenstransfer

Gemäß dem Titel der Konferenz Bioenergie – Der X-Factor steht für uns das X für die Vielseitigkeit der Nutzung der Bioenergie in den verschiedenen Sektoren, für Flexibilität von Speicher bis zu Power-to-X, für die breite Palette an Biomasse und biogenen Reststoffen, für den Technologiemix, für diverse und gut vernetzte Akteure. Bioenergie ist damit ein idealer Partner im erneuerbaren Energiemix und wichtiger Player in der Energiewende. Um das Potenzial der Bioenergie zur effizienten Nutzung noch weiter auszubauen und für einen raschen Transfer von Forschungsergebnissen in die Anwendung, fördert das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) über das 7. Energieforschungsprogramm Bioenergievorhaben im Förderschwerpunkt „3.7 Energetische Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe“. Nicht zuletzt spielt hier insbesondere auch der X-Factor „Kosten der Bioenergie im Wettbewerb“ eine wesentliche Rolle.

Der Projektträger Jülich (PtJ) ist für die Förderberatung zu Skizzen und Anträgen, einschließlich dem Begutachtungs- und Auswahlprozess, sowie der fachlichen und administrativen Abwicklung der Projekte in dem Förderschwerpunkt zuständig. PtJ begleitet die Bioenergieförderung bereits seit 2008 und hat dessen Weiterentwicklung entlang aktueller Forschungsbedarfe stetig unterstützt. Zudem koordiniert PtJ das Forschungsnetzwerk Bioenergie im Rahmen der BMWi-Forschungsnetzwerke. Aktuell besteht das Netzwerk aus über 600 Mitgliedern. Die Vernetzung und der Wissenstransfer der Akteure in dem Forschungsnetzwerk als auch generell darüber hinaus spielt eine entscheidende Rolle und ist eine wichtige Aufgabe. Die wissenschaftliche Begleitung und Organisation von Vernetzungsprozessen, Methodenabstimmungen, Arbeitsgruppen, Transfer- und Öffentlichkeitsarbeit innerhalb des gesamten Forschungsnetzwerkes Bioenergie wird in enger Abstimmung mit der Begleitforschung durch das Deutsche Biomasseforschungszentrum gGmbH (DBFZ) in Kooperation mit dem Projektträger Jülich realisiert.

Der Keynote-Vortrag des PtJ gibt einen Einblick in die förderpolitischen Ziele des Förderschwerpunktes zur Bioenergie und dessen Einbindung in das 7. Energieforschungsprogramm. Die Inhalte werden anhand von aktuellen Beispielprojekten skizziert. Darüber hinaus werden die Aktivitäten rund um die Vernetzung & Transfer vorgestellt.

STATEMENT

„PtJ als Hüter von Förderakten und Bioenergie-Kult: „Die Wahrheit ist irgendwo da draußen“ - in Anlehnung an die Kultserie Akte X.“



Heike Neumann, Lena Panning

Projektträger Jülich (PtJ)

Energiesystem: Integration (ESI)
Zimmerstrasse 26 – 27, 10969 Berlin

Kontakt

h.neumann@fz-juelich.de
l.panning@fz-juelich.de



Barbara Praetorius

Zur Rolle der Bioenergie in der Energiewende

Der Vortrag adressiert die Rolle der Bioenergie im klimaneutralen Energiemix der Zukunft. Die Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ hat der Bundesregierung im Januar 2019 ihre Empfehlungen für den notwendigen und machbaren Klimaschutzbeitrag der Energiewirtschaft überreicht. Unter den Mitgliedern der Kommission besteht nun ein breiter gesellschaftlicher Konsens darüber, dass Klimaschutz im Strom- und Wärmesektor wirtschaftlich und gesellschaftlich verträglich gelingen kann.

Dazu muss frühzeitig und sozialverträglich aus der Kohleverstromung ausgestiegen und zugleich deutlich in den schnelleren Ausbau der erneuerbaren Energien investiert werden. Im Mittelpunkt stehen dabei Solar- und Windanlagen, deren Kosten in den letzten Jahren dramatisch gesunken sind.

In diesem Kontext spielt die Bioenergie eine besondere Rolle. Sie ist ein Baustein zur systematischen Ergänzung der fluktuierenden erneuerbaren Energien, denn sie ermöglicht zusammen mit Speichern und Gasturbinen die zielgenaue Residuallastdeckung. Wichtig ist dabei die nachhaltige Bereitstellung der Biomasse, um neue Nutzungskonflikte zu vermeiden. Diese Aspekte müssen bei Anpassungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen und des Förderregimes eine zentrale Rolle spielen.

STATEMENT

„Bioenergie als X-Faktor ist kein Stoff für Mystery-Serien, sondern nützlich für die Energiewende, wenn an der richtigen Stelle und vor allem nachhaltig eingesetzt...“



Prof. Dr. Barbara Praetorius

htw Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Campus Treskowallee
Treskowallee 8, 10318 Berlin

Kontakt

+49 (0) 30 5019-2532
Barbara.Praetorius@HTW-Berlin.de

Karlheinz Steinmüller

Bioenergie als X-Faktor. Trends und Visionen am Anfang eines neuen Zeitalters

Die Welt befindet sich im rapiden Übergang von einem auf fossilen Brennstoffen beruhenden Industriezeitalter zu einer Epoche, die auf erneuerbare Energien setzt. Bei den vielfältigen Herausforderungen, die dieser Übergang mit sich bringt, kann Bioenergie ausgleichend wirken, die Transition erleichtern und selbst einen markanten Beitrag leisten. Aber auch darüber hinaus kann die nachhaltige Nutzung von Bioenergie die gesellschaftliche Resilienz in einer von Disruptionen, Volatilität und Instabilitäten gekennzeichneten Periode stärken.

Im Vortrag werden zentrale Trends in den Bereichen von Stromerzeugung, Mobilität und Wärme aufgegriffen und Schlussfolgerungen für Bioenergie gezogen. Technologietrends, etwa bei Künstlicher Intelligenz und fortgeschrittenen Biotechnologien, können den Übergang zu einer breit aufgestellten Bioökonomie unterstützen. Wie könnte eine sich an der Natur orientierende „Neo-Carbon-Economy“ aussehen? In fernerer Perspektive kommen auch Visionen wie grüne Ziegel und bioenergetische Gebäude in Betracht. – Weder lang- noch kurzfristig gibt es die eine ideale Lösung für den Übergang. Ein Zeitalter der Experimente und vielfältiger Innovationen steht an.

STATEMENT

„Die Zukunft steckt voller Wild Cards. Wir werden überrascht werden.“
 „Bioenergie heißt von der belebten Natur lernen - und die ist auf der Erde seit Jahrmilliarden erfolgreich.“



Dr. Karlheinz Steinmüller

Z_punkt GmbH The Foresight Company
 Moßkopfring 40, 12527 Berlin

Kontakt
 steinmueller@z-punkt.de

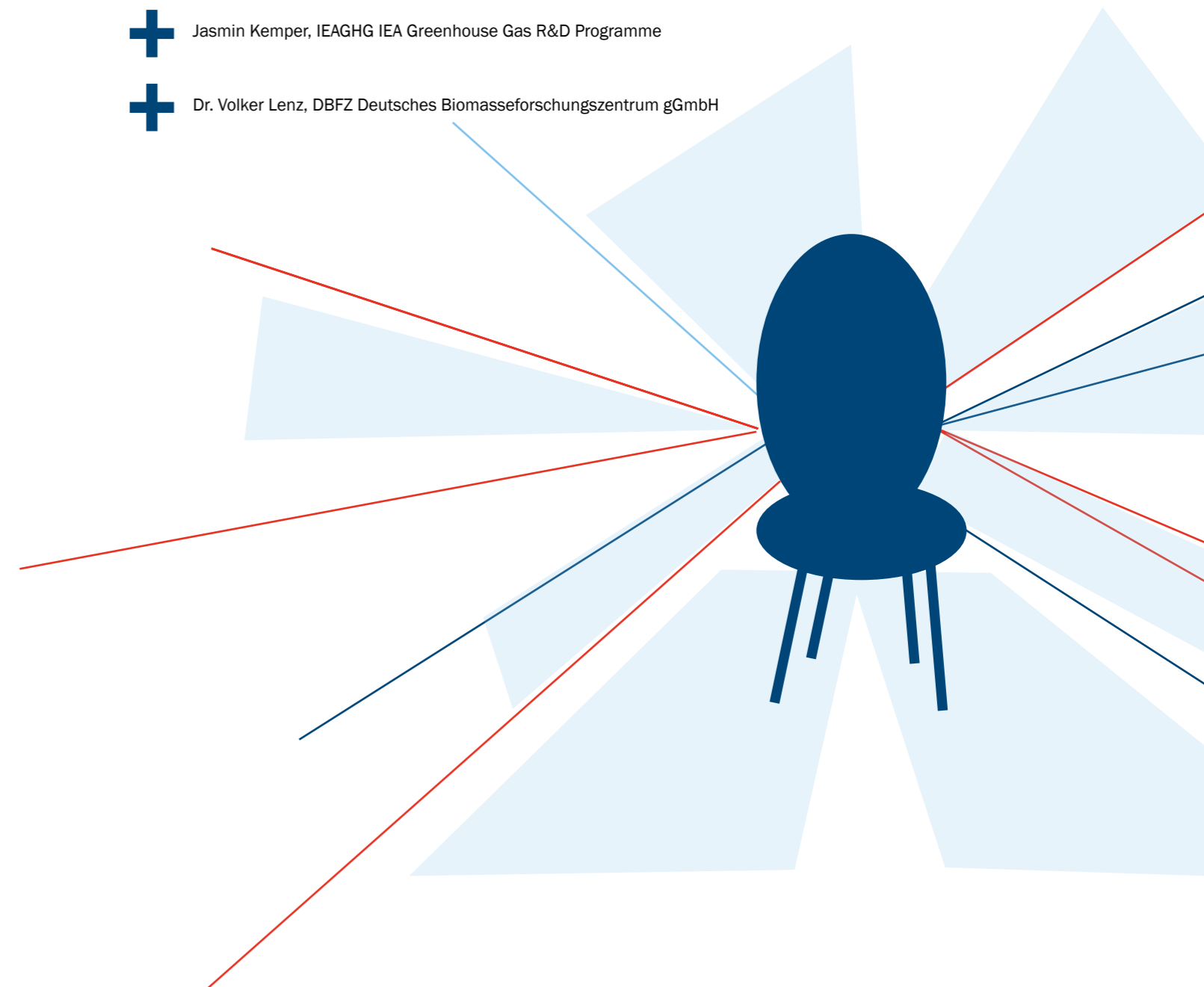
DER HEIßE STUHL

KONTROVERS NACHGEFRAGT | 17. SEPTEMBER 2019 12:00-13:00 UHR

Moderation: Malte Kreutzfeldt, taz

Mit Impulsen von

- + Prof. Dr. Barbara Praetorius, htw Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
- + Dr. Karlheinz Steinmüller, Z_punkt GmbH, The Foresight Company
- + Jasmin Kemper, IEAGHG IEA Greenhouse Gas R&D Programme
- + Dr. Volker Lenz, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH



ARBEITSGRUPPEN

DISKUTIEREN SIE MIT - 17. SEPTEMBER 2019 16:15-18:15 UHR

AG Strommarkt



Moderation:
Martin Dotzauer (DBFZ)

Agenda

10'

Vorstellung der AG Strommarkt –
Rück- und Ausblick

15'

Kennenlernen der TeilnehmerInnen

35'

Ausgetauscht: Diskussion à la World Café in
parallelen Diskussionsstammtischen/Klein-
gruppen (1. Runde)

15'

Pause mit einem Wechsel/Rotation der
Gruppen

40'

Ausgetauscht Diskussion à la World Cafe in
Diskussionsstammtischen/Kleingruppen
(2. Runde)

Themen

1. Digitalisierung/Steuerung & Regelung:
Welchen Bedarf in Richtung Digitalisierung,
Steuerung und Regelung gibt es im EE-Bere-
ich (Bioenergie & Kombination EE) mit Blick
auf den Strom- und KWK-Markt?
Moderation: Dr. Peter Kornatz (DBFZ)

2. Geschäftsfelder: Welche Anforderungen
für künftige Geschäftsfelder ergeben sich
hinsichtlich des Bedarfs an Digitalisierung,
Steuerung und Regelung im EE-Energie-
markt (Bioenergie & Kombination EE)?
Moderation: Martin Dotzauer (DBFZ)

3. Herausforderungen im Biogassektor: Was
sind die aktuellen Herausforderungen im
Biogassektor, was lässt sich mit Forschung
adressieren, was sind neue Geschäftsfelder
in diesem Bereich?
Moderation: Dr. Jan Liebetrau (DBFZ)

4. Biogene CO₂ Abscheidung und -nutzung /
Bioenergy with carbon capture and utiliza-
tion (Bio-CCU): Was wissen wir & wo soll es
hingehen?
Moderation: Alena Hahn (DBFZ)

AG Wärmemarkt



Moderation:
Dr. Volker Lenz (DBFZ)

Agenda

10'

Vorstellung AG Wärmemarkt –
Rück- und Ausblick

05'

Impulsvortrag zur Digitalisierung
(Kerstin Wurdinger, DBFZ)

15'

Kennenlernen der Teilnehmer

35'

Ausgetauscht: Diskussion à la World Café in
parallelen Diskussionsstammtischen/Klein-
gruppen (1. Runde)

15'

Pause mit einem Wechsel/ Rotation der
Gruppen

40'

Ausgetauscht Diskussion à la World Café in
Diskussionsstammtischen/Kleingruppen
(2. Runde)

Themen

1. Markt: Wie bekommt man die Technologie
in den Markt? Eine Frage der Technologie,
Politik, Kommunikation
Wie kann der Einsatz von kleinen und mit-
tleren Biomassefeuerungen im Austausch
bzw. als Ergänzung zu Ölheizkesseln be-
schleunigt werden?
Welche Rolle können in diesem Zusammen-
hang einerseits hochwertige Einzelraumfeu-
erungen sowie andererseits Pellets-Zentral-
heizungen einnehmen?
Moderation: Dr. Bodo Groß (IZES), Daniel
Hegele (Hoval)

2. Emissionen: Messen und analysieren?
Messwerte: Interpretieren?
Ergebnisse: Darstellen und vergleichen?
Moderation: Dr. Ingo Hartmann (DBFZ)

3. Digitalisierung & Steuerung: Welche Digi-
talisierungsmaßnahmen (Regelung, Steu-
erung, Flexibilisierung) sind insbesondere im
Bereich der Kombination von Erneuerbaren
Energien und Sektorenkopplung notwendig
(Herausforderungen & Andock-Punkte für
Industrie & Forschung)?
Moderation: Dr. Volker Lenz (DBFZ)

AG Bioenergie & Integration im Verkehr



Die AG Bioenergie & Integration im Verkehr ist die jüngste Arbeitsgruppe im Forschungsnetzwerk Bioenergie und findet 2019 zum ersten Mal im Rahmen der Statuskonferenz statt. Fokusthemen der Diskussion werden sein der Forschungsbedarf im 7. Energieforschungsprogramm, das Kennenlernen und die Vernetzung der neuen Partner.

Moderation:

Dr. Kati Görsch (DBFZ)

Agenda

15'

Begrüßung & Input Moderation

15'

Kennenlernen der TeilnehmerInnen (Vorstellungen, Forschungsschwerpunkte, Erwartungen & adhoc Agendavorschläge)

40'

Ausgetauscht: Diskussion à la World Café in parallelen Diskussionsstammtischen/Kleingruppen (1. Runde)

15'

Pause mit einem Wechsel/Rotation der Gruppen

35'

Ausgetauscht Diskussion à la World Café in Diskussionsstammtischen/Kleingruppen (2. Runde)

Themen

1. Bioenergie & Integration in Verkehr: Wo besteht Forschungsbedarf und wie spiegelt sich dieser im 7. Energieforschungsprogramm wieder?

Moderation: Dr. Kati Görsch (DBFZ)

2. Der Beitrag von Biokraftstoffen zur Reduzierung der Schadstoffemissionen von Verbrennungsmotoren: Stand und Forschungsbedarf

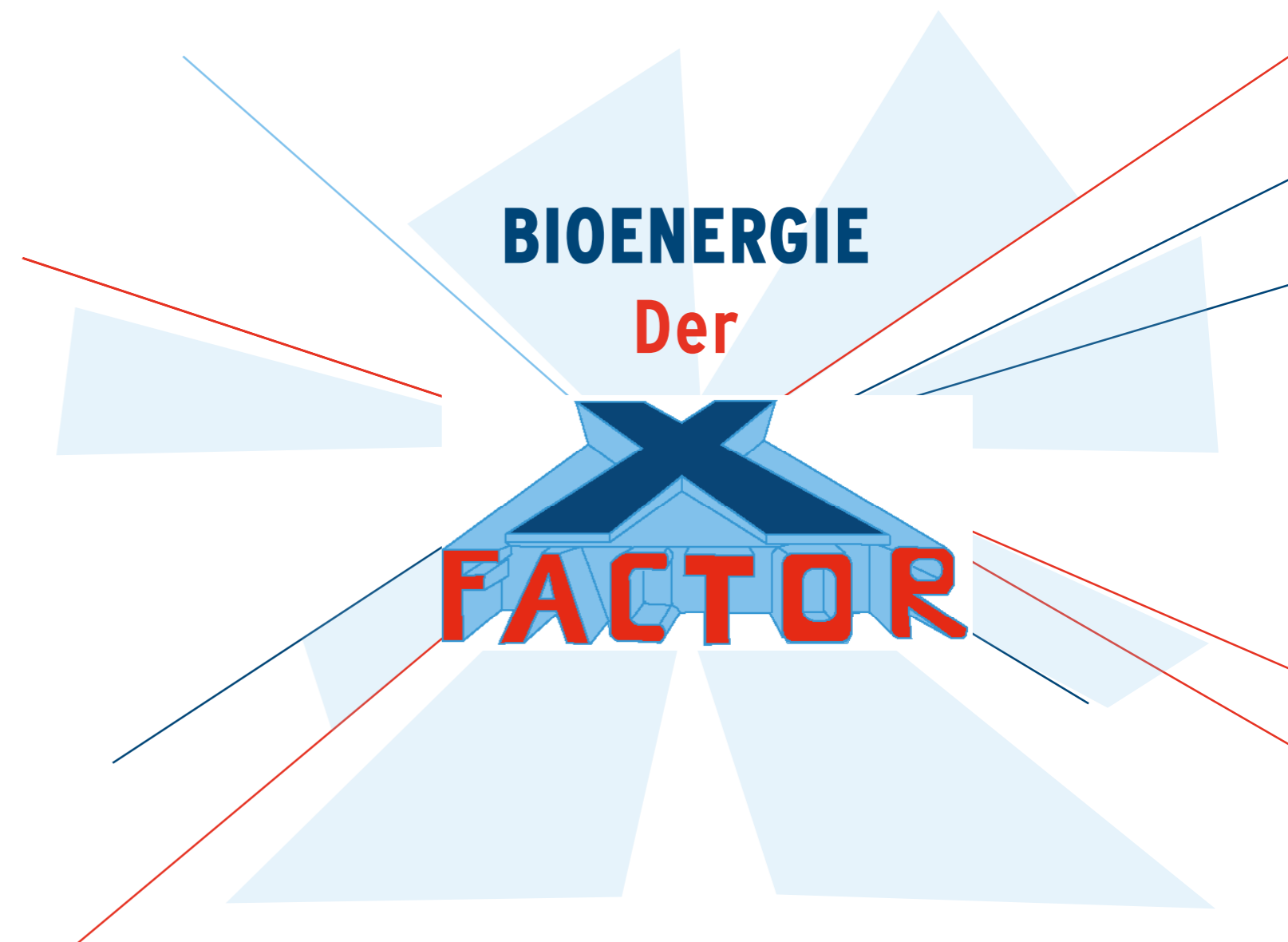
Moderation: Dr. Edgar Remmele (TFZ)

3. Bioenergie im Verkehrssektor zielgerichtet kommunizieren! – Welche Zielgruppe kann mit welchem Kommunikationsmittel erreicht werden?

Moderation: Dr. Robert Brandt (AEE)

IMPULSGEBER

BIOENERGIE IM SPANNUNGSFELD ZWISCHEN ENERGIE- UND KLIMAPOLITIK



Daniela Thrän

Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik - Strategien für eine nachhaltige Bioenergienutzung

Laut IPCC-Sonderbericht (2018) wird der globale Temperaturanstieg ohne zusätzliche Maßnahmen bereits zwischen 2030 und 2052 die 1,5 °C-Marke überschreiten. Um die globale Erwärmung auf diese Marke zu begrenzen, muss der Ausstoß von Treibhausgasen daher radikal verringert werden.

Als vielfältigster Energieträger unter den Erneuerbaren kann Bioenergie einen wichtigen Teil dazu beitragen. Sie muss dafür jedoch nachhaltiger hergestellt und eingesetzt werden als bisher. Eine konsistente Bioenergiepolitik muss künftig sicherstellen, dass deren Nutzung keine negativen sozialen und ökologischen Folgen hat.

In der Stellungnahme „Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik“ zeigt ESYS, eine Arbeitsgruppe des Akademienprojekts „Energiesysteme der Zukunft“ Möglichkeiten auf, wie die energetische Nutzung von Biomasse nachhaltig gestaltet werden und zu einer sicheren Energieversorgung beitragen kann. In der Keynote-Präsentation werden die Ergebnisse schlaglichtartig vorgestellt. Die wichtigsten Schlussfolgerungen kurz zusammengefasst sind:

Rest- und Abfallstoffe können risikoarm energetisch verwendet werden. In Deutschland gibt es große Potenziale an Restholz, Stroh und tierischen Exkrementen. Energetisch aufbereitet könnten diese bis zu 17 Prozent des zukünftigen deutschen Primärenergiebedarfs decken. Für einen nachhaltigen Einsatz muss Bioenergie systemdienlich genutzt werden: Sie kann diejenigen Funktionen im Energiesystem übernehmen, für die andere Erneuerbare ungeeignet sind. Bioenergie könnte beispielsweise Schiffe und Flugzeuge antreiben oder Wärme für Industrieprozesse liefern.

Klimamodelle zeigen, dass der Atmosphäre künftig CO₂ entnommen werden muss, um die Pariser Klimaziele zu erreichen. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um solche „negativen Emissionen“ zu erzeugen. Eine Option ist, Kohlendioxid in Bioenergieanlagen abzuscheiden und dauerhaft unterirdisch zu speichern (BECCS). Dieser Ansatz sollte bei künftigen Einsatzgebieten der Bioenergie mitbedacht werden.

Ein ausreichend hoher CO₂-Preis und Zertifizierungssysteme können sicherstellen, dass Bioenergie dem Klima nützt. Sie sind am wirksamsten, wenn nicht nur Bioenergeträger, sondern alle landwirtschaftlichen Produkte darin einbezogen werden.

STATEMENT

„Bioenergie - Der X-Factor: Wie in der Mysterierserie „X-Factor: Das Unfassbare“ scheint die Bioenergie durch ihre Vielseitigkeit in allen Dimensionen auch oft unfassbar und schwer bewertbar. Wir als Bioenergieforscher haben uns zur Aufgabe gesetzt, die verschiedenen Ressourcen, Technologien, Nutzungsvarianten, Kombinationen und Auswirkungen so effizient wie möglich zu gestalten und transparent zu bewerten, damit die Bioenergie tatsächlich als ein entscheidender Faktor den gewünschten Beitrag zum Klimaschutz leistet...“



Prof. Dr. Daniela Thrän

**DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt
+49 (0)341 2434 435
daniela.thraen@dbfz.de

Floor van der Hilst

International perspective on the current sustainability debate on biomass energy use (in English)

Global outlooks on climate change and GHG emission reduction indicate we need the use of biomass for bioenergy and negative emissions from BECCS (Bioenergy and Carbon Capture and Storage) to meet the 2 or preferably 1.5 degree targets of the Paris Agreements. Although the need for bioenergy has often been emphasized, there is also a strong opposition against bioenergy because of sustainability concerns. Sustainability concerns of bioenergy are frequently debated in societal, political and scientific arena's. Although there is an overall consensus on the need for sustainability criteria for bioenergy as well a general agreement on the key areas of concerns, there is much less agreement on to what extent bioenergy is meeting these criteria and how we actually measure this. The complexity of this debate is the result of the high diversity in the design and the management of biomass supply chains as well as the heterogeneity in the socio-economic and biophysical conditions in the regions of supply. In addition, there are various indicators, methods and tools to quantify the impacts of bioenergy production which in combination with assumptions on input data and system boundaries can result in contrasting results and conclusions on the sustainability of bioenergy. This leads to uncertainty among policymakers and industry which hampers the progress in bioenergy deployment.

We need to depolarize the debate on the sustainability of bioenergy and need to find the common ground on the acceptable conditions for sustainable biomass use. Transparent and site specific quantification of impacts, their uncertainties and tradeoffs, could move the discussion forward in a constructive way.

STATEMENT

„Bioenergy can play a critical role in the energy transition, due to its versatility, the readiness for use in available infrastructure, and the possibility for negative emissions.“



Dr. Floor van Hilst

Utrecht University
Vening Meineszgebouw A
Princetonlaan 8a, 3584 CB Utrecht

Kontakt
+31 (0) 30 253 7609
F.vanderHilst@uu.nl

BIOENERGIEFOREN

DREI PARALLELE FOREN

Block C Bioenergieforen Teil 1 13:30 - 14:50	Forum I Effiziente Techno- logien: Reststoffe erschließen & Emis- sionen mindern, Teil 1	Forum II Sektorkopplung: Bioenergie effizient koppeln	Forum III Bioenergie im Span- nungsfeld zwischen Klimaschutz & Ener- giewende
Block C Bioenergieforen Teil 2 15:30 - 17:00	Forum IV Effiziente Techno- logien: Reststoffe erschließen & Emis- sionen mindern, Teil 2	Forum V Systemintegration: Bioenergie intelligent im Energiesystem einbinden	Forum VI Bioenergie mobil und stofflich nutzen

Alexandra Pfeiffer^{1*}, Anja Mertens¹, André Brosowski¹, Daniela Thrän^{1,2}

Nachhaltige Mobilisierung der Ressource Stroh in Deutschland

Stroh, Potenzial, Mobilisierung, Stakeholder, Auktionsmodell

Die nachhaltige Nutzung aller verfügbaren Ressourcen kann einen wichtigen Beitrag leisten, um die deutschen Klimaschutzziele zu erreichen. Ein dabei noch nicht ausgeschöpftes Potenzial liegt in der Nutzung von biogenen Reststoffen und Abfällen. Das Nebenernteprodukt Stroh hat eines der höchsten mobilisierbaren Potenziale in Deutschland wie sich in verschiedenen Studien und Forschungsprojekten immer wieder gezeigt hat. Mit Bezug auf das Jahr 2015 wird davon ausgegangen, dass 5 bis 10 Millionen Tonnen Frischmasse an Getreidestroh als mobilisierbares technisches Biomassepotenzial zur Verfügung stehen (DBFZ Ressourcendatenbank, 2019).

Forschungsschwerpunkte

Jedoch stellt sich die Frage, warum dieses hohe Strohpotenzial sich aktuell noch nicht in Nutzung befindet. Genau mit dieser Frage befasst sich ein von der FNR und dem BMEL gefördertes Projekt, auf dem die hier präsentierten Ergebnisse beruhen. In diesem Rahmen werden folgende Forschungsfragen beantwortet: (1) Wie sieht der aktuelle Strohmarkt in Deutschland aus und (2) kann das dänische Auktionsmodell zum Stroheinkauf auf Deutschland übertragen werden? Um diese Fragen zu beantworten, wurde ein zweiteiliger Ansatz gewählt. Einerseits wird der deutsche Strohmarkt betrachtet, um aktuelle Vorgänge, Ver-/Kauf(s)verhalten sowie Qualitätsanforderungen der unterschiedlichen Nutzer besser zu verstehen; andererseits erfolgt das Studium des dänischen Strohmarkts, der seit einigen Jahrzehnten erfolgreich etabliert ist. Hierzu wurden über 50 Interviews und Gespräche mit relevanten Personen(-gruppen) und Experten geführt. Die Ergebnisse werden in Form einer öffentlich verfügbaren Broschüre für Landwirtschaft, Wirtschaft, Politik und Wissenschaft aufbereitet.

Ergebnisse

Der Strohmarkt in Dänemark bietet Preisstabilität und wurde primär politisch getrieben. Ferner begünstigen die dänischen Rahmenbedingungen wie Agrarstrukturen und Marktteilnehmer das erfolgreiche Handeln mithilfe eines (dezentralen) Strohauktionsmodells. Somit ist das dänische Auktionsmodell nur bedingt auf Deutschland übertragbar. Weitere Ergebnisse betreffen die Strukturen und Stakeholder des Strohmarktes in Deutschland. Generell ist der Strohmarkt eine Nische, bei dem das Agrarnebenprodukt frei gehandelt wird. Es gibt viele Akteure mit unterschiedlichsten Interessen, die auch über regionale und nationale Grenzen hinaus miteinander agieren. Er ist eher regional definiert sowie durch schwankende Marktpreise gekennzeichnet. Marktteilnehmer mit hohem Bedarf an Stroh bevorzugen für den Einkauf zentrale Marktstrukturen. Das Meinungsbild aus den Interviews zeigt ein generelles Interesse aller Akteursgruppen an einer effizienteren Nutzung von Stroh. Dafür ist ein geregelter Markt notwendig. Die Anforderungen an eine gemeinsame Ressourcenerschließung sind jedoch verschieden, sodass ein erfolgreiches Auktionsmodell nur gemeinsam erarbeitet werden kann.

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig

² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ

Referenzen

DBFZ Ressourcendatenbank (2019): Getreidestroh, <http://webapp.dbfz.de/resources>, Zugriff am 20.06.2019



Alexandra Pfeiffer

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt
+49 (0) 341 2434593
alexandra.pfeiffer@dbfz.de

Björn Schwarz

Verfahrenskonzept für die kombinierte Nutzung von Stroh und Geflügelmist in Biogasanlagen

Strohpellets, Substrataufschluss, Gärrestbehandlung

Die Biogasbranche in Deutschland steht spätestens seit dem EEG 2014 und nachfolgenden Novellierungen an einem Scheideweg. Aufgrund der stark rückläufigen EEG-Erlöse sowie einem zunehmenden Kostendruck besteht die reale Gefahr, dass es zukünftig einen Rückbau von technisch intakten Biogasanlagen aus wirtschaftlichen Gründen geben wird. Und dies, obwohl Biogasanlagen einen sehr wichtigen Beitrag zur Einhaltung der CO₂-Einsparziele leisten, indem sie sowohl selbst regenerativen Strom und Wärme bereitstellen als auch zur Integration der fluktuierenden Energiequellen (Sonne, Wind) maßgeblich beitragen, indem sie deren Schwankungen ausgleichen. In einigen Regionen stellt die Entsorgung der entstehenden Gärreste aufgrund des Überangebotes und der Einschränkungen zur Ausbringung von Stickstoff und Phosphor ein weiteres Problem dar.

Für einen wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen, insbesondere nach der EEG-Förderung, sind verschiedene Maßnahmen notwendig. Das vom BMWi geförderte Projekt STEP zielte dabei auf folgende Aspekte ab:

- » Erschließung und Aufbereitung von bisher wenig genutzten Biomassen (Stroh und Geflügelmist) → Kostenersparnis auf der Inputseite und Prozesssicherheit
- » Etablierung einer hoch effizienten Gärrestbehandlung zur Aufkonzentrierung von Nährstoffen und Erzeugung von Kreislaufwasser → Schließung von Wasser- und Nährstoffkreisläufen → Einsparung bei Transport, Frischwasser und Nährstoffen
- » Test der Verbrennung von überschüssigen Gärresten mit vorgeschalteter Aufbereitung → Möglicher Ansatzpunkt für zusätzliche energetische Nutzung der Biomasse

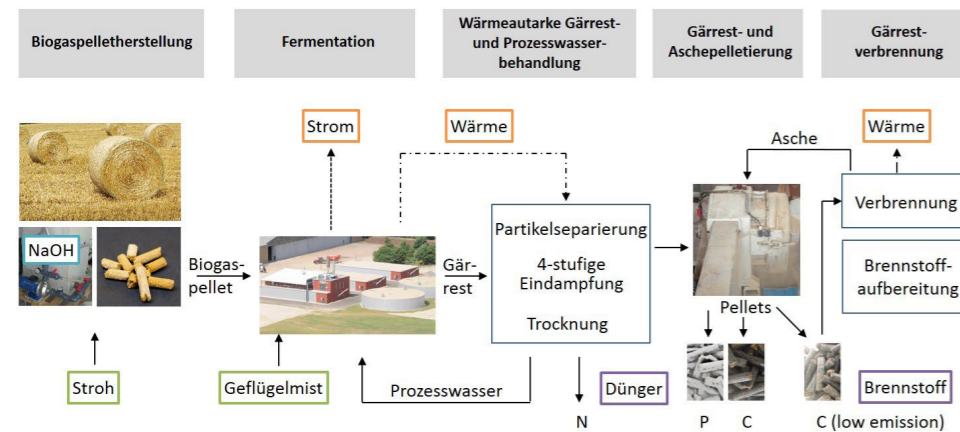


Abbildung 1
Verfahrenskonzept
des STEP-Projektes

Forschungsschwerpunkte

- » Mechanisch-chemischer Aufschluss von Stroh mittels NaOH und Pelletierung → höherer Biogasertrag, keine Schwimmschichten, einfaches Handling und Transport
- » Synergetische Kombination von Geflügelmist und Stroh als Einsatzsubstrat in Biogasanlagen → Ausgleich von Stickstoffüberschuss und Stickstoffmangel
- » Bewertung und Optimierung einer mehrstufigen Vakuumverdampfungsanlage → Effizienzbewertung und Verbesserung
- » Ausschleusung von Störstoffen aus Gärresten → Verbesserte Verbrennung (geringere Emissionen)

Konkrete Aktivitäten / Maßnahmen

Innerhalb des Projektes wurden alle Verfahrensschritte hauptsächlich im praktisch relevanten Maßstab untersucht. Insbesondere wurden 200 t Stroh mit NaOH ergänzt und pelletiert. Diese Pellets wurden in einer großtechnischen Biogasanlage eingesetzt und die entstehenden Gärreste aufbereitet. Die erzeugte Flüssigphase wurde in einer 4-stufigen Vakuumverdampfungsanlage eingedampft und teilweise getrocknet. Im Fokus standen hierbei verschiedene Verfahren zur vorgeschalteten Partikelseparierung. Die abpresste Faserfraktion wurde unterschiedlich gewaschen, getrocknet und einer Verbrennung sowohl im 100 kW- als auch im 400 kW-Maßstab zugeführt. Ergänzend wurden im Labor systematische Untersuchungen zu Teilaspekten und Langzeiteffekten durchgeführt. Alle Stufen wurden verfahrenstechnisch bewertet und optimiert.

In der Präsentation werden ausgewählte Ergebnisse aus dem praktischen Versuchsbetrieb präsentiert.



Björn Schwarz

Fraunhofer Institut für Keramische Technologien
und Systeme (IKTS)
Winterbergstr. 28, 01277 Dresden

Kontakt
+49 (0) 351 2553 7745
bjoern.schwarz@ikts.fraunhofer.de

Patrick Beuel^{1*}, Jamile Bursche¹, Christiane Rieker¹

Biogene Katalyse durch Kompostzusatz beim Einsatz von Weizenstroh in einem Bioaffineriekonzept

Lignocellulose, metabolon, Stoffstromkombination, Pretreatment

Biogene Reststoffe, z. B. Weizenstroh, sind aufgrund des globalen Klimawandels und des Wettbewerbs zwischen Lebensmittel- und Bioenergiemärkten für die Produktion von Bioenergie wichtig. Der hohe Gehalt an Lignocellulose hat eine Einschränkung der biologischen Abbaubarkeit des Strohs zur Folge (ZHONG et al. 2011). Daher müssen geeignete Vorbehandlungen vor der Erzeugung von Bioenergie durchgeführt werden. Im Rahmen des Forschungsprojekts :metabolon wurden thermo-biologische Vorbehandlungsmethoden von Weizenstroh für den optimierten Einsatz in der Bioenergieproduktion untersucht und verglichen.

Dabei war der Effekt von Kompost als natürliche Quelle von Mikroorganismen, die Lignocellulosematerialien zunächst aufschließen und dann zur Methanproduktion abbauen können, von besonderem Interesse. Mechanisch zerkleinertes Weizenstroh wurde mit Wasser angemischt, um einen Trockensubstanzgehalt (TS) von 30 % einzustellen. Die thermische Vorbehandlung der Proben erfolgte durch einen Autoklav (121 °C, 20 min). Anschließend wurde autoklaviertes Substrat mit Kompost aus der Heißrottenphase gemischt und unter aeroben Bedingungen bei 25 °C und anaeroben Bedingungen bei 55 °C für jeweils 14 Tage inkubiert.

Um die Effekte des Substrataufschlusses in die Fraktionen Cellulose, Hemicellulose und Lignin der einzelnen Vorbehandlungsschritte miteinander vergleichen zu können, wurden die jeweiligen Substratzusammensetzungen zur Bestimmung der Lignocelluloseanteile mittels HPLC analysiert (SLUITER et al. 2012). Zur abschließenden Beurteilung der untersuchten Vorbehandlungen wurde der Methanertrag in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 4630 mit Hilfe von Batch-Verfahren ermittelt.

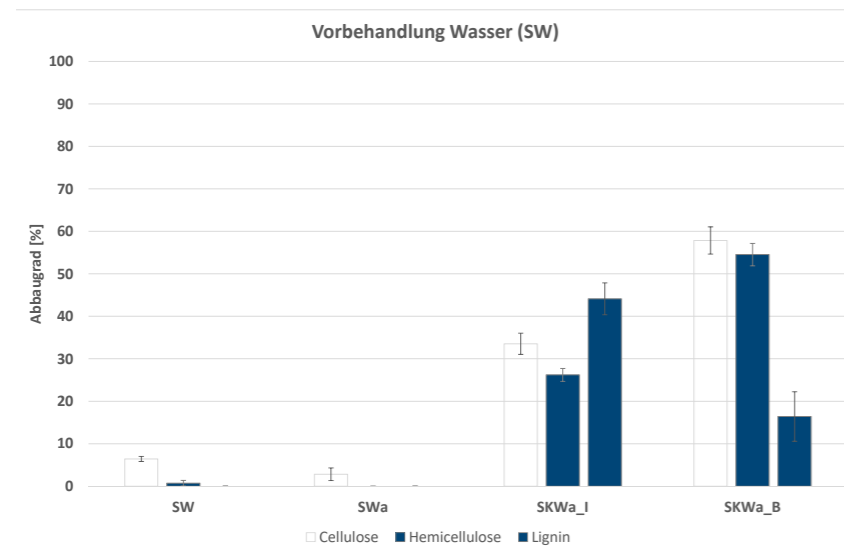


Abbildung 1
Abbaugrad der Cellulose, Hemicellulose und Klason-Ligninanteile der untersuchten Substratmischungen.

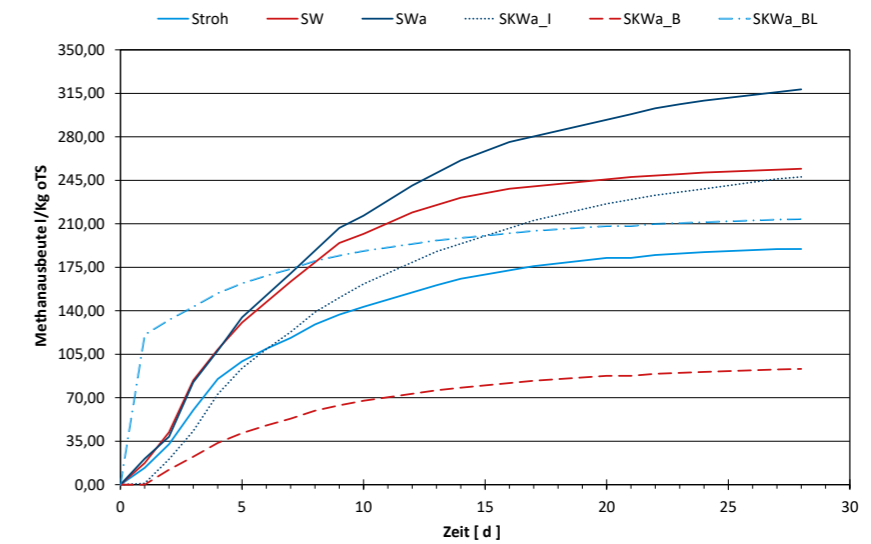


Abbildung 2
Kumulierte Methanausbeute bezogen auf oTS (L - Anaerobe Lagerung).

Die thermohydrolytische Vorbehandlung zeigt keinen Einfluss auf den Ligninaufschluss des Weizenstrohs. Der Abbau von Lignin wurde signifikant bei der aeroben biologischen Vorbehandlung der SK-Mischungen beobachtet. Der Abbaugrad von Cellulose und Hemicellulose war bei der anaerob gelagerten Probe am höchsten.

Hervorzuheben ist, dass während der Inkubation (SKWa_BL) die Hälfte des gesamten Methans produziert wurde und bereits in den ersten fünf Tagen eine Methanausbeute von ca. 162 L/kg oTS (ca. 121 L/kg oTS auf den Strohanteil umgerechnet) erzielt wurde.

Durch den Einsatz von Kompost als weitere Vorbehandlungskomponente kann das Wachstum von Cellulose-abbauenden anaeroben Mikroorganismen im thermophilen Bereich gewährleistet werden. Bezogen auf reines Weizenstroh weisen die Methanerträge der untersuchten Vorbehandlungsprozesse eine höhere Ausbeute auf. Durch die Kombination einer thermo-biologischen Vorbehandlung mit Kompost wurden aus den Polysacchariden Cellulose und Hemicellulose leicht vergärbare Moleküle wie Mono- und Oligosaccharide für die Biomethanisierung bereitgestellt.

Referenzen

- Zhong, W.; Zhang, Z.; Luo, Y.; Sun, S.; Qiao, W.; Xiao, M. (2011): Effect of biological pretreatments in enhancing corn straw biogas production. *Bioresource Technol.*, vol. 102, pp. 11177-11182.
- Sluiter, A.; Hames, B.; Ruiz, R.; Scarlata, C.; Sluiter, J.; Tempelton, D.; Crocker, D. (2012): Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass – Laboratory Analytical Procedure (LAP), Colorado: National Renewable Energy Laboratory.



Patrick Beuel

Technische Hochschule Köln
Betzdorferstr. 2, 50679 Köln

Kontakt
+49 (0) 221-8275-2415
patrick.beuel@th-koeln.de

¹ Technische Hochschule Köln, Fakultät für Anlagen, Energie- und Maschinensysteme, Cologne Institute for Renewable Energy (CIRE)

Josephine Hofmann¹, Peter Kornatz¹, Jürgen Pröter¹

Wirtschaftliche Bewertung von Substrataufschluss mit dem ELIRAS Konzept

Desintegration, Rührung, Ökonomie, Natronlaugenaufschluss



Hintergrund

Der Substrataufschluss birgt ein enormes Potenzial zur Effizienzsteigerung von Biogasanlagen: Verbesserung der Substratausnutzung, Senkung Energieaufwand, Erweiterung des Substrateinsatzspektrums. Angaben zu den Effekten einer Substrataufschlusseinheit sowie der Markt an Verfahren selbst ist vielfältig und unübersichtlich. Es fehlen Kriterien zur objektiven Bewertung.

Forschungsschwerpunkte

Im Forschungsvorhaben ELIRAS (Entwicklung eines Leitfadens zur Auswahl von standortspezifisch angepassten Rühr- und Substrataufschlussverfahren für Biogasanlagen, BMWi/PTJ, 01.01.2015 – 31.06.2018; FKZ: 03KB106) wurde ein Konzept entwickelt, welches eine einheitliche Herangehensweise zur wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Bewertung von Substrataufschlussverfahren ermöglicht. Nach dem ELIRAS-Konzept werden die Auswirkungen eines Substrataufschlusses auf den Biogasprozess auf drei Effekte zurückgeführt: Erhöhung des vergärbaren organischen Anteils, Steigerung der Reaktionsgeschwindigkeit und Veränderung der Hydrodynamik. Mit Hilfe einer Massenbilanzierung und Modellierung des Biogasprozesses sowie hydrodynamischer und granulometrischer Betrachtungen werden die Effekte im ELIRAS Modell theoretisch beschrieben. Die analytisch-experimentelle Grundlage dafür bildet eine umfassende Charakterisierung von Substrat und Fermenterinhalt sowie diskontinuierliche und kontinuierliche Gärversuche. Vor- und nachgelagert werden technische und ökonomische Rahmenbedingungen geprüft. Die Wichtigkeit einer ökonomischen Vorabschätzung wird bei der Bewertung von Substrataufschluss oftmals unterschätzt.

Konkrete Maßnahmen und Aktivitäten

Für die ökonomische Bewertung werden die Effekte eines Substrataufschlusses bei Biogasanlagen als eine erhöhte Gasausbeute je eingesetzter Einheit Substrat aufgefasst. Bei konstanten Substrateinsatzkosten ergibt sich eine höhere Produktion der verkaufsfähigen Strom- und Wärmemengen durch die Möglichkeit einer gesteigerten Gasproduktion. Umgekehrt ermöglicht die Beibehaltung der ursprünglichen Gasproduktion, Einsparungen in Substratmengen und somit in den Substrateinsatzkosten.

Die veränderte Rheologie des Fermenterinhaltendes infolge des Substrataufschlusses lässt eine geringere Rührleistung und somit verminderte Eigenstromkosten zur Durchmischung des Fermenters erwarten. Den betriebswirtschaftlichen Vorteilen eines Substrataufschlusses stehen die für den Aufschluss nötigen Investitionen, Verbrauchs- und Betriebskosten gegenüber. Für die Übertragung von Konzepten auf Praxisebene sind betriebswirtschaftliche Vorbetrachtungen auf Grund der bisher erzielten Erkenntnisse durchzuführen, um praxisrelevante Konzepte zur Betrachtung auswählen zu können. Hierbei ist auch zu beachten, dass die Übertragung von Techniken aus anderen Anwendungen dort zwar unter den gegebenen Bedingungen betriebswirtschaftlich tragfähig sind, sich bei der Biogasproduktion jedoch anders darstellen (aufgrund von Durchsatzmengen usw.).

Fallbeispielrechnung

Für die Definition eines Fallbeispiels wurde sich an in der Praxis etablierten, landwirtschaftlichen Biogasanlage mit 500 kW installierter Leistung und 8.000 Stunden Jahreslaufleistung im Volllastbetrieb orientiert. Nach dem Vorbild von Laborversuchen sollte auf der Beispielanlage ein mechanisch-chemischer Substrataufschluss (trockener Extrusion + Einweichen in Natronlauge, Abbildung 1), installiert werden.



Abbildung 1 Unbehandeltes (gehäckselt); mechanisch desintegriertes (trocken extrudiert/gemahlen) und mechanisch-chemisch desintegriertes (trocken extrudiert + Einweichen in Natronlauge) Winterweizenstroh.

Beim Einsatz von Natronlauge im Verhältnis von 5,8 % je Einheit Trockensubstanz Stroh, wurde im kontinuierlichen Labor-Gärversuch eine relative Gasertragssteigerung von 12 % nachgewiesen. Für die im Fallbeispiel betrachtete Praxisanlage ergibt dies einen Einsatz von 1,4 t 32 %iger Natronlauge pro Tag. Außerdem bewirkt die Desintegration eine Absenkung der verbrauchten Jahres-Strommenge um ca. 50 %. Der Substratmix wurde so gewählt, dass der Laborversuch in den Praxismaßstab übertragen wird und die technischen Voraussetzungen für einen volldurchmischten Rührkesselfermenter erfüllt werden.

- » Zu desintegrierender Bestandteil des Substratmixes: Stroh, in großem Anteil von ca. 18 %
- » mit ca. 68 % Rindergülle auf einen durchmischbaren Trockensubstanzgehalt gebracht, außerdem Stickstoff- und Spurenelementlieferant gemeinsam mit ca. 3 % Hühnertrockenkot
- » außerdem zu jeweils ca. 5 % aus Mais- und Zuckerrübensilage (Orientierung an der Praxis)

Ergebnisse

Annuitätenberechnungen zeigen, dass die Annuitäten der Kosten für den mechanisch-chemischen Substrataufschluss im Vergleich zur Referenz um ca. 42 % höher sind. Durch Substrateinsparungen ist eine deutliche Reduktion der Substratkosten eingetreten. Sie wurden jedoch von den Stromkosten des Extruders und in noch größerem Umfang von den hohen verbrauchsbezogenen Kosten durch die großen Mengen an Natronlauge überkompensiert. In Bezug auf die Stromgestehungskosten ist der mechanisch-chemische Aufschluss im Vergleich zur Referenz um 0,08 €/kWh teurer. Ein mechanisch-chemischer Natronlaugenaufschluss ist ökonomisch nicht sinnvoll.

Nur, wenn ein Substrataufschlussverfahren betriebswirtschaftlich tragfähig ist, sollte eine Installation in Betracht gezogen werden und eine wissenschaftliche Bewertung folgen. Der wissenschaftlichen Betrachtung vorgelagert sollte der erwartete Gasmehrertrag den zu erwartenden Investitionen und Betriebskosten in einer ökonomischen Überschlagsrechnung gegenübergestellt werden. Die zu erwarteten Ertrags- und Kostengerüste hängen dabei maßgeblich vom Anwendungskontext eines Verfahrens ab. Gleichzeitig können sich durch eine Vorabschätzung Ansatzpunkte erschließen, um ein Verfahren an sich technisch zu ändern, so dass es betriebswirtschaftlich tragfähig ist. Am Fallbeispiel hat eine ökonomische Vorabschätzung gezeigt, dass der mechanische-chemische Substrataufschluss mit Natronlauge zwar für Stroh in der Viehfutteraufbereitung in Jahren mit Futternaptheit Sinn machen kann, jedoch in Biogasanlagen durch die hohen Durchsatzmengen betriebswirtschaftlich nicht tragfähig ist.

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig



Josephine Hofmann

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt
+49 (0) 341 2434 570
josephine.hofmann@dbfz.de

Christian Müller¹, Johannes Schäffer¹, Felix Ortloff¹, Frank Graf¹, Thomas Kolb²

CO₂-Abtrennung mittels chemischer Druckwechselabsorption: Ein Einsatzfeld für Ionische Flüssigkeiten?

Biogasaufbereitung, ionische Flüssigkeiten, Druckwechselabsorption, Realgastest

Die Abtrennung von CO₂ zur Aufbereitung von Brenngasströmen (z. B. Biogas) oder die Bereitstellung von CO₂ mit dem Ziel der weiteren stofflichen Nutzung (carbon capture and utilisation, CCU), z. B. in Power-to-X Prozessen in der Energiebranche oder der chemischen Industrie, ist derzeit ein vielbeachtetes Forschungsfeld. Moderne Verfahren zur chemischen Absorption von CO₂ aus Rauchgasströmen verwenden hauptsächlich wässrige Aminlösungen als Waschflüssigkeiten. Diese Verfahren weisen jedoch einen hohen thermischen Energiebedarf für die CO₂-Desorption auf. Daher untersucht die DVGW-Forschungsstelle seit einigen Jahren ein neuartiges Absorptionsverfahren, welches alternative Waschflüssigkeiten, sog. Ionische Flüssigkeiten (ionic liquids, IL), verwendet. Im Gegensatz zu herkömmlichen Ansätzen ist das Hauptmerkmal des verfolgten Verfahrensansatzes die Regeneration der Waschflüssigkeit bei reduziertem Druck statt bei hoher Temperatur. Durch den vernachlässigbaren Dampfdruck von IL wird ein Verdunstungsverlust des Lösungsmittels vermieden. Das quasi-isotherme Prozessdesign führt zu einem deutlich reduzierten Energiebedarf (ca. 50 %) im Vergleich zu herkömmlichen chemischen Waschsyste men.

Im geplanten Beitrag wird ein Überblick über die im Projekt BGA-IL (FKZ: 03KB104A-C) erzielten Ergebnisse mit Schwerpunkt auf dem letzten Projektdrittel gegeben. Beginnend mit einer Einordnung des Verfahrensansatzes werden zum allgemeinen Verständnis einige ausgewählte Ergebnisse zur physikalisch-chemischen Charakterisierung von ILs vorgestellt. Das Hauptaugenmerk wird auf den Tests mit der an der DVGW-Forschungsstelle verfügbaren Miniplant-Versuchsanlage liegen. Dazu werden Details zum Design der Anlage und zu den Ergebnissen des Betriebs unter quasi-isothermen Bedingungen vorgestellt. Bei den Versuchen wurden Absorption und Desorption bei einer konstanten Temperatur von nur 80 °C durchgeführt, während der Druck im Desorptionsteil der Anlage von Umgebungsdruck auf typischerweise 40 bis 100 mbar reduziert wurde. Vielversprechende Ergebnisse einer experimentellen Kampagne im Feldeinsatz an einer Biogasanlage eines beteiligten Projektpartners zeigen, dass die Anlage unter Realgasbedingungen über 100 Stunden kontinuierlich und ohne Leistungseinbußen betrieben werden konnte. Neben den Ergebnissen aus dem BGA-IL Projekt wird ein Einblick in wissenschaftliche Folgeprojekte gegeben, in denen die Vielseitigkeit des Ansatzes demonstriert werden soll. Im Rahmen des europäischen H2020 Forschungsprojekts RECODE („Recycling von Kohlendioxid in der Zementindustrie zur Herstellung von Zusatzstoffen“) wird derzeit die Integration der Technologie im Pilotmaßstab vorbereitet, um CO₂ aus Rauchgasen zur weiteren chemischen Verwertung bereitzustellen (www.recodeh2020.eu). Hier ist ein Upscaling des Systems auf Pilotmaßstab mit einer angestrebten Menge von zu behandelndem Rauchgas von 50 m³/h (NTP) geplant. Darüber hinaus wird derzeit im Forschungsprojekt MethQuest (www.methquest.de) evaluiert, ob der Verfahrensansatz auch auf die Abtrennung von CO₂ aus Umgebungsluft übertragen werden kann.

¹ DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des KIT (DVGW-EBI)

² Engler-Bunte-Institut, Bereich chemische Energieträger – Brennstofftechnologie (EBI ceb)



BGA-IL
03KB104



WASZE
03KB119

Maik Orth¹, Bassel Ibrahim¹, Stefan König², Fabian Bröcker³

Alternatives Entsorgungssystem internationaler Schiffsabfälle zur Energieerzeugung

Abfall, Biogas, flexible Gaserzeugung Carbonisierungsverfahren, Biokohle

Die Kreuzfahrtbranche wuchs in den vergangenen Jahren stark, sie hatte im Jahr 2016 weltweit 24 Mio. Passagiere. Das Wachstum hält an, die Reedereien planen den Bau einer großen Zahl weiterer großer Kreuzfahrtschiffe. Künftig nehmen diese Kapazitäten von bis zu 6.000 Passagieren an. Das steigende Passagieraufkommen führt auch zu erhöhten Abwasser- und Abfallmengen an Bord. Diese müssen umweltgerecht und effizient im Rahmen der rechtlichen Möglichkeiten entsorgt werden, was Kreuzfahrtunternehmen und Häfen künftig vor große Herausforderungen stellt.

Derzeit werden diese relativ zentral anfallenden Abfallstoffe trotz hohen Energiegehalts und steigendem Aufkommen nur beseitigt und z. T. zu Lasten der Umwelt in die Meere geleitet. Die Abgabe des getrockneten Bioschlammes im Hafen erfolgt entsprechend der EU Hygienevorschrift VO(EG)Nr. 1069/2009. Demnach werden Abfälle hinsichtlich ihres Risikos für die Gesundheit von Mensch und Tier eingestuft. Küchenabfälle aus internationalem Verkehr werden der Kategorie 1 zugeordnet, die bedenklichste Stufe mit besonders hohen Entsorgungsanforderungen und entsprechend hohen Entsorgungskosten.

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines Verfahrens zur anaeroben Verwertung biogener Rest- und Abfallstoffe aus der Kreuzschiffahrt, insbesondere im Hinblick auf die erschwerten rechtlichen Anforderungen zur Verwendung von Küchenabfällen international eingesetzter Verkehrsmittel aus der Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 (EG Nr. 1069/2009). Es ist vorgesehen, das zu entwickelnde Gesamtverfahren als alternative Verarbeitungsmethode in die Durchführungsverordnung zur genannten EU-Verordnung aufzunehmen.

Forschungsschwerpunkte

Das angestrebte Verfahren zielt auf die Erschließung maritimer Rest- und Abfallstoffe und die Entwicklung einer klima- und energieeffizienten Technologie zur effektiven energetischen Verwertung dieser Stoffe ab.

Forschungsschwerpunkt 1: Entgegen der derzeitigen Lösung zur Lagerung der Speisereste und Abwasserschlämme an Bord sollen diese nicht energieaufwendig getrocknet, sondern im feuchten Zustand gelagert werden. Das Projektteam zielt hier auf eine bakterielle Versauerung ab, die sich durch einen niedrigen Energieaufwand auszeichnet. Deshalb wurden optimale Lagerungsparameter durch Lagerungsversuche mit unterschiedlichen Parameter-einstellungen zu ermitteln.

Forschungsschwerpunkt 2: Das zu entwickelnde Fermentersystem soll auf die speziellen Stoffeigenschaften der maritimen biogenen Stoffe abgestimmt sein, um so möglichst kompakt und energieeffizient zu arbeiten. Um saisonale Senken des Biomasseanfalls zu überbrücken, wurden verschiedene Betriebsoptionen hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Umsetzbarkeit untersucht.

Forschungsschwerpunkt 3: Durch die leichte Abbaubarkeit der Substrate sind grundsätzlich



Christian Müller

DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut
des KIT (DVGW-EBI)
Engler-Bunte-Ring 1, 76131 Karlsruhe

Kontakt
+49 (0) 721 608-41271
mueller@dvgw-ebi.de

¹ Innovations- und Bildungszentrum Hohen Luckow e.V.

² LUFA Rostock der LMS (LMS Agrarberatung GmbH) Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt

² ROSOMA – Rostocker Sondermaschinen- und Anlagenbau GmbH

hohe Durchsätze und kleine Reaktorvolumen realisierbar. Allerdings besteht hier die Gefahr des Ausspülens von Bakterien. Durch das Einbringen von Oberflächen in den Fermenter als Besiedlungsmöglichkeit sollen diese zurückgehalten werden. Im Fokus der Projektbearbeitung standen Rückhalte-mechanismen (Oberflächen) zur Ansiedlung von Bakterien. Hier galt es das optimale Verhältnis zwischen Oberfläche und Substratstrom zu ermitteln, um stabile und leistungsstarke Prozessabläufe zu erzielen.

Forschungsschwerpunkt 4: Aufgrund der rechtlichen Einordnung maritimer Abfälle als Kat 1 – Material mit entsprechend eingeschränkten Entsorgungsmöglichkeiten, ist eine Hygienisierung der Gärreste mit möglichst effizientem Energieeinsatz notwendig. Um die hygienische Unbedenklichkeit des zu entwickelnden Gesamtverfahrens zu realisieren, soll der Anaerobstufe eine Verkohlungsstufe nachgeschaltet werden. Im Projekt wurden zum Nachweis des Hygienisierungsgrades labortechnische Untersuchungen zum einen mit dem Verfahren der hydrothermalen Karbonisierung und zum anderen zur Pyrolyse durchgeführt. Der Nachweis der hygienischen Unbedenklichkeit erfolgte durch das gezielte Einbringen ausgewählter Keime in den Prozess.

Forschungsschwerpunkt 5: Auf Grundlage der Einzellösungen wurde da ein Gesamtkonzept für eine alternative ganzheitliche Entsorgung und Hygienisierung der biogenen Schiffsabfälle unter Berücksichtigung saisonaler Schwankungen im Substrataufkommen entwickelt.

Ergebnisse

Der Vortrag bezieht sich insbesondere auf die Hintergründe und Ziele der Projektidee. Die Ergebnisse der Lagerungsversuche, der Oberflächenfermentation, der Keimreduzierung und die Herstellung von stabiler und steriler Biokohle werden vorgestellt.

Referenzen

<http://www.bine.info/publikationen/projektinfos/publikation/schiffsabfaelle-verwerten-statt-verklappen/>

Hudde, J., Orth, M.; Ibrahim, B.; König, K.; Bröcker, F. (2017): Alternatives Entsorgungssystem für internationale Schiffsabfälle zur Energieerzeugung. 7. Statuskonferenz. Bioenergie. Flexibel und integriert in die nächste Epoche. 20- 21 NOV 2017 Leipzig.

Hudde, J., Orth, M.; Ibrahim, B.; König, K.; Bröcker, F.(2017): Biogaserzeugung aus Schiffsabfällen internationaler Herkunft. In: Tagungsband des 11. Rostocker Bioenergieforum. Schriftenreihe Umweltingenieurwesen Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock. Band 68 2017. S. 215 ff.

Biogas aus Abfällen von Kreuzfahrtschiffen. In: Schiff&Hafen. Ausgabe Nr. 10. Oktober 2016. S. 18 f.

Hudde, J.; Orth, M.; Seibicke, T. (2017): Reststoffpotentiale zur Biogaserzeugung schlummern im Rumpf. In: Biogas Journal. Ausgabe 1/2017. S. 64 f.

Hudde, J.; Orth, M. (2016): Biogaserzeugung aus Rest- und Abfallstoffen von Kreuzfahrtschiffen. In: Tagungsband 23. Energiesymposium Stralsund 2016. S. 75 ff.



Maik Orth

**Innovations- und Bildungszentrum
Hohen Luckow e. V.**
Bützower Str. 1a, 18239 Hohen Luckow

Kontakt
+49 (0) 3829574 104
maik.orth@ibz-hl.de

Tanja Schneider^{1*}, Dominik Müller¹, Jürgen Karl¹

BioWasteStirling - Langzeitbetriebserfahrungen mit einem wirbelschichtgefeuerten Stirlingmotor für die kleinskalige KWK



BioWasteStirling
03KB122

Biomasse, Wirbelschichtfeuerung, Mikro-KWK, Stirlingmotor

Niedrige Ascheschmelztemperaturen biogener Festbrennstoffe führen in Biomasseverbrennungen, vor allem in Rostfeuerungen, häufig zu Verschlackungen und Anbackungen an Kesselwänden und eingebrachten Wärmeübertragerflächen (YIN et al. 2008). Eine Absenkung der Verbrennungstemperaturen durch die Erhöhung des Luftüberschusses führt wiederum zu niedrigeren Feuerungswirkungsgraden und verhindert somit den Einsatz von biogenen Festbrennstoffen in kleinskaligen KWK-Anlagen. Durch die Nutzung von Wirbelschichtfeuerungen in Kombination mit direkt eingebrachten Tauchheizflächen kann eine effiziente Kühlung der Verbrennung realisiert werden, was gleichermaßen eine Senkung des Luftüberschusses und schließlich eine Erhöhung des Feuerungswirkungsgrades erlaubt ohne dabei die Ascheschmelztemperaturen zu überschreiten. Die hohe Brennstoffflexibilität und der gute Wärmeübergang im Wirbelbett ermöglichen daher die Erschließung von bisher ungenutzten biogenen Festbrennstoffen für die kleinskalige Strom- und Wärmeerzeugung (KUOSA 2007, CARDOZO 2014).

Konzept & Forschungsschwerpunkte

In den letzten Jahren wurde am Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik das Design für eine brennstoffflexible und skalierbare Mikro-KWK-Anlage bestehend aus einer Wirbelschichtfeuerung und einem Stirlingmotor entwickelt. Dabei werden die Erhitzerkopfflächen des Stirlingmotors direkt in das Wirbelbett eingebracht, wobei die hohe Wärmekapazität des Bettmaterials und die homogene Temperaturverteilung einen effizienten Wärmeübergang ermöglichen (siehe Abb. 1). Zur Partikelrückführung von u. a. mitgerissenem Bettmaterial dient ein liegender Horizontalzyklon, welcher mittels numerischer Simulationen entsprechend ausgelegt und optimiert wurde. In Laborversuchen zeigte sich, dass sowohl CO- als auch Feinstaubemissionen problemlos unter den Grenzwerten der 1. BImSchV liegen, wobei bereits elektrische Wirkungsgrade von 10 % erreicht wurden (MÜLLER 2018).

Im laufenden BMWi-Projekt „BioWasteStirling“ wird das vorgestellte Konzept zu einer Mikro-KWK-Anlage im Pilotanlagenmaßstab mit 45 kW thermischer und 5 kW elektrischer Leistung weiterentwickelt, wobei der Stirlingmotor vom Projektpartner Fraunhofer Thermal Motors bereitgestellt wird (SCHNEIDER et al. 2018). Im Feldtestbetrieb bei den SWW Wunsiedel wird daraufhin der Einsatz verschiedenster holzartiger Festbrennstoffe sowie biogener Reststoffe in mehreren wochenweisen Langzeittests untersucht. Im Fokus stehen dabei gleichermaßen das Bettmaterialmanagement und der kontinuierliche Ascheaustrag sowie das Erosionsverhalten der eingebrachten Tauchheizflächen abhängig von Materialauswahl, -design und Betriebszustand der Wirbelschichtfeuerung. Auf Basis der Langzeitergebnisse sollen verschiedene Einsatzszenarien für das entwickelte Mikro-KWK-Konzept definiert und durch eine Marktpotentialanalyse bewertet werden.

Ergebnisse

Der vorgeschlagene Beitrag soll die bisherigen Arbeiten und Ergebnisse des Projekts „BioWasteStirling“ zusammenfassen und näher erläutern. Neben der Skalierung und Optimierung der Wirbelschichtfeuerung musste eine Adaption des Erhitzerkopffdesigns an die Wirbelschicht erfolgen, was unter anderem durch numerische Simulationen mit der CPFD-Software Barracuda VR unterstützt wurde. Nach dem Aufbau und der Realisierung der Leittechnik, um einen unbeaufsichtigten Langzeitbetrieb zu ermöglichen, wurden zunächst erste Inbetriebnah-

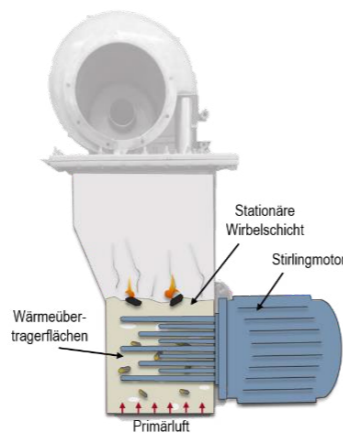


Abbildung 1
Konzept der Mikro-KWK-Anlage mit einer Wirbelschichtfeuerung und direkt eingebrachten Tauchheizflächen eines Stirlingmotors.

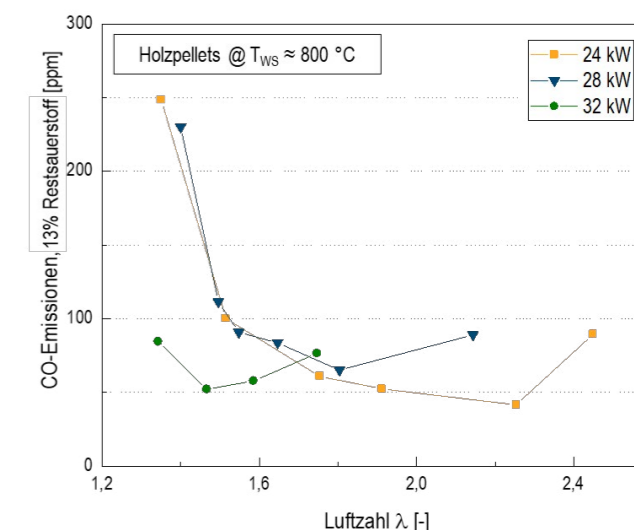


Abbildung 2
CO-Emissionen in Abhängigkeit von der Luftzahl λ und der Feuerungswärmeleistung bezogen auf 13 % Restsauerstoff

meversuche im Labor des EVT durchgeführt. Die Pilotanlage erreichte dabei bereits bei den ersten Versuchen die elektrische Nennleistung von 5 kW_{el}, was für einen guten Wärmeübergang auf die Erhitzerkopf des Stirlingmotors und eine erfolgreiche Adaption der Teilkomponenten spricht. In weiteren Charakterisierungsversuchen mit Holzpellets standen vor allem die CO- und Feinstaubemissionen der Wirbelschichtfeuerung im Fokus. Dabei ist eine klare Abhängigkeit der CO-Emissionen vom jeweiligen Betriebspunkt der Feuerung zu erkennen, allerdings konnten die Grenzwerte der 1. BImSchV zu jeder Zeit eingehalten werden (siehe Abb. 2). Auch die Feinstaubemissionen bleiben für Holzpellets unter den angegebenen Grenzwerten.

Gleichermaßen wurde der Einfluss verschiedener Betriebsparameter, wie Betttemperatur, Prozessdruck, Kühlvorlaufzeit und Fluidisierung, auf die elektrische Motorleistung untersucht und quantifiziert. Um stationäre Betriebspunkte und eine Regelungsstrategie für die Feldtestanlage zu bestimmen, wurde ein 72 h-Dautertest in Laborumgebung durchgeführt. Trotz wechselnder Betriebspunkte und Brennstoffschwankungen wurden konstant niedrige CO-Emissionen (< 320 ppm) erreicht und die gute Regelbarkeit und Stabilität bestätigt. Insgesamt erreichte die Pilotanlage je nach Betriebspunkt in diesem Langzeittest Wirkungsgrade von 13 – 16 %. Durch die weitere Wärmeauskopplung durch einen integrierten Rauchgaswärmeübertrager konnten Brennstoffausnutzungsgrade von über 85 % realisiert werden. Die Installation der Pilotanlage in der Feldtestumgebung bei den SWW Wunsiedel wird im September 2019 abgeschlossen sein. Die ersten Langzeitversuche mit holzartigen Brennstoffen werden zusätzliche Erkenntnisse über das Bettmaterial- und Aschemanagement zulassen und die Dauerlauffähigkeit der Anlage bestätigen.

Referenzen

- Yin C, Rosendahl LA, Kær SK (2008): Grate-firing of biomass for heat and power production. Prog Energy Combust Sci 2008;34:725–54. doi:10.1016/j.pecs.2008.05.002.
- Kuosa M, Kaikko J, Koskelainen L. (2007): The impact of heat exchanger fouling on the optimum operation and maintenance of the Stirling engine. Appl Therm Eng 2007;27:1671–6. doi:10.1016/j.applthermaleng.2006.07.004.
- Cardozo E, Erlich C, Malmquist A, Alejo L (2014): Integration of a wood pellet burner and a Stirling engine to produce residential heat and power. Appl Therm Eng 2014;73:671–80. doi:10.1016/j.applthermaleng.2014.08.024.
- Müller D. (2018): Kleinskalige Wirbelschichtfeuerungen zur Kraft-Wärme-Kopplung mit Stirlingmotoren. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.
- Schneider T, Müller D, Karl J. (2018): Biomass conversion with a fluidized bed-fired stirling engine in a micro-scale chp plant. Eur Biomass Conf Exhib Proc 2018;2018:630–4



Tanja Schneider

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg,
Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik
Fürther Straße 244f, 90429 Nürnberg

Kontakt
+49 (0) 911 5302 9038
tanja.t.schneider@fau.de

Manuel Kausche¹, Martin Helm¹, Manuel Riepl¹, Florian Menhart¹, Wolfgang Aich²

Zweistufige Biomasse-Wärmepumpe Komponenten | System | Potenzial



Wärmepumpe, Absorption, Brennstoffeinsparung, Kältemaschine, Hackschnitzel, Umweltwärmequelle

Der zunehmende Einsatz und Absatz von Wärmepumpen ist zu einem wesentlichen Baustein der Wärmewende und für Szenarien zur zukünftigen Wärmeversorgung in Deutschland geworden (LENZ et al. 2018, HENNING & PALZER 2015). Hocheffiziente, elektrische Kompressionswärmepumpensysteme können im Jahresmittel bereits das Vierfache der eigenen Antriebsenergie als nutzbare Wärme bereitstellen (GÜNTHER et al. 2017). Durch die Erschließung der Umweltwärmequellen mit niedriger Temperatur lässt sich somit der Primärenergiebedarf für die Deckung der Heizwärme klimafreundlich verringern. Damit soll im Zeitraum bis ins Jahr 2050 zukünftig ein Großteil der für die Wärme notwendigen Energie nahezu klimaneutral bereitgestellt werden. Die bei konventionellen elektrischen Wärmepumpen nachteilige Abhängigkeit von leistungsfähigen Stromnetzen, der nach wie vor hohe Anteil fossiler Brennstoffe bei der Stromerzeugung, sowie die für sogenannte Dunkelflauten vorzusehenden Speichersysteme oder Leistungsreserven ergeben jedoch die Notwendigkeit einer Diversifikation der Wärmebereitstellung. Auch die mit dem Kigali-Abkommen weltweit verschärften Vorschriften für Kältemittel und damit der zwangsläufige Umstieg auf klimaverträglichere, aber auch kostenintensivere Alternativen spielen bei Wärmepumpen und Kältemaschinen eine zunehmende Rolle (BMU 2016).

Das ZAE Bayern und die HDG Bavaria GmbH entwickeln daher im Forschungsvorhaben „BioWap“ gemeinsam ein zweistufiges Absorptionswärmepumpensystem, welches durch die direkte Feuerung mit holzartiger Biomasse (z. B. Hackschnitzel oder Pellets) angetrieben wird. Dabei ist der Bedarf für die elektrischen Hilfsaggregate sehr gering. Der hierfür eingesetzte Absorptionswärmepumpenprozess basiert auf dem klimaneutralen und umweltverträglichen Arbeitsstoffpaar Lithiumbromid und Wasser. Bei einer Nennwärmeleistung von etwa 110 kW lassen sich bis zu 60 kW aus Umweltwärmequellen wie Brunnenwasser oder Erdwärmesonden nutzen, der Brennstoffbedarf kann also gegenüber einem konventionellen Biomasse-Heizkessel halbiert werden. Zudem eignet sich dasselbe Anlagensystem zur effizienten Kältebereitstellung mittels Biomasseverbrennung und zeichnet sich durch große Temperaturhübe von über 80 K bei hoher Leistungsfähigkeit aus.

Die hohe Effizienz macht das System sowohl in ökonomischer als auch in ökologischer Hinsicht konkurrenzfähig. Die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage hängt dabei stark von den Kosten zur Erschließung der Umweltwärmequelle und vom Anwendungsfall ab. Insbesondere jedoch bei gleichzeitigem Heiz- und Kühlbedarf wird das System für den Endanwender aber auch für Contractoren interessant.

Die Konfiguration und Auslegung der Komponenten, sowie die Regelungsstrategie wurden im Projekt bereits auf Robustheit im Sinne von „Plug-and-Play“ bei gleichzeitig möglichst dynamischer Reaktionsfähigkeit getrimmt. Im Zuge des Entwicklungsprojekts wird das Gesamtkonzept – bestehend aus der innovativen Biomassefeuerungsanlage, einer Absorptionswärmepumpe (AWP) sowie der Systemhydraulik und -steuerung - im realen Leistungsmaßstab im Labor aufgebaut. Unter praxisnahen Bedingungen wird das Anlagensystem dort betrieben und hinsichtlich der Systemeffizienz, der erreichbaren Leistungsfähigkeit und der bei der Verbrennung freiwerdenden Emissionen untersucht.

Als Herausforderungen sind beispielsweise die verfahrenstechnische Umsetzung des Konzepts (wie etwa die Benetzungsoptimierung der Rohrbündelwärmetauscher oder die Optimierung der internen Prozessführung der AWP) zu nennen. Komplex gestaltet sich auch das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten im automatisierten Regelungs- und Steuerungssystem, welches u.a. die Trägheit der Feststoffverbrennung und die Anforderungen des Ab- und Desorptionsprozesses im Vakuum berücksichtigt.

In diesem Konferenzbeitrag werden das Systemkonzept und die Betriebsstrategie skizziert, sowie die entwickelten Komponenten vorgestellt. Die Darstellung möglicher Anwendungsfälle, die Betrachtung wirtschaftlich relevanter Kenngrößen im Vergleich zu konventionellen Wärmebereitstellungssystemen (Gas- und Holzessel, el. Wärmepumpen), sowie die voraussichtliche Einsparung von Brennstoff und Emissionen geben einen Überblick über das Potential des entwickelten Anlagensystems.

Referenzen

- Lenz, V., Naumann, K., Denysenko, V., Daniel-Gromke, J., Rensberg N., Rönsch, C., Janczik, S., Maslaton, M., Hilgedieck, J., Kaltschmitt, M. (2018): Der Energiemarkt im Fokus: Aktuelle Entwicklungen und Trends aus der Energiewirtschaft und Energietechnik. In: BWK – DAS ENERGIE-FACHMAGAZIN. Bd.70 (2018) Nr.5, pp. 56–81.
- Henning, H.M., Palzer, A. (2015): WAS KOSTET DIE ENERGIEWENDE? WEGE ZUR TRANSFORMATION DES DEUTSCHEN ENERGIESYSTEMS BIS 2050. URL: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/was-kostet-die-energiewende.html> (Stand 11.04.2018). pp. 36-38.
- Günther, D., Wapler, J., Langner, R., Helmling, S., Miara, M. (2017): Effizienz und Betriebsverhalten von Elektro-Wärmepumpen in EFH-Bestandsgebäuden auf Basis von Feldmessdaten.
- In: DKV-Tagungsbericht 2017, Deutsche Kälte-Klima-Tagung 2017 Bremen, 22.-24. Nov, 2017, Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein e.V. (DKV), Hannover
- BMU. (2016): Weltweite Reduzierung klimaschädlicher Kältemittel beschlossen. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 15.10.2016 | Pressemitteilung Nr. 249/16 | Klimaschutz. URL: <https://www.bmu.de/pressemitteilung/hendricks-einigung-von-kigali-ist-meilenstein-fuer-den-klimaschutz/> (Stand 11.04.2018).



Manuel Kausche

ZAE Bayern e. V.
Walther-Meißner-Str.6, 85748 Garching

Kontakt
+49 (0) 89 329442-90
Manuel.Kausche@ZAE-Bayern.de

¹ ZAE Bayern e. V., Garching

² HDG Bavaria GmbH, Massing

Sylvio Nagel¹, Ludger Eltrop¹

Auswirkung einer verstärkten Nutzung von Biomasse im Transport auf die Rolle der Bioenergie im Strom- und Wärmesektor

Allokationsproblem, Emissionsreduktion, Flexibilitätsoption, Sektorkopplung, Strommarktmodell

Eine verstärkte Nutzung von Biokraftstoffen als Energieträger im Transport hat vielfältige Vorteile. Für Verbrennungsmotoren ist beispielsweise Methan die CO₂-ärmste Energiequelle (BONALDO 2018) und kann so einen Beitrag zur Emissionsreduktion leisten. In Transportbereichen, für die eine hohe Energiedichte gefordert ist, so wie sie von batterieelektrischen Antrieben derzeit nicht erreicht werden können, stellt der Einsatz von Kraftstoffen auf biogener Basis eine gute Option dar (FVEE, ed. 2016).

Die Nutzung von Biomasse für Transportzwecke hat Auswirkungen auf andere Sektoren der Energiewirtschaft. Durch die Verwendung der begrenzt verfügbaren Biomasse als Kraftstoff reduziert sich das zur Verfügung stehende Biomassepotential für die Nutzung im Strom- und Wärmebereich. Im Stromsektor stehen mit Wind- und Photovoltaikanlagen nachhaltige und aussichtsreiche Technologien aus Erneuerbaren Energien zu Verfügung. Studien zeigen jedoch, dass bei höheren EE-Anteilen im Stromsystem die Bioenergie als Flexibilitätsoption vorteilhaft für die Gesamtkosten des Systems ist (FLEISCHER 2017). Die Nutzung von Biomasse im Strom-Wärmesystem wirkt also positiv auf die volkswirtschaftlichen Kosten der Energiewirtschaft insgesamt.

Dies führt zu einer Konkurrenzsituation und einem Allokationsproblem der Nutzung von Biomasse zwischen den Bereichen Transport, Strom und Wärme. Eine Untersuchung und Bewertung dieses Zusammenhangs ist für eine adäquate Beurteilung der Rolle von Biomasse im Energiesystem und für den Klimaschutz daher unerlässlich.

Gegenwärtiger Kenntnisstand

- » Der flexible Einsatz von Bioenergie wirkt bei hohen Anteilen Erneuerbarer Energien im Strom- und Wärme-System kostensenkend (FLEISCHER 2017).
- » Künftige Entwicklungen im Verkehr führen zu einem hohen Strombedarf, der als Flexibilitätsoption im Strom-Wärmesystem genutzt werden kann.
- » Biomasse hat das Potenzial, energiereiche Kraftstoffe für den Verkehrssektor bereitzustellen. Diese Nutzung zieht eine bisher wenig berücksichtigte Minderung der Verfügbarkeit von Biomasse im Strom-Wärmesystem nach sich.
- » Es gibt vielseitige Prognosen darüber, wie sich der Transportsektor in Zukunft verändern wird (WIETSCHEL et al. 2018). Jede dieser Veränderung führt zu weitergehenden Effekten auch für die Stromversorgung und den Flexibilitätsbedarf.

Fragestellung

In diesem Vortrag sollen daher die beiden folgenden, aufeinander aufbauenden Fragen beantwortet werden:

1. Welche Effekte hat die Nutzung von Biokraftstoffen im Transport auf ein kostenoptimales Strom- und Wärme-System?
2. Unter welchen Entwicklungen im Transportsektor muss die Kraftstoffherzeugung aus Biomasse (auch) in Zukunft mit einer starken Konkurrenz durch den Bedarf einer flexiblen Stromerzeugung aus Biomasse rechnen?



OptiSys
03KB129

Methodik

Für die Analyse der Rolle von Bioenergie im Strom- und Wärmesystem werden die spezifischen Eigenschaften der Technologien modelltechnisch erfasst und analysiert. Neben der Auskopplung von KWK-Wärme wird eine hohe zeitliche Auflösung des Stromsektors berücksichtigt, da bei höheren Anteilen fluktuierender Erneuerbarer Energien im Stromsystem die stündliche Diskrepanz zwischen Angebot und Nachfrage steigt. Eine Überbauung von Biogas-BHKWs kann die benötigte Flexibilität bereitstellen und wird daher explizit berücksichtigt. Zur Bewertung wird das lineare Elektrizitätsmarkt- und Fernwärmemodell E2M2 verwendet (STEURER 2016).

Darauf aufbauend wird durch eine Variation der Parameter analysiert, welche Effekte eine verstärkte Nutzung von Kraftstoffen auf Basis von Biomasse auf die Gestaltung eines kostenoptimalen Strom-Fernwärme-Systems hat und welche Kosten entstehen, wenn weniger Biomasse zur Verfügung steht. Die abschließende Bewertung zeigt, ob und unter welchen Bedingungen die flexible Stromerzeugung aus Biomasse kostenoptimal ist und ob ungenutztes Potential für die Kraftstoffproduktion erwartet werden kann.

Ergebnisse

Erste Ergebnisse zeigen, dass eine Nutzung der Biomasse im Stromsektor sehr stark davon abhängt, wie sich andere Optionen zur Flexibilitätsbereitstellung entwickeln. Billigere und effizientere Speicher und lastseitige Ausgleichsoptionen (PtX) könnten dafür sorgen, dass die stark dargebotsabhängige Stromversorgung über Sonne und Wind ohne zusätzlichen Ausgleich über flexible Biogas-BHKWs ausreichend ist – eine entsprechende Technologieentwicklung vorausgesetzt. Transportseitig spielen hier für die Flexibilisierung insbesondere eine mögliche Speichernutzung von batterieelektrischen Fahrzeugen und ein zeitlich flexibler Einsatz von Power-to-Gas eine Rolle. Nur das ließe Biomassepotentiale für eine Nutzung als Kraftstoff kostengünstig frei werden.

Referenzen

- Bonaldo, F. (2018): Entwicklungsperspektiven und Fokus der Nutzung regenerativer Kraftstoffe bis 2030: Biomethan. Leipziger Biokraftstoff-Fachgespräch 2018, 19 Apr (Leipzig).
- Fleischer, B. (2017): Systemkosten von Bioenergie und fluktuierenden Erneuerbaren am Strommarkt. 7. Statuskonferenz Energetische Nutzung von Biomasse, 21 Nov (Leipzig).
- Forschungsverbund Erneuerbare Energien (FVEE) (2016) (ed.): Erneuerbare Kraftstoffe für Mobilität und Industrie. F. Müller-Langer, R.-U. Dietrich, K. Arnold et al.
- Steurer, M. (2016): 'Analyse von Demand Side Integration im Hinblick auf eine effiziente und umweltfreundliche Energieversorgung'. Dissertation (Stuttgart, Universität Stuttgart).
- Wietschel, M., Kluschke, P., Oberle, S. et al. (2018): Überblickstudie: Auswertung von Studien und Szenarien der Energiesystemanalyse mit Schwerpunkt "Mobilität" (Karlsruhe).

¹ Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)



Sylvio Nagel

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle
Energieanwendung (IER)
Heßbrühlstraße 49a, 70565 Stuttgart

Kontakt
+49 (0) 711 685-60760
sylvio.nagel@ier.uni-stuttgart.de

Max Becker¹, Johannes Schächinger², Ulrike Mayer²

Erbringung von Systemdienstleistungen aus Biogasanlagen - der Beitrag aus Bioenergie für einen sicheren Netzbetrieb

Systemdienstleistungen, Anlagenauslegung, Stromnetz, Blindleistung, Engpassmanagement

Hintergrund und Zielsetzung

Bislang profitieren Biogasanlagen stark von den Förderungen aus dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz. Um auch nach dem Auslaufen der 20-jährigen Förderphase einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen zu ermöglichen, müssen neue Konzepte für Vermarktungsstrategien im Kontext des zukünftigen Energiesystems entwickelt werden. Insbesondere für einen stabilen Betrieb der Stromnetze könnten die Biogasanlagen einen wichtigen Beitrag leisten. Verschiedene Systemdienstleistungen, welche bislang aus konventionellen Großkraftwerken erbracht wurden, müssen fortan durch alternative Technologien bereitgestellt werden.

Im Forschungsprojekt OPTIBIOSY wird deshalb die Erbringung von Momentanreserve (Schwungmasse), Blindleistung, die Unterstützung beim Engpassmanagement der Netzbetreiber und ein Beitrag zum zukünftigen Netzwiederaufbaukonzept durch Biogasanlagen untersucht. Das dreijährige Forschungsprojekt wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aus dem Sondervermögen „Energie- und Klimafonds“ gefördert, Projektträger ist die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V..

Forschungsschwerpunkte und Projektaktivitäten

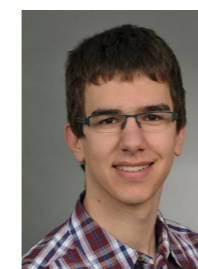
In der ersten Projektphase wurde zunächst eine Analyse des derzeitigen Anlagenbestands in Deutschland durchgeführt. Als Inputgröße für die nachfolgende Analyse der Netzanforderungen wurden die Anlagen koordinatengenau verortet, sodass eine genaue Bestimmung ihrer Position im Stromnetz ermöglicht wird. Außerdem wurden die aktuell installierten Technologien, Stand der Technik bei der Auslegung, die genutzten Vermarktungsstrategien und die Zukunftsaussichten für die Post-EEG-Zeit untersucht. Hierfür wurde auch eine Datenerhebung an mehreren realen Anlagen durchgeführt, sodass eine möglichst realitätsgetreue Betrachtung der aktuellen Situation in der Biogasbranche möglich wird. Nach der Aufnahme der IST-Situation soll nun die Analyse der technischen Anforderungen an die Anlagen zur Flexibilisierung für einen systemdienlichen Betrieb folgen. Dabei wird sowohl die Verfahrens- und Anlagenauslegung zur Erbringung der Systemdienstleistung untersucht als auch umfangreiche Analysen hinsichtlich der BHKW-Auslegung und der Auswirkungen auf Motor und Generator durch den flexiblen Betrieb angestellt.

¹ Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden

² Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg

Des Weiteren werden im Projekt die monetären Werte für die Erbringung der Systemdienstleistungen analysiert. Da der Nutzen für Netzbetreiber und andere Marktakteure zum Teil stark abhängig vom Anschlusspunkt der Anlagen am Stromnetz und dessen Topologie ist, werden hierfür Netzberechnungen durchgeführt. Diese berücksichtigen in unterschiedlichen Szenarien beispielsweise die Entwicklung der installierten Leistung aus Erneuerbaren-Energien-Anlagen sowie verschiedenen Lastsituationen. In Kombination mit den Netzanalysen werden durch umfangreiche Analysen und Literaturrecherchen die zukünftigen Erlöse für Anlagenbetreiber abgeschätzt.

Als Ergebnis soll im Projekt ein Optimierungsmodell entwickelt werden, welches für verschiedene Biogasanlagentypen die optimale Auslegung und Marktteilnahmestrategien für einen wirtschaftlichen Betrieb ermittelt. Dabei werden neben der neuen Vermarktung von Systemdienstleistungen auch bislang schon etablierte Vermarktungsoptionen, wie die Teilnahme am Strom- und Regelleistungsmarkt berücksichtigt. Das Modell basiert auf einer heuristischen Optimierung, die zunächst den Lösungsraum eingrenzt, und einer darauf aufbauenden numerischen Optimierung zur analytischen Berechnung der optimalen Vermarktungsstrategie der Anlage. Berücksichtigt werden sollen hierbei alle Ergebnisse der vorgehenden Analysen, insbesondere die geänderte Anlagenauslegung, die zusätzlichen Investitions- und Betriebskosten sowie die Verortung der Anlage im Anschlussnetz und dem daraus resultierenden technischen und wirtschaftlichen Nutzen für Netzbetreiber und andere Marktakteure.



Johannes Schächinger

Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg
Seybothstraße 2, 93053 Regensburg

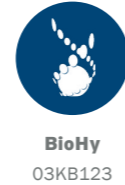
Kontakt

+49 (0) 941 943 9804
johannes.schaechinger@oth-regensburg.de

Robert Manig¹, Jürgen Tenbrink², Hartmut Krause³

Energetische und ökonomische Optimierung von Biogasanlagen durch die getrennte Erzeugung von Biowasserstoff und Biomethan (BioHy)

Biogas, Wasserstoff, Methan, zweistufiges Verfahren, CO₂-Reduktion



Biogasanlagen tragen in einem erheblichen Maß zur Reduzierung der anthropogenen Kohlenstoffdioxidemissionen bei. Die Kohlenstoffdioxidreduktion der in Deutschland ca. 9.000 installierten Biogasanlagen beträgt ca. 20 Mio. Tonnen pro Jahr (FACHVERBAND BIOGAS E.V. 2015). Aktuell besteht Bedarf an innovativen und wirtschaftlich sinnvollen Maßnahmen, welche die bestehenden Anlagen sowohl ökonomisch als auch ökologisch verbessern. Wesentliches Ziel ist es, die Anlagen für die Zukunft konkurrenzfähig und unabhängig von einer EEG-Vergütung machen.

Im Forschungsvorhaben „BioHy“ wird ein Verfahren entwickelt, welches den konventionellen Biogasprozess in einem Fermenter um eine Wasserstoffstufe (Versäuerung) erweitert. Die räumliche Trennung von Hydrolyse bzw. Versäuerung und Methanbildung ermöglicht die Bereitstellung von zwei biogenen Gasen – ein wasserstoffhaltiges Biogas und ein methanhaltiges Biogas (MANIG et al. 2017), (Abbildung 1). Die angestrebte Verfahrenserweiterung bietet zwei grundlegende Vorteile gegenüber der herkömmlichen, einstufigen Variante. Zum einen ist durch den besseren Substrataufschluss in der sauren Wasserstoffstufe mit höheren Methanausbeuten zu rechnen. Zum zweiten wird durch die Beimischung des wasserstoffhaltigen Biogases zum methanhaltigen Biogas dessen Verbrennungseigenschaften im BHKW verbessert, d. h. der Wirkungsgrad steigt bei sinkenden Emissionen (Verminderung von unverbrannten Kohlenwasserstoffen, Formaldehyd etc.), (EICHERT & JARNOVICs 2013). Im Gegensatz zu bestehenden Hydrolysestufen soll, als Kern des Projektes, die Vorstufe auf eine stabile und kontinuierliche Wasserstoffproduktion ausgerichtet werden. Das entstehende, mit organischen Säuren stark angereicherte, Fermentat wird in der zweiten Stufe zu methanhaltigem Biogas umgesetzt. Resultat steht eine Technologie zur Verfügung, welche der energetischen und wirtschaftlichen Optimierung von bestehenden Anlagenkonzepten dient und eine effizientere Erzeugung von Strom und Wärme aus Biomasse, wie industriellen Reststoffen, ermöglicht.

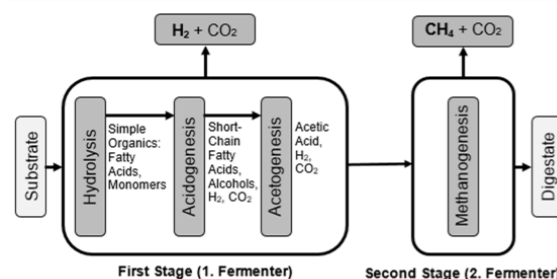


Abbildung 1 Prinzip des zweistufigen Prozessregimes zur simultanen Produktion von Biowasserstoff und Biomethan (MANIG et al. 2018)

¹ DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
² EnviTec Anlagenbau GmbH & Co.KG
³ TU Bergakademie Freiberg

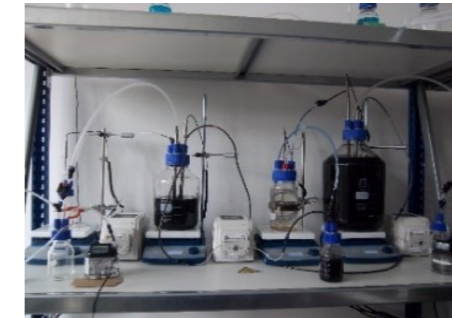


Abbildung 2
Zweistufige Laborbiogasanlage im 10 Liter-Maßstab am DBI



Abbildung 3
Zweistufige Technikumbiogasanlage im 2 m³-Maßstab am DBI

Forschungsschwerpunkt / Maßnahmen

Die wesentlichen Schwerpunkte der Forschungsarbeiten von DBI liegen in der Weiterentwicklung des Verfahrens zur wasserstoffgeführten Hydrolysestufe auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus vorangegangenen Arbeiten. Dabei wird ausgehend vom Labormaßstab (10 Liter-Fermenter) das Verfahren bis in den Technikumsmaßstab (2 m³-Fermenter) im hauseigenen Biogastechnikum (Abbildung 2 und 3). Die Auswirkungen des Wasserstoff-Methan-Gemisches auf das Emissions- und Wirkungsgradverhalten am BHKW werden in Realversuchen untersucht.

EnviTec unterstützt mit seinen Erfahrungswerten die Entwicklung des Verfahren „BioHy“ am DBI. Das zu entwickelnde Verfahren „BioHy“ wird fortlaufend auf seine Praxistauglichkeit hin geprüft. Die daraus entstehenden Ergebnisse werden von EnviTec hochskaliert und die Wirtschaftlichkeit für den kommerziellen Maßstab betrachtet.

Ergebnisse

Neben den theoretischen Grundlagen werden Vorüberlegungen zu Wahl der Betriebsparameter (Temperatur, Raumbelastung, pH-Wert etc.) und dem grundsätzlichen Prozessregime vorgestellt. Das in umfangreichen Experimenten ermittelte funktionierende Betriebsparameterset und dessen Optimierung wird anhand Diagrammen zu Bildungsraten und Ausbeuten präsentiert. Dabei wird auf die Zusammenhänge zwischen beispielsweise Raumbelastung und Temperatur auf die Wasserstoff- und Methanproduktion eingegangen. Präsentierte Detailanalysen zu Säurespektrum sowie Makro- und Mikro-nährstoffen (Spurenelemente) dienen dem Prozessverständnis.

Referenzen

- Eichert H., Jarnovics R. (2013): Wasserstoff als Zusatz für biogasbetriebene Blockheizkraftwerke, *Landtechnik* 68(5), pp. 316–321.
 Fachverband Biogas e.V.: COP 21: Biogas schützt das Klima, https://www.biogas.org/edcom/webfbv.nsf/id/de_pm-30-15
 Manig R., Hiller S., Erler E., Krause H. (2017): Hydrogen as climate-friendly energy source produced by fermentative microorganisms, Regatec, Rio de Janeiro.
 Manig R., Hiller S., Ackermann J.-U., Krause H. (2018): Production of hydrogen and methane by a fermentation process – Identification of fermentative pathways, Regatec, Toulouse.



Robert Manig

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
 Karl-Heine-Straße 109/111, 04229 Leipzig

Kontakt
 +49 (0) 3731 4195 337
 robert.manig@dbi-gruppe.de

Matthias Jordan¹, Volker Lenz², Katja Oehmichen², Henryk Haufe², Markus Millinger¹, Nora Szarka², Stefan Majer², Daniela Thraen², Jan Schüngel³, Rüdiger Schaldach³

Bioplan W: Systemlösungen Bioenergie im Wärmesektor im Kontext zukünftiger Entwicklungen



BioplanW
03KB113

Bioenergie, Wärmesektor, Szenarien

Mit der Energiewende hat Deutschland die Entwicklung hin zu einer sicheren, umweltverträglichen und wirtschaftlich erfolgreichen Energiesystemtransformation auf den Weg gebracht und ambitionierte Ziele für die zukünftige EE-Erzeugung und Verbrauchssenkung, auch im Wärmebereich gesetzt (BMUB 2016). Zur Erfüllung dieser Ziele erfordert die Wärmewende verschiedene erneuerbare technologische Lösungen in die bestehenden Märkte. Die Nutzung von erneuerbarem fluktuierendem Strom, z. B. für Wärmepumpen ist dabei unstrittig. Biomasse wird jedoch aufgrund der Speicherbarkeit, Unabhängigkeit vom Wetter und der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten eine wichtige Rolle spielen. Es gilt folglich, den Einsatz der limitierten Biomasse im Zusammenspiel mit anderen erneuerbaren Technologien zu optimieren und herauszufinden, welche Bioenergie-Technologiekonzepte wettbewerbsfähige Optionen in einem zukünftigen, nachhaltigen Wärmesektor sind.

Um den optimalen Einsatz von Bioenergie im Wärmesektor Modell gestützt zu ermitteln, wurde im Rahmen des Projektes BioPlanW zunächst der Wärmesektor in 19 Sub-Sektoren differenziert. Jeder Sub-Sektor hat ähnliche Eigenschaften in Bezug auf den Wärmebedarf, Infrastruktur und benötigter Anlagenkapazität. Die zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs wird berücksichtigt, indem auf Daten des Gebäudemodells „BuildingStar“ vom Öko-Institut zurückgegriffen wird. Das Gebäudemodell bildet den Gebäudebestand in Deutschland und dessen zukünftige Sanierungsentwicklung ab.

Innerhalb eines jeden Sub-Sektors wurden mögliche Technologiekonzepte beschrieben. Dabei wurden mindestens eine fossile Referenztechnologie, mögliche Bioenergie-technologien und mindestens eine alternative erneuerbare Technologie definiert. Einen nennenswerten Neuwert haben die zusätzlich beschriebenen Hybridsysteme, welche nach dem aktuellem Kenntnisstand bisher noch nicht in einer Energiesystemanalyse betrachtet wurden. Zu jedem Technologiekonzept wurden detaillierte technische, ökonomische und ökologische Daten recherchiert, welche als Eingangsgrößen in das Modell einfließen.

Die Abbildung zukünftiger Marktentwicklungen in einem Modell erfordert die Definition von Szenarien. Im Rahmen von BioPlanW wurden vier Szenarien entwickelt. Diese bilden jeweils die obere und untere Grenze in Bezug auf das Reduktionsziel (80 % bzw. 95 % Treibhausgas (THG) Reduktion in 2050) und der Verfügbarkeit von Biomasse für den Wärmesektor ab. Dabei wird von dem in Deutschland verfügbaren Reststoffpotential (Brosowski et al. 2015) und dem Flächenpotential für Energiepflanzen jeweils ein größerer und kleinerer Anteil dem Wärmesektor zugeordnet.

Der Wettbewerb zwischen den Technologien über die verschiedenen Subsektoren wurde mittels eines linearen Optimierungsmodells dargestellt. Dabei wurde eine Gesamtsystemkostenoptimierung von 2015 bis 2050 unter Erfüllung der definierten Klimaziele in den verschiedenen Szenarien durchgeführt. Das verfügbare Biomassepotential wurde kostenoptimal unter den verschiedenen Sub-Sektoren Modell endogen eingesetzt und die dafür

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig

² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Leipzig

³ Center for Environmental Systems Research (CESR), Universität Kassel

benötigten Wärmesysteme ausgewählt. Die Schnittstelle zum Stromsektor wurde basierend auf den Ergebnissen der Energieszenarien von Repenning et al. in das Modell integriert. Als Ergebnis liegen, ausgehend von den im Jahr 2015 eingesetzten Biomassemengen und Technologiesystemen, in den vier Szenarien kosten-optimale Transformationspfade bis zum Jahr 2050 vor. Der Bedarf nach landwirtschaftlicher Fläche zur Produktion dieser Biomasse und deren Verortung wurde mit dem räumlichen Landnutzungsmodell LandSHIFT bestimmt.

Die Ergebnisse aus der Szenarien Modellierung zeigen, dass Biomasse mittelfristig vor allem in Kleinst-WKK-Hybridsystemen innerhalb der privaten Haushalte kosten-optimal eingesetzt wird, speziell in (Torrifizierten-) Pellet-WKK Anwendungen kombiniert mit einer Wärmepumpe und Photovoltaik Anlage. Mit ansteigenden Strompreisen, wie es aktuelle Energieszenarien projizieren, bieten diese Hybridsysteme im Modell das kosteneffizienteste THG Einsparpotenzial für den Biomasseeinsatz. Trotzdem findet ab dem Jahr 2040–2045, in den 95 % Reduktionsszenarien, eine Verschiebung des Biomasseeinsatzes von den privaten Haushalten zu Hochtemperatur Industrieanwendungen statt. Mangels eingeschränkter erneuerbarer Alternativen für Prozesswärme, wurde für die fast vollständige Dekarbonisierung des Wärmesektors der Einsatz von Biomasse in der Prozesswärme als kostengünstigste Option ermittelt. Die Modellierungsergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass diese Verschiebung sehr sensitiv gegenüber der zukünftigen Entwicklung des Strompreises ist. Mit Sensitivitätsanalysen wird untersucht, welchen Einfluss die Unsicherheiten ausgewählter Eingangsparameter auf die Modellierungsergebnisse haben.

Im letzten Schritt wird analysiert, welche Auswirkungen die ermittelten Transformationspfade im Wärmesektor auf Ressourceneffizienz, Landnutzung und Klimanutzen bedeuten. Anhand dieser Untersuchungen werden konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet, welche wir auf der 8. Statuskonferenz vorstellen und diskutieren möchten.

Referenzen

BMUB (2016): Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Online verfügbar unter http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutzplan_2050_bf.pdf, zuletzt geprüft am 21.08.2017.

Brosowski, A.; Adler, P.; Erdmann, G.a; Stinner, W.; Thrän, D.; Mantau, U. (2015): Biomassepotenziale von Rest- und Abfallstoffen. Status Quo in Deutschland. Gülzow-Prüzen: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Schriftenreihe nachwachsende Rohstoffe, 36). Online verfügbar unter https://www.bioliq.de/downloads/schriftenreihe_band_36_web_01_09_15.pdf, zuletzt geprüft am 22.05.2018.

Repenning, J.; Emele, L.; Blanck, R.; Böttcher, H.; Dehoust, G.; Förster, H. (2015): Klimaschutzszenario 2050. 2. Endbericht - Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Hg. v. Öko-Institut und Fraunhofer ISI. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/oekodoc/2451/2015-608-de.pdf>, zuletzt geprüft am 27.07.2017.



Matthias Jordan

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH -
UFZ
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig

Kontakt

+49 (0)341 2434 590
matthias.jordan@ufz.de

Klaus Hennenberg¹, Markus Haller², Tilman Hesse², Christian Winger², Katja Hünecke¹, Matthias Koch²

Rolle der Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt bis 2050 unter Einbeziehung des zukünftigen Gebäudebestandes

Strommarktmodellierung, Gebäudemodellierung, Biomasse, Szenarienanalyse, Sektorkopplung



Bei der Umsetzung der Energiewende in Deutschland kommt der Biomasse eine wichtige Rolle zu. In dem vorliegenden Beitrag wurde modellgestützt anhand von Szenarien analysiert, ob das verfügbare Bioenergieangebot eher für den Stromsektor oder besser im Wärmemarkt als erneuerbare Wärmequelle eingesetzt werden sollte, um die Klimaschutzziele für den Strom- und Wärmesektor möglichst kosteneffizient einzuhalten. Zum Einsatz kamen das Strommarktmodell PowerFlex, in das der Gebäudesektor über das Gebäudemodell Building-Star integriert wurde. Als Ergebnis dieser Sektorkopplung sind folgende Schlussfolgerungen hervorzuheben:

- » Erneuerbare Energien verdrängen im Zeitverlauf sowohl im Stromsektor als auch im Gebäudesektor fossile Energieträger, um die vorgegebenen CO₂-Minderungsziele zu erfüllen.
- » Sowohl Biogas als auch daraus aufbereitetes Biomethan werden erst bei sehr hohen Minderungszielen für Treibhausgase (THG) und einem gleichzeitig geringen Angebot an fester Biomasse eingesetzt (siehe Abb. 1).
- » Der Einsatz von fester Biomasse stellt in der dezentralen Wärmeversorgung eine wichtige Übergangstechnologie dar, insbesondere für schlecht gedämmte bzw. nur unzureichend energetisch sanierbare Gebäude. Die energetische Sanierung der Gebäudehülle und der daraus folgende Rückgang des Wärmebedarfs stellt die Grundlage für die CO₂-Minderung im Wärmesektor dar.
- » Die Kopplung des Wärme- und Stromsektors nimmt von 2020 bis 2050 zu (z. B. flexible KWK-Kraftwerke oder Wärmepumpen). Der Stromsektor kompensiert die Restriktionen des Gebäudebestandes und beteiligt sich überproportional an der gesamten sektorübergreifenden CO₂-Minderung.
- » Die Reduktion der Kohleverstromung und der Ausbau der Wind- und PV-Stromerzeugung stellen die beiden zentralen Komponenten für die CO₂-Minderung im Stromsektor dar.

¹ Öko-Institut e. V., Darmstadt

² Öko-Institut e. V., Freiburg

Die Ergebnisse werden im Vergleich zu Ergebnissen aus anderen Studien sowie vor dem Hintergrund der Bedeutung von Biomasse für den Klimaschutz und die Energiewende diskutiert.

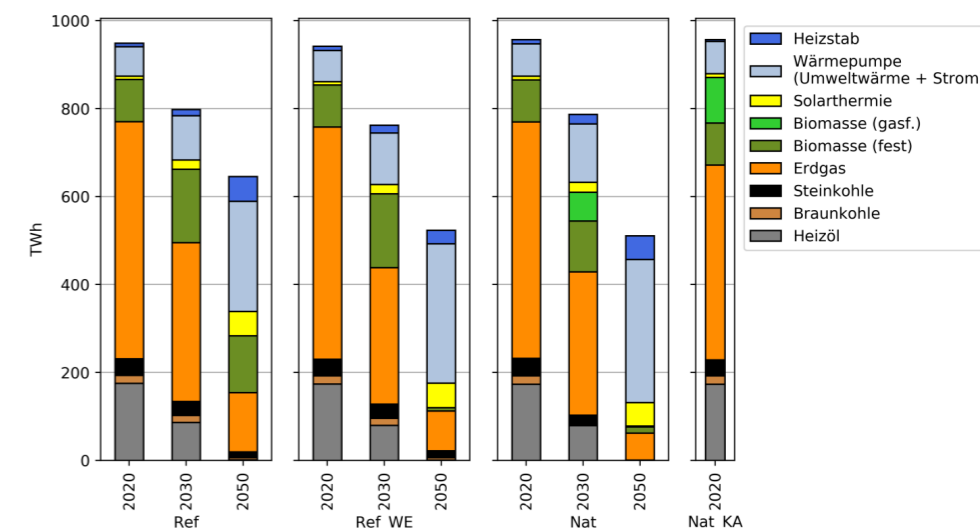


Abbildung 1 Kostenoptimierter Erzeugungsmix Wärme.

Referenzszenario (Ref): Aufbauend auf den Klimaschuttszenarien KS80 mit einem mittleren Klimaschutzniveau und einem für die energetische Nutzung erschlossenen Biomassepotenzial.

Referenzszenario-Wärmeeffizienz (Ref_WE): Sensitivität „Wärmeeffizienz durch stärkere Gebäudesanierung“ für das Referenzszenario, so dass der Raumwärmebedarf abgesenkt wird.

Naturschutzszenario (Nat): Aufbauend auf den Klimaschuttszenarien KS95 mit einem hohen Klimaschutzniveau und einem aus naturschutzgründen begrenzten Biomassepotenzial für die energetische Nutzung.

Naturschutzszenario-Kohleausstieg (Nat_KA): Sensitivität „beschleunigter Kohleausstieg“ für das Naturschutzszenario im Jahr 2020, so dass das aus der Stromerzeugung kommende CO₂-Budget abgesenkt wird.

Quelle: (Koch et al.2018)

Referenzen

Koch, M.; Hennenberg, K.; Hünecke, K.; Haller, M.; Hesse, T. (2018): Rolle der Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt bis 2050 unter Einbeziehung des zukünftigen Gebäudebestandes. Schlussbericht (FZK 03KB114). Öko-Institut e.V., Freiburg, Darmstadt, URL: <https://www.energetische-biomassennutzung.de/de/projekte-partner/details/project/show/Project/bio-strom-waerme-478/>



Dr. Klaus Hennenberg

Öko-Institut e. V.
Rheinstr. 95, 64295 Darmstadt

Kontakt

+49 (0) 6151 8191-177
k.hennenberg@oeko.de

Volker Lenz¹, Daniel Büchner¹, Ingo Hartmann¹, Thomas Zeng¹

Zukunft der Kleinfeuerungsanlagen für biogene Festbrennstoffe

Biogene Festbrennstoffe, Wärme-Kraft-Kopplung, Systemintegration von Kleinfeuerungsanlagen, intelligente Regelung, Wärmewende

Hintergrund

Biogene Festbrennstoffe bestimmen in Deutschland aber auch weltweit zu einem erheblichen Anteil die erneuerbare Wärmebereitstellung. Dabei wird die Biomasse meist zur Komplettversorgung oder im Grundlastbetrieb eingesetzt. Für eine vollständige Wärmewende reicht die Biomasse bei weitem nicht aus. Insofern gilt es, die Biomasse in Zukunft intelligenter zu nutzen, um die Wärmewende zu erreichen und gleichzeitig die Versorgungssicherheit nicht nur im Wärmebereich sondern auch im Strom- und Mobilitätssektor zu gewährleisten.

Ziel der Präsentation ist es aus den unterschiedlichen Megatrends in der Energiewirtschaft aber auch in der gesamten Gesellschaft die Anforderungen an zukünftige Kleinfeuerungsanlagen für biogene Festbrennstoffe abzuleiten, um u.a. den Anlagenherstellern frühzeitig Hinweise auf notwendige technische Entwicklungen und Produktausrichtungen zu geben.

Forschungsschwerpunkte

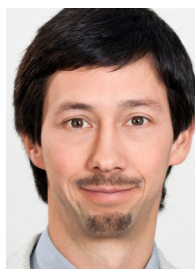
Viele der vorgestellten Ergebnisse stammen aus den am DBFZ etablierten Forschungsschwerpunkten „Intelligente Biomasseheiztechnologien“ und „Katalytische Emissionskontrolle“.

Konkrete Aktivitäten / Maßnahmen

Es werden die weltweit und für Deutschland bedeutendsten Megatrends gesammelt und im Hinblick auf Ihre Bedeutung für biogene Kleinfeuerungsanlagen untersucht und abgewogen. Hierzu werden neben einer umfangreichen Literaturrecherche eigene Bewertungen vorgenommen. Aus den wesentlichen Megatrends werden Einflüsse und Effekte auf die Weiterverbreitung bestehender Technologien für biogene Kleinfeuerungsanlagen abgeleitet und abgeschätzt, wie sich die Absatzzahlen und die Relevanz der einzelnen Technologien in Deutschland und weltweit ändern könnten. Anhand der erwarteten Änderungen werden in Abstimmung mit den sich ändernden Anforderungen in einem „THG-freien“ Energiesystem notwendige technische Anpassungen, Weiter- und Neuentwicklungen identifiziert und beschrieben.

Ergebnisse

- » Darstellung der für die Fragestellung relevantesten Megatrends mit ihren Auswirkungen auf Kleinfeuerungsanlagen für biogene Festbrennstoffe
- » Trends für den weiteren Einsatz bestimmter Technologien von Kleinfeuerungsanlagen
- » Technische Anforderungen für zukünftige Kleinfeuerungsanlagen für biogene Festbrennstoffe
- » Übersicht notwendiger Weiter- und Neuentwicklungen



Dr. Volker Lenz

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH¹
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt
+49 (0)341 2434 450
volker.lenz@dbfz.de

Joshua Güsewell¹, Katharina Scherge², Lynn Vincent³, Lars Holstenkamp², Ludger Eltrop¹

Szenarioanalyse von Folgekonzepten und veränderten Rahmenbedingungen auf den regionalen Biogasanlagenbestand

Biogasbestandsanlagen, Post-EEG, Substratwechsel, Saisonale Fahrweise, Szenarioanalyse

Anfang der 2020er Jahre endet für die ersten Biogasanlagen (BGA) die 20-jährige Förderdauer des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). Aus technischer Sicht steht einem Weiterbetrieb vieler Bestandsanlagen jedoch nichts entgegen. Durch das Ende der 1. EEG-Förderperiode entsteht nun die Möglichkeit, für BGA neue Konzepte zu entwickeln und neu zu denken. Dabei ist es für ein erfolgreiches Konzept entscheidend, den weiterhin hohen Finanzierungsbedarf der Anlagen langfristig decken zu können und dies, sofern eine Förderung mit öffentlichen Mitteln erfolgen soll, aus den Wirkungen der Bioenergie heraus zu begründen. Aufgrund der Heterogenität des Anlagenbestandes, die eng mit der landwirtschaftlichen Struktur einer Region verbunden ist, ist es wichtig, anlagen- und regionalspezifische Gegebenheiten zu berücksichtigen, um Aussagen zu realisierbaren zukünftigen Entwicklung des Bestandes treffen zu können.

Unter diesen Gesichtspunkten ist es die Zielsetzung des Beitrags, innovative Folgekonzepte für den Weiterbetrieb bestehender BGA in Deutschland ganzheitlich zu untersuchen und sie anhand technischer, ökologischer und ökonomischer Faktoren einer Region in verschiedenen Szenarien quantitativ zu bewerten. Entscheidende Leistungskennzahlen wie die Stromgestehungskosten, Ertragsmöglichkeiten zu Marktbedingungen und der daraus resultierende Differenzbetrag werden dargestellt. Letzterer muss über das bestehende oder ein ‚neues‘ EEG, oder über andere Finanzierungsinstrumente gedeckt werden. Eine Finanzierung sollte dabei deswegen mit der Einhaltung von Gütekriterien gerechtfertigt werden. Daher fließen Gütekriterien ebenfalls in die Szenarioanalyse ein. So sollen mögliche Entwicklungspfade der bestehenden Anlagen aufgezeigt werden. Als Referenzszenario wird dabei die Umsetzung des aktuellen EEG 2017 gesetzt (Abbildung 1).

Aufbauend auf einer mehrstufigen Auswahl und Bewertungsverfahren, bestehend aus qualitativen Experteninterviews, Workshops und einer standardisierten Onlineumfrage, wurden zunächst die Folgekonzepte 1) „Substratwechsel hin zu alternative Anbaumasse (z. B. Sylphie) und verstärkter Reststoffeinsatz (z. B. Stroh)“ sowie 2) eine saisonale, am lokalen Wärmelastprofil ausgerichtete Fahrweise als aussichtsreich erachtet. Die Analyse wird dabei mit einem anlagenspezifischen Modell für Bestandsanlagen (GÜSEWELL et al. 2019) durchgeführt. Dieses wurde zuvor für die Anlagen in den Bundesländer Baden-Württemberg (BW), Thüringen (TH) und Niedersachsen (NI) mit regionalspezifischen Daten wie dem Substratmix erweitert und soll stellvertretend für den Bestand in Deutschland stehen. Mit dem Modell werden alle Anlagen der EEG-Stamm und -Bewegungsdaten der Übertragungsnetzbetreiber in den jeweiligen Regionen abgebildet (primärer Modellinput) und die oben genannten Leistungskennzahlen ausgewertet.

Neben dem Referenzszenario (Abbildung 1) werden in den weiteren Szenarien wichtige Rahmenbedingungen wie die Referenzenergiepreise (Strom/Wärme/Gas) variiert und neue Finanzierungsinstrumente wie z. B. CO₂-Zertifikate für die Reduktion von Gülleemissionen (Szenarien CO₂ und CO₂DynP in Abbildung 1) sowie Gütekriterien in Form von Anforderungen wie z. B. ein Mindestanteil an Reststoffbiomasse oder spezifische Maximal-Treibhaus-

¹ Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)

² Leuphana Universität Lüneburg, Institut für Bank-, Finanz- und Rechnungswesen (IBFR)

³ Hochschule Nordhausen, Institut für Regenerative Energietechnik (in.RET)

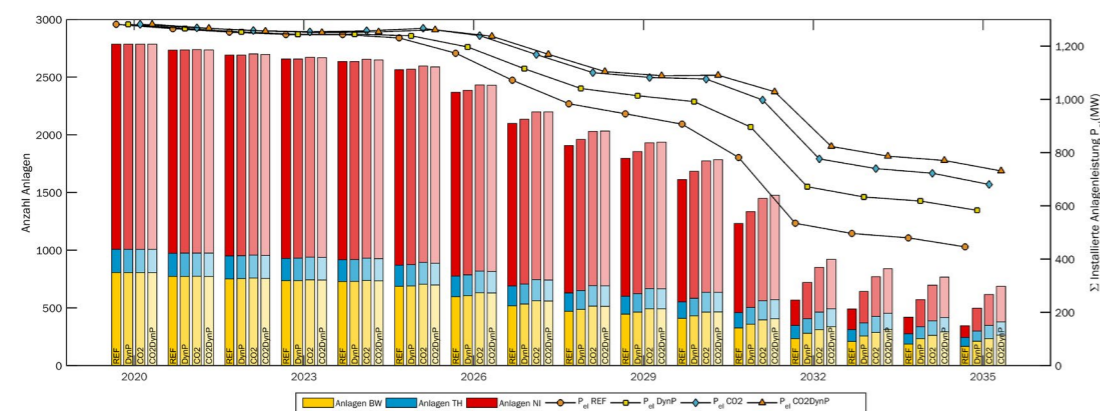


Abbildung 1 Regionale Bestandsentwicklung bis 2035 in vier Szenarien: REF = Umsetzung EEG 2017, DynP = stärkere Preisentwicklung der Referenzenergiepreise, CO₂ = Gülle-CO₂-Zertifikate mit 50 €/t CO₂, CO₂DynP = Kombination von CO₂ und DynP Szenario; alle Szenarien mit minimaler Flexibilisierung ohne Folgekonzept und Weiterbetrieb sofern der anlegbare Werte der Einzelanlage unter der Höchstgebotsgrenze des EEG 2017 liegt.

gasemissionen evaluiert (nicht abgebildet). Speziell die Einführung von Gülle-CO₂-Zertifikaten hat deutlichen Einfluss auf die Entwicklung, so dass Ende der 2030er Jahre sich fast doppelt so viele Anlagen noch in Betrieb befinden (Vergleich REF und CO₂-Szenario).

Im Weiteren werden die Szenarien dann mit den Folgekonzepten kombiniert. Hier bestätigen bereits erste Auswertungen auf Einzelanlagenebene zur saisonalen Fahrweise die Bewertung und Auswahl durch Experten und zeigen ein aussichtsreiches Konzept für den Weiterbetrieb auf. Durch die höhere Wärmeausnutzung, steigen die spezifische Wärmeenergieerlöse (bezogen auf produzierten Strom) auch wenn bei niedriger Überbauung die Flexibilität am Strommarkt speziell im Winter verloren geht. Dies kann jedoch bei hoher Überbauung (3-fach und mehr) wieder kompensiert werden. Auch wenn im Falle einer Reduktion der Bemessungsleistung z. B., durch die Einschränkung des Nawaroeinsatzes in Zukunft eingeschränkt wird, kann das Konzept seine Vorteilhaftigkeit ausspielen und ermöglicht zudem deutlich geringere THG-Emissionen sofern eine Wärmegutschrift berücksichtigt wird. Gleiches kann durch den Substratwechsel erreicht werden, da der Nawaroeinsatz den größten Teil der THG-Emissionen verursacht. Im Weiteren wird sich zeigen, welchen Einfluss die Umsetzung der saisonalen Fahrweise auf die regionale Bestandsentwicklung haben wird und welche Unterschiede sich ggf. zu dem Referenzszenario ergeben, in dem regional ein Großteil der Anlagen bis 2035 stillgelegt wird.

Danksagung

Der Beitrag basiert auf Arbeiten, die im Forschungsprojekt „Next Generation [BIOGAS] - einen Schritt weiter gedacht. Regionalspezifische ganzheitliche Analyse von Folgekonzepten zur Bewertung des Finanzierungsbedarfs erhaltenswerter Bestandsanlagen“ (FKZ: 22404616) durchgeführt und durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft über die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe gefördert werden.

Referenzen

Güeswell, J.; Härdtlein, M.; Eitrop, L. (2019): A plant-specific model approach to assess effects of repowering measures on existing biogas plants: The case of Baden-Wuerttemberg. *GCB Bioenergy* 11 (1), 85–106. doi:10.1111/gcbb.12574.



Joshua Güeswell

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle
Energieanwendung (IER)
Heßbrühlstraße 49a, 70565 Stuttgart

Kontakt
+49 (0) 711 685 878 53
joshua.gueswell@ier.uni-stuttgart.de

Martin Zeymer¹, Daniela Thrän²

Kosteneffiziente THG-Minderung durch die energetische Nutzung von Holz - eine Bewertung unter Nutzengleichheit

Kosteneffiziente THG-Minderung, Nutzengleichheit, limitiertes Biomasseangebot, Holz

Die energetische Biomassenutzung im Wärme-, Elektrizitäts- und Kraftstoffsektor hat derzeit mit 149 TWh Wärmeenergie, 51 TWh elektrischer Energie und 30 TWh Kraftstoff einen Anteil von 55 % und leistet damit den größten Beitrag innerhalb der Erneuerbaren Energien (UBA auf Basis AGEE Stat [2019]). Bezogen auf den Bruttoendenergieverbrauch sind es jedoch nur ca. 9 %. Zugleich steht bei einer nachhaltigen Biomassebereitstellung nur ein einheimisches Primärenergiepotenzial von 420 TWh zur Verfügung (BMVBS 2010: 35). Vor dem Hintergrund der sektorübergreifenden Nutzungskonkurrenzen bei der Energieversorgung und dem stark limitiertem Biomasseangebot sollte die Bestimmung einer kosteneffizienten Allokation ohne marktverzerrende Einflüsse Ausgangspunkt für eine zielgerichtete Förderung sein. Aktuell verursachen jedoch die Vielzahl an Förderinstrumenten für Erneuerbare Energien, unberücksichtigte externe Effekte und Subventionen ein Preisgefüge, das bei einer marktwirtschaftlichen Entscheidung der Wirtschaftssubjekte zu keiner Kosteneffizienz führt.

Grundsätzlich geht in der Paretianischen Wohlfahrtstheorie eine optimale oder kosteneffiziente Allokation von Produktionsfaktoren und Gütern mit einem Wohlstandsmaximum einher. In diesem Theoriegebilde können THG-Vermeidungskosten für die Abschätzung hilfreich sein, ob im Vergleich zum fossilen Referenzsystem eine kosteneffiziente THG-Minderung erfolgt. Übliche Praxis ist bislang, dass sich auftuende ökologisch-ökonomische Optimierungsprobleme durch den Vergleich der THG-Vermeidungskosten betrachteter Nutzungspfade unabhängig von der Art der Endenergiebereitstellung zu lösen. Beispielhaft ist somit für eine Holznutzung diejenige die kosteneffiziente, die aus einer Gesamtmenge an möglichen Nutzungsoptionen die geringsten THG-Vermeidungskosten aufweist. Die Schwächen eines derartigen Vorgehens sind jedoch erheblich. Nicht nur, weil bei einer Betrachtung der THG-Einsparung pro Energieeinheit ein verwendungsspezifischer Nutzen unberücksichtigt bleibt, sondern auch, weil eine Grenzbetrachtung mittels THG-Vermeidungskosten nur ein kurzfristiges Effizienzkriterium darstellt. Die Beurteilung der Kosteneffizienz von Nutzungspfaden zur THG-Minderung allein mittels THG-Vermeidungskosten unter Berücksichtigung langfristiger Emissionsminderungsziele ist daher nicht zielführend. So kann die energetische Holznutzungsoption mit den geringsten THG-Vermeidungskosten bei einer isolierten Betrachtung von Holznutzungspfaden kosteneffizient und damit optimal erscheinen. Unter Berücksichtigung der THG-Vermeidungskosten anderer Technologien kann jedoch eine alternative Holznutzung zu einer Minimierung der THG-Vermeidungskosten über alle Sektoren hinweg führen. Besonders relevant ist dieser Aspekt vor dem Hintergrund, dass das limitierte, nachhaltige Angebot an Biomasse im Allgemeinen und an Holz im Speziellen die Einsatzmöglichkeiten beschränkt.

Um die genannten Schwächen einer isolierten Betrachtung der THG-Vermeidungskosten auszugleichen und das ansonsten gut handhabbare Konzept zu korrigieren, ist eine Bewertung unter Nutzengleichheit und nach Abschluss des angestrebten Transformationsprozesses der Energieversorgung erforderlich. Dazu wurde eine neuartige Methode entwickelt, die eine Bewertung der Kosteneffizienz von Nutzungspfaden unter Nutzengleichheit ermöglicht.

¹ Die Bremer Stadtreinigung, Bremen

² DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH / Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Leipzig

Diese wurde am Beispiel von Holz angewandt. Zugleich ist das langfristige Ziel der Dekarbonisierung, d. h. die Substitution fossiler Energieträger in den Sektoren der Energieversorgung, berücksichtigt. Abgeleitet aus der Ökobilanzierung wurde die Systemraumerweiterung oder Nutzenkorbbetrachtung auf die ökonomische Bewertungsgröße der Gestehungskosten übertragen, um somit kosteneffiziente Optionen einer energetischen Holznutzung unter Nutzengleichheit zu bestimmen.

Dabei zeigte sich, dass eine energetische Holznutzung gegenüber einer alleinigen Energieversorgung mit dargebotsabhängigen Energieträgern stets vorteilhaft ist, egal in welchem Sektor die Nutzung erfolgt. Unter den getroffenen Annahmen und heutigen Rahmenbedingungen sind die Holzverbrennung zur Wärmebereitstellung und die Bereitstellung elektrischer und thermischer Energie durch Holzvergasung kosteneffiziente Optionen, Treibhausgase zu mindern. Langfristig kann die Bereitstellung von Kraftstoffen aus Holz zu einer kosteneffizienten THG-Minderung führen. Dieser Nutzungspfad weist zwar die höchsten THG-Vermeidungskosten aller betrachteten Holznutzungspfade auf, bleibt aber deutlich hinter den THG-Vermeidungskosten von Kraftstoffen aus dargebotsabhängigen Erneuerbaren Energien zurück. Folglich ist unter Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen langfristig die Bereitstellung von Bio-SNG einer Bereitstellung von Wärme bzw. elektrischer Energie aus Holz vorzuziehen.

Die kosteneffiziente Strategie zur THG-Minderung wäre demnach wie folgt: Kurz- bis mittelfristig ist die Holzvergasung mit Kraft-Wärme-Kopplung die zu favorisierende Nutzungsoption. Langfristig sollte bei fortschreitender Dekarbonisierung des Energiesystems eine Umstellung von einer KWK-Anwendung auf eine Synthese von Kraftstoffen erfolgen. Einerseits wäre so technologisches Lernen im Bereich der thermochemischen Holzvergasung schon jetzt möglich. Andererseits könnten die aus heutiger Sicht hohen Kosten einer Substitution fossiler Kraftstoffe in die Zukunft verlagert werden. Diese könnten aufgrund wandelnder Rahmenbedingungen, wie z. B. steigende fossile Kraftstoffpreise und technologischer Fortschritt, deutlich geringer ausfallen.

Referenzen

UBA auf Basis AGEE Stat (2019): Erneuerbare Energien in Zahlen. Von UBA: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#statusquo> am 07.03.2019 abgerufen.

BMVBS (2010): Globale und regionale Verteilung von Biomassepotenzialen – Status-quo und Möglichkeiten der Präzisierung. BMVBS-Online-Publikation, Nr. 27/2010, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.), S. 35.



Martin Zeymer

Die Bremer Stadtreinigung

An der Reeperbahn 4, 28217 Bremen

Kontakt

+49 (0) 421 361 59317

martin.zeymer@dbs.bremen.de



Smarkt
03KB130

Nora Szarka¹, Kevin Hänsel¹, Christopher Schmid¹

Bewertung von "Smart Bioenergy" Konzepten

Smart Bioenergy, Energiesystem, Zielsystem, Indikatoren

Im Kontext, gegenwärtiger Entwicklungen, wie der Energiewende und der damit einhergehenden zunehmenden Erzeugung durch erneuerbare Energien, begrenzten Biomassepotenzialen und Nutzungskonkurrenzen und des allumfassenden beeinflussenden Klimawandels, entstehen neue Anforderungen an Bioenergie. Hierzu zählen eine ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltige Entwicklung, Aufbau einer Kreislaufwirtschaft oder die Interaktion mit anderen erneuerbaren Energieformen. (KLEPPER & THRÄN 2019, IEA 2017, THRÄN 2015) Die bestehenden und aufkommenden Anforderungen verlangen einen Rollenwechsel der Bioenergie von einer monovalenten Technologie hin zu einer integrierten Technologie, die im Zusammenspiel mit anderen erneuerbaren Energien zum Einsatz kommen wird und besser im gesamten Energiesystem vernetzt ist, als auch mit der stofflichen Nutzung oder anderen Nutzungen von Biomasse gekoppelt sein wird.

Ein Ansatz, der die zukünftige Rolle von Bioenergie beschreibt ist das „Smart Bioenergy“ Konzept (THRÄN 2015). Smart Bioenergy ist die Weiterentwicklung moderner Bioenergiebereitstellung in Form von alleinstehenden Energieerzeugungseinheiten zu einer integrierten Bioenergiebereitstellung. „Smart Bioenergy“ Konzepte umfassen, eine Weiterentwicklung von modernen Biomassennutzungssystemen hin zu integrierten, dezentralen und regional angepassten Systemen basierend auf nachhaltiger und flexibel einsetzbarer Biomasse und auf effizienten und emissionsarmen Konversionstechnologien, mit flexibler und nachfrageorientierter Energiebereitstellung, die umfassend steuer- und regelbar sind sowie lernfähig in Bezug auf künftige Anforderungen des Energiesystems sind. Smarte Bioenergieanlagen stehen im optimierten Zusammenspiel mit verschiedenen erneuerbaren Energiequellen und der gekoppelten stofflich-energetischen Nutzung im Rahmen der Bioökonomie, und leisten einen optimierten Beitrag zum Energiesystem, in Form von zusätzlichen Systemdienstleistungen. Gegenwärtig existieren exemplarische Konzepte für „Smart Bioenergy“ (THRÄN 2015). Somit besteht eine qualitative Beschreibung für die Gestaltung von Konzepten, die der „Smart Bioenergy“ Vision gerecht werden. Dennoch fehlt es bisher an einer umfassenden Methode, welche die Kriterien für „Smart Bioenergy“ definiert.

Vor dem Hintergrund der Entwicklung und Erprobung einer Bewertungsmethode für „Smart Bioenergy“ Konzepte wurde das Projekt „Smarkt – Bewertung des Marktpotenzials und Systembeitrags von integrierten Bioenergiekonzepten“ initiiert. Ziel ist es, Indikatoren für „Smart Bioenergy“ zu definieren und diese anhand der Bewertung von aktuellen in der Forschung befindlicher Bioenergie-Technologien zu erproben. Damit soll aufgezeigt werden, in welchem Maße die erforschten Technologien und Konzepte zur Implementierung des „Smart Bioenergy“ Ansatzes beitragen.

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig



EmiLy
03KB124

Für die Erreichung des Projektziels sind folgende konkrete Schritte unternommen worden:

- (1) Zuerst wurde ein Zielsystem für „Smart Bioenergy“ entwickelt, um aufzuzeigen wie sich „Smart Bioenergy“ definiert. Um alle Anforderungen an smarte Bioenergiekonzepte umfassend zu definieren, wurde ein möglichst umfassendes hierarchisches Zielsystem mit aufeinanderfolgenden Zielebenen entwickelt, auf Basis des „Smart Bioenergy“ Konzepts und damit verbundener Literatur.
- (2) Darauf folgte die Ableitung und Definition von „Smart Bioenergy“ Indikatoren: Auf Basis des entwickelten Zielsystems für und den dort definierten Zielen wurden Indikatoren, welche die Erreichung dieser Ziele bewerten, abgeleitet.
- (3) Anschließend wurde das entwickelte Ziel-Indikatorsystem bezüglich seiner Struktur, Vollständigkeit und Inhalts innerhalb eines Expertenworkshops diskutiert und verifiziert.
- (4) Nach der Verifikation durch Experten werden mithilfe eines modifizierten „Analytic Network Process“ von SAATY (2004) ausgewählte Bioenergie-technologien, die Gegenstand aktueller Forschung sind bezüglich des „Smart Bioenergy“ Konzepts bewertet. Für die Bewertung wurden aktuelle Forschungsprojekte ausgewählt und bezüglich der Indikatoren innerhalb einer Fragebogenaktion befragt. Die erhobenen Informationen wurden im weiteren Verlauf innerhalb des „Analytic Network Process“ für die Bewertung der Technologien genutzt. Für die operationale Anwendung des „Analytic Network Process“ dient das Softwaretool Super-Decisions.

Erzielte und noch zu erzielende Ergebnisse des Forschungsprojekts:

- » Umfassende Definition des „Smart Bioenergy“ Konzepts durch das entwickelte Ziel-Indikatorsystem
- » Indikatoren für die Bewertung von „Smart Bioenergy“ Technologien und Konzepten
- » Bewertungsmethode für „Smart Bioenergy“ Konzepte

Referenzen

IEA (Hg.) (2017): Technology Roadmap. Delivering Sustainable Bioenergy. Online verfügbar unter https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2017/11/Technology_Roadmap_Delivering_Sustainable_Bioenergy.pdf.

Klepper, G.; Thrän, D. (2019): Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik. Potenziale - Technologien - Zielkonflikte. München (Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft).

Lewis, C. W. (1981): Biomass through the ages. In: Biomass 1 (1), S. 5-15. DOI: 10.1016/0144-4565(81)90011-1.

REN21 Secretariat (Hg.) (2018): Renewables 2018 Global Status Report. Online verfügbar unter http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_final_.pdf.

Saaty, T. L. (2004): Decision making – the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). In: J. Syst. Sci. Syst. Eng. 13 (1), S. 1-35. DOI: 10.1007/s11518-006-0151-5.

Thrän, D. (Hg.) (2015): Smart bioenergy. Technologies and concepts for a more flexible bioenergy provision in future energy systems. Cham, Heidelberg u.a.: Springer. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-16193-8>.

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH



Dr. Nora Szarka

**DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**
Torgauer Straße, 116, 04347, Leipzig

Kontakt
+49 (0) 341 24 34 489
nora.szarka@dbfz.de

Stephan Schulte¹, Bodo Groß¹, Daniel Hegele², Josef Heinzle², Thomas Uhle²

EmiLy - Emissionsminderungen durch Primärmaßnahmen

Pelletkessel, Primärmaßnahmen, gestufte Verbrennung, Abgasrückführung, erweitertes Brennstoffband, reduzierte Staubemissionen, λ-Primär

Inhalte des Vorhabens EmiLy sind der Aufbau, die Erforschung, die experimentelle Entwicklung und Validierung sowie die praxistaugliche Weiterentwicklung eines energetisch effizienten, baulich kompakten, ökologisch nachhaltigen und gleichzeitig preislich attraktiven Pelletkessels mit 150 kW Nennwärmeleistung. Der Fokus des Vorhabens liegt dabei auf der konsequenten Nutzung von Pellets, insbesondere der Klassifizierungen A2, B, I1, I2 und I3, gemäß EN ISO 17225-2 sowie auf Gesamteffizienzsteigerung und Emissionsminimierung des Pelletkessels, speziell im Teillastbetrieb. Dabei sollen die in der 1. BImSchV in der 2. Stufe sowie der „Ökodesign-Richtlinie“ im Lot15 ab 2020 festgelegten Grenzwerte für NO_x, CO- und Staub-Emissionen für Pellets der Klassifizierung A1 sehr deutlich unterschritten und für die Klassifizierungen A2 und I1 allein aufgrund von Primärmaßnahmen eingehalten werden können. Durch die angestrebte Erweiterung der Brennstoffbandbreite hin zu minderwertigeren Pelletqualitäten werden geringeren Brennstoffkosten und mehr Flexibilität für den Nutzer erreicht. Der Einsatz von Primärmaßnahmen bzw. die Optimierung der Verbrennung hin zu geringeren Emissionen zur Unterschreitung der geforderten Grenzwerte hat dabei, verglichen mit den verfügbaren Sekundärmaßnahmen, viele Vorteile. Die dazu notwendige Anlagentechnik benötigt wenig Bauraum und lässt sich gut in den Kessel integrieren. Dadurch sind sehr kompakte und gleichzeitig emissionsarme Heizkessel möglich, die vor allem für Mehrkesselsysteme oder zur Substitution alter Ölheizkessel sehr gut geeignet sind. Durch den Einsatz primärer Maßnahmen ergeben sich weiterhin Kostenvorteile bezüglich der Staubreduzierung und/oder der Entstickung. Ist zur Unterschreitung des Grenzwerts für Staubemissionen dennoch ein zusätzlicher Abscheider notwendig, wie z. B. für Brennstoffe der Kategorien B, I2 und I3, kann dieser auf einen niedrigeren Rohgasstaubgehalt ausgelegt und deshalb kompakter konstruiert und kostengünstiger aufgebaut werden. Ein ggf. benötigter zusätzlicher Staubabscheider kann optional an den Heizkessel angebaut werden. Dieses Zusatzmodul kann alternativ auch zur Brennwertnutzung ausgelegt werden.

Die innerhalb des Vorhabens zur Erprobung verschiedener Primärmaßnahmen betriebene Versuchsbrennkammer verfügt über eine Stufenrostfeuerung und räumlich getrennte Primär- und Sekundärverbrennungszonen. Durch den Stufenrost mit beweglichen Rostgliedern wird die Verschlackung auch bei kritischen Brennstoffen mit niedrigen Ascheschmelzpunkt verhindert. Während die Position der Primärluftzuführung fest ist, kann die Position des Sekundärluftgebläses verändert und dadurch die Größen der jeweiligen Verbrennungs- und Reduktionszonen beeinflusst werden. Auch die Position der Einströmstelle der Abgasrückführung ist variabel. Die Abgasbeimischung kann wahlweise unter oder an verschiedenen Stellen über dem Rost erfolgen. Die Versuchsbrennkammer ist zudem mit einer umfangreichen Messtechnik ausgestattet. Gemessen werden verschiedene Temperaturen (z. B. die Temperaturen an verschiedenen Positionen in der Primär- u und Sekundärbrennkammer), Drücke und Volumenströme, die Massenströme von Primär- und Sekundärluft sowie der Abgasmassenstrom. Weiterhin werden eine Vielzahl von Abgasparameter, wie Temperatur, CO, CO₂- und NO_x-Gehalt kontinuierlich sowie Staub (gravimetrisch mittels VDI2066, Afriso STMG40 und Wöhler SM500) diskontinuierlich erfasst. Alle Messdaten werden auf einen zentralen Messrechner gespeichert und stehen zur Auswertung zur Verfügung.

Der Fokus des Vortrags liegt vor allem auf der Reduzierung der Staubemissionen durch den Einsatz von Primärmaßnahmen. Das Potential der Staubreduzierung durch Primärmaßnahmen wurde mit der Versuchsbrennkammer in verschiedenen Konfigurationen mit unterschiedlichen Brennstoffen untersucht. Die Bandbreite der eingesetzten Brennstoffe reicht

¹ IZES gGmbH, Saarbrücken

² HOVAL GmbH, Aschheim

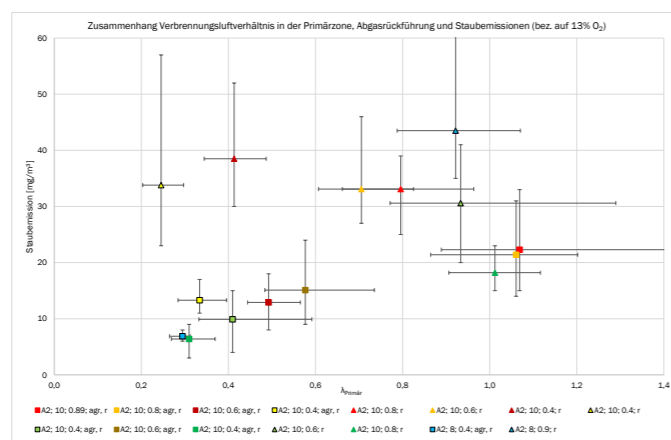


Abbildung 1 Zusammenhang zwischen Verbrennungsluftverhältnis in der Primärzone und den resultierenden Staubemissionen mit und ohne Abgasrückführung (Quelle IZES)

von A1 Pellets über A2-Pellets verschiedener Hersteller hin zu nicht genormten Brennstoffen wie Pellets aus recycelten Kaffeesatz (www.bio-bean.com) oder aus Sonnenblumenkernschalen. Die Beschaffung von genormten Brennstoffen mit Qualitäten schlechter als A2 in größeren Mengen und in vergleichbarer Qualität hat sich über die bisherige Projektlaufzeit als sehr schwierig erwiesen. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen werden von jeder Brennstoffcharge mehrere Proben im Labor analysiert. Hierbei werden vor allem der Ascheschmelzpunkt, sowie der Anteil an mineralischen Bestandteilen wie Kalium und Natrium als Hauptaerosolbildner sowie der Stickstoffgehalt bestimmt.

Aus der Literatur ist bekannt, dass Sauerstoffmangel in der Primärkammer zu verminderten Staubemissionen führen. Dazu müssen Verbrennungsluftverhältnisse zwischen 0,3 – 0,8 in der Primärzone erreicht werden. Bei noch geringeren Verbrennungsluftverhältnissen wird die Verbrennung instabil und die Partikelanzahl im Abgas nimmt durch Partikel aus unvollständiger Verbrennung wieder zu (OSER & NUSSBAUMER 2003: 21ff). Diese Maßnahme wirkt vor allem auf dem den Partikelbildungspfad, bei dem mineralische Bestandteile des Brennstoffs im Glutbett zunächst verdampfen und bei Abkühlung über Nukleation und Koagulation Partikel mit einem typischen Durchmesser von 0,1 µm bilden (KALTSCHMITT & HARTMANN 2000: 315ff). Die Hauptursache für die Bildung dieser Partikel sind dabei Kaliumsalze und im geringeren Maße Zink und Natrium (OBAIDULLAH & BRAM 2012: 150). Durch zusätzliche Abgasrückführung in den Bereich der Primärluftzuführung können tiefere Verbrennungsluftverhältnisse bei gleichzeitig guter Durchmischung der Primärbrennkammer erreicht werden. Durch die Kombination von Abgasrückführung und einem Verbrennungsluftverhältnis in der Primärzone von 0,3 konnten die Staubemissionen um bis zu 70 % reduziert werden. Abschließend wurden weitere Messkampagnen mit unterschiedlichen Brennstoffen unter der Nutzung von unterschiedlichen Messverfahren zur Überprüfung und Validierung der Maßnahmen zur Reduzierung von Staubemissionen durch Primärmaßnahmen durchgeführt. Die Versuchsdurchführung und die dabei erzielten Ergebnisse sind ebenfalls Teil des Vortrags.

Referenzen

<https://www.bio-bean.com/>, 15.04.2019

Kaltschmitt, M.; Hartmann, H. (2000): Energie aus Biomasse Grundlagen, Techniken und Verfahren, Berlin: Springer-Verlag, 2000.

Obaidullah, M.; Bram, S. (2012): A Review on Particle Emissions from Small Scale Biomass Combustion, INTERNATIONAL JOURNAL OF RENEWABLE ENERGY RESEARCH Vol 2, No 1, Theran, 2012.

Oser, M.; Nussbaumer, T. (2003): Grundlagen der Aerosolbildung in Holzfeuerungen, Bundesamt für Energie, Bern.



Stephan Schulte

IZES gGmbH

Altenkesseler Str. 17, Geb. A1, 66115 Saarbrücken

Kontakt

+49 (0) 681 844 972-11

schulte@izes.de

Mohammad Aleya¹, Martin Ecker²



Kombisystem
03KB109

Integrierte und regelungstechnische Maßnahmen für eine effiziente und schadstoffarme Verbrennung unterschiedlicher Biomassearten in Festbrennstoffkesseln

»

Die Biomasse stellt eine der wichtigsten tragenden Säulen der Energiewirtschaft in Deutschland dar. Die thermische Verwertung der Biomasse in häuslichen Heizkesseln stellt eine der wichtigsten Methoden für eine dezentrale Versorgung von Wohngebäuden und vielen Kleingewerben mit Wärme und Warmwasser dar, welche zunehmend an Bedeutung gewinnt und verwendet wird. Die ökologischen und ökonomischen Vorteile dieser Methode können nur mit dem Einsatz innovativer Verbrennungstechnologien mit einer adäquaten wirtschaftlichen Abgasreinigung genutzt werden. Aufgrund erhöhter Emissionen, vor allem Feinstaub- und Stickstoffoxidemissionen in vielen Wohngebieten in Deutschland, wird derzeit besonders großen Wert auf die Sicherstellung der Funktionalität dieser Technologien im Praxisbetrieb, d. h. die Einhaltung der Anforderungen an die Nutzungseffizienz sowie an die Emissionen, gelegt.

Die Kombination aus der integrierten zweistufigen Abgasbehandlung (Zyklon-Brennkammer + Einbautentechnik bzw. thermische Behandlung) mit einer intelligenten Regelung auf Basis einer O₂/CO_e-Sonde (O₂/CO_e-Regelung) hat sich als innovative Maßnahme bewährt, wie im Rahmen des LEVS- (FKZ-Nr. 03KB093) sowie Kombinationssystem-Projekts (FKZ-Nr. 03KB109A) festgestellt wurde. Diese neuartige Kombination gewährleistet einen sachgemäßen Betrieb, so dass die Emissionsgrenzwerte gemäß der 1. BImSchV ohne weitere Sekundärmaßnahmen beim Einsatz unterschiedlicher Brennstoffe eingehalten werden können. Aufgrund der erhöhten Verbrennungseffizienz, des geringeren Platzbedarfs und der niedrigen Anschaffungs- und Betriebskosten wird eine hohe Wirtschaftlichkeit des gesamten Wärmeversorgungssystems gewährleistet. Die Klimaschutz- und Umweltrelevanz dieser innovativen Kombination (integrierte zweistufige Abgasbehandlung + O₂/CO_e-Regelung) ergibt sich aus den bemerkbaren CO₂-Einsparungen (mind. 12 % pro produzierte Energieeinheit) sowie aus der Reduzierung gefährlicher Schadstoffemissionen wie z. B. Feinstaub, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und sonstige flüchtige Kohlenwasserstoffe. Im Rahmen dieses wissenschaftlichen Beitrags wird die erforschte Kombination aus integrierter zweistufiger Abgasbehandlung mit einer intelligenten O₂/CO_e-Regelung vorgestellt. Dabei werden zusätzlich zu dem technischen Aufbau und dem Funktionsprinzip des gesamten Systems die Forschungsergebnisse bezüglich folgender Aspekte bzw. beim Einsatz unterschiedlicher Brennstoffe vorgestellt:

- » Verbrennungs- und Emissionsverhalten (staub- und gasförmige Emissionen)
- » Verbrennungseffizienz
- » Mögliche Brennstoff- und CO₂-Einsparungen
- » Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems

Zusätzlich zu den oben erwähnten Aspekten werden die technischen Herausforderungen sowie mögliche Instrumente zur Umsetzung und Vermarktung solcher innovativen Technologien aus der Sicht der Autoren und unter Betrachtung der Marktsituation dargelegt.

¹ Fraunhofer IBP, Stuttgart

² HDG Bavaria GmbH Heizsysteme für Holz



Dr. Mohammad Aleya

Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Abteilung

Umwelt, Hygiene und Sensorik

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Kontakt

+49 (0) 711 970 3455

mohammad.aleyasa@ibp.fraunhofer.de

Jürgen Reichelt¹, Gudrun Pfrang-Stotz², Britta Bergfeldt², Markus Ricker³

Effizienzsteigerung bei der Energiegewinnung in Biomassekraftwerken durch die technische Anwendung eines Biobrennstoffkataloges

Biobrennstoffkatalog, Energieeffizienz, Optimierungsmöglichkeiten, Anbackungen, Beläge

Im Rahmen eines Forschungsprojektes (REICHELT et al. 2015) wurden Bioenergieträger mit hohem Marktpotenzial in Europa und Asien in acht Biomassekraftwerken (BMKW) klassifiziert und in einen Biobrennstoffkatalog (BBK) eingeordnet, wobei die Auswirkungen der unterschiedlichen Biobrennstoffe während der thermischen Behandlung auf die Entstehung von Anbackungen im Verbrennungsraum und Belagsbildungen im konvektiven Kesselbereich im Vordergrund standen. Mit Hilfe des BBK können anlagentypische kritische Biobrennstoffe und -gemische bestimmt, kritische Brennstoffkomponenten in Brennstoffgemischen identifiziert sowie kritische chemische und physikalische Parameter von Brennstoffen erkannt werden, die zu einer verstärkten Bildung von Anbackungen und Belägen führen. Die Erkenntnisse bieten die Möglichkeit, auch technisch schwierige Biobrennstoffe zu einer effizienten Energiegewinnung heranzuziehen.

Das Gesamtziel des Vorhabens ist die technische Anwendung eines BBK als allgemeingültiges Instrument zur Steigerung der Energieeffizienz in BMKW, wobei die Wirkung unterschiedlichster Biobrennstoffe auf die Bildung von Anbackungen im Verbrennungsraum und Belägen im konvektiven Kesselbereich prognostiziert werden. Außerdem werden brennstoffbasierte und verfahrenstechnische Optimierungsmöglichkeiten für BMKW angeboten, deren Leistungsfähigkeit aufgrund hoher Verschmutzungsraten stark beeinträchtigt ist. Darüber hinaus werden Wege aufgezeigt, um technisch schwierige biogene Rest- und Abfallstoffe thermisch effizient behandeln zu können.

Die wissenschaftlich-technischen Arbeitsziele des Vorhabens sind im Einzelnen:

- » Validierung der Vorgehensweise für die Erstellung des BBK, wobei die Anbackungen und Beläge klassifiziert, Brennkammer- und Kesselprofile erarbeitet, Daten erfasst und dokumentiert werden,
- » Übertragbarkeit der technischen Anwendung des BBK auf BMKW, die mit unterschiedlichen Verfahrenstechniken ausgestattet sind,
- » Simulation der prognostizierten chemisch-mineralogischen Reaktionen zur Bildung von Anbackungen und Belägen im Labor- und im Technikumsmaßstab an Altholz unter besonderer Berücksichtigung der Fraktionen AIII und AIV und orientierend an ausgewählten weiteren biogenen Rest- und Abfallstoffen sowie die Ausarbeitung von Empfehlungen für brennstoffbasierte und verfahrenstechnische Optimierungsmöglichkeiten für BMKW, deren Leistungsfähigkeit aufgrund hoher Verschmutzungsraten stark beeinträchtigt ist und
- » Entwicklung von Maßnahmen für einen verstärkten Einsatz technisch schwieriger Biobrennstoffe.

Die bisherigen Versuchsergebnisse zeigen, dass die Vorgehensweise, die zu der Erstellung des Biobrennstoffkataloges angewandt wurde und derzeit im HKW Pforzheim im Rahmen von drei aufeinanderfolgenden Versuchen (jeweils ca. sechs Monate/Laufzeit) bei gleichem Brennstoffeinsatz (überwiegend Altholz AIII) im Regelbetrieb validiert wird, bei zwei durchgeführten Versuchen vergleichbare Resultate aufweist:



BiotAB
03KB125

- » Die Anbackungen im Verbrennungsraum setzen sich im Wesentlichen aus Silikaten und Oxiden sowie aus einer Schmelzphase in unterschiedlichen Mengenverhältnissen zusammen, wobei im Kesselbereich in erster Linie verschiedene Sulfate, Chloride, Silikate und Oxide in wechselnden Mengenverhältnissen im Mineralbestand auftreten.
- » Entlang des Rauchgasweges ändert sich die mineralogische Phasenzusammensetzung der Anbackungen und Beläge.
- » Kritische Anbackungen treten bis in eine Kesselhöhe von wenigen Metern auf, danach werden nur noch akzeptable und unkritische Anbackungen festgestellt.
- » Kritische Beläge treten nur im Eintrittsbereich des Kessels auf, danach werden nur noch akzeptable und unkritische Beläge festgestellt.
- » Die erstellten Brennkammer- und Kesselprofile aus den zwei durchgeführten Versuchen sind nahezu identisch.

Die Übertragbarkeit der Vorgehensweise zur Entwicklung und Einordnung der Versuchsergebnisse in den Biobrennstoffkatalog wird derzeit in den BMKW Mannheim (Rostfeuerung) und BMKW Königs Wusterhausen (Wirbelschicht-Verbrennung) im Rahmen von großtechnischen Versuchen durchgeführt, wobei in beiden BMKW Altholz I bis IV als Brennstoff eingesetzt wird. Erste Ergebnisse zeigen im Bereich der Rostfeuerung ähnliche Brennkammer- und Kesselprofile sowie vergleichbare mineralogische Phasenzusammensetzungen bei den Anbackungen und Belägen.

Derzeit werden Sinterversuche an bei 550 °C veraschten Biobrennstoffen der BMKW Pforzheim, Mannheim und Königs Wusterhausen bei Temperaturen zwischen 600 °C und 1.200 °C durchgeführt. Hierbei werden die Ascheproben in einer Heizkammer in einem Röntgendiffraktometer (bis 900 °C) sowie zusätzlich an ausgewählten Proben im Laborofen (bis 1.200 °C) erhitzt und bei definierten Haltepunkten die mineralogische Phasenzusammensetzung in Abhängigkeit vom jeweiligen Temperaturniveau bestimmt. Die Sinterversuche dienen der Charakterisierung von temperaturabhängigen Bildungsmechanismen von Mineralphasen und Schmelzen, die zur Ausbildung von kritischen Anbackungen und Belägen führen.

Erste Ergebnisse auf Basis von veraschten Brennstoffen aus dem HKW Pforzheim und dem BMKW Mannheim zeigen temperaturabhängige Mineralumwandlungen und Mineralneubildungen von verschiedenen Carbonaten, Oxiden und Silikaten. Die Ergebnisse konnten im Rahmen von drei Wiederholungsversuchen bestätigt werden.

Referenzen

Reichelt, J.; Pfrang-Stotz, G.; Bergfeldt, B.; Seifert, H.; Karrer, E. (2015): Entwicklung eines Klassifikationsschemas zur Bewertung marktorientierter Biobrennstoffe auf der Grundlage des mineralogisch-chemischen Verschlackungs- und Belagsbildungspotentials im Verbrennungsraum und im konvektiven Kesselbereich von Biomasseheizkraftwerken. RWB-EFRE Projekt 292308.



Dr. Jürgen Reichelt

IBR – Institut für angewandte Bau- und Reststoff-Forschung
Obergrombacher Str. 29, 76646 Bruchsal

Kontakt
+49 (0) 7257 924 555
IBR.Reichelt@t-online.de

¹ IBR, Bruchsal

² KIT, Institut für Technische Chemie (ITC), Eggenstein-Leopoldshafen

³ INTEC Engineering GmbH, Bruchsal

Thomas Zeng¹, Simon Lesche², Dr. Daniel Kuptz², Annett Pollex¹, Georg Kuffer³, Jana Mühlenberg¹, Volker Lenz², Hans Hartmann¹

Aufbereitung von niedrig qualitativen Holzhackschnitzeln zur Steigerung der Effizienz und Betriebssicherheit von Biomassevergasungsanlagen im kleinen und mittleren Leistungsbereich



VergaFlex
03KB163

Holzhackschnitzel, Sieben, Trocknen, Vergasung, Effizienz

Hintergrund und Zielstellung

Wenn der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung bis zum Jahr 2050 wie geplant auf mindestens 80 % steigt (FVEE 2010), wird die Energiebereitstellung deutlich stärker von fluktuierenden Stromquellen wie Solar- und Windenergie geprägt sein. Kleine, biomassegefeuerte BHKWs werden darin eine entscheidende Rolle spielen, da sie durch stetige Verfügbarkeit, Speichervermögen und bedarfsgerechte Betriebsweise die hohen Volatilitäten von Solar- und Windkraft in der Strom- und Wärmebereitstellung ausgleichen und damit zur notwendigen Netzstabilität und Versorgungssicherheit beitragen können (vgl. BIOÖKONOMIERAT 2015). Gleichzeitig werden die in Biomassevergasern derzeit noch hauptsächlich genutzten hochqualitativen Stammholzsortimente durch verstärkte Kreislauf- und Kaskadennutzung biogener Ressourcen und im Sinne einer zukünftigen Bioökonomiestrategie kaum noch für die Energieerzeugung zur Verfügung stehen (UBA 2017, BIRD LIFE INTERNATIONAL 2016, BMEL 2014). Als Alternative fallen auf regionaler Ebene erhebliche Mengen an Landschaftspflegeholz (z. B. bei der Pflege von Verkehrswegen) und Waldrestholz minderer Qualität an, die außer im Energiebereich keine vielversprechenden Nutzungsoptionen finden (BROSOWSKI et al. 2016). Da diese Brennstoffe nicht nur deutlich heterogener sind, sondern im Vergleich zu Stammholzsortimenten meist durch einen höheren Gehalt an brennstofftechnisch anspruchsvollen Inhaltsstoffen geprägt sind (ZEVENHOVEN et al. 2012), erfordert deren Verwendung einen intelligenten Einsatz von flexiblen, leistungsfähigen und kostengünstigen Aufbereitungswegen, um Störungen im Vergaserbetrieb weitgehend zu minimieren und um diese Technologie weiter am Markt zu etablieren. Ziel ist es, durch flexible und leistungsfähige Aufbereitungsverfahren die Qualität von Restholzsortimenten so zu verbessern, dass ein störungsfreier und energieeffizienter Betrieb von (Klein-)Vergaseranlagen ermöglicht wird.

Methodik

Zur Erreichung der o.g. Zielstellung werden verschiedene Restholzsortimente eingesetzt: Straßenbegleitholz, Kalamitätenholz sowie Altholz A1. Diese Sortimente (jeweils ca. 30 m³) werden anhand von drei verschiedenen Bereitstellungsketten aufbereitet:

1. Kontinuierliche Trocknung mittels Schubbodentrockner und kontinuierliche Siebung mittels Trommelsieb
2. Kontinuierliche Trocknung mittels Schubbodentrockner im Bunker der Vergasungsanlage und kontinuierliche Siebung (integriert in der Steigschnecke der Vergasungsanlage)
3. Satzrocknung im Container mit anschließender Siebung mittels Trommelsieb

Die Brennstoffe werden vor, während und nach der Aufbereitung beprobt und anhand der geltenden internationalen Normen für biogene Festbrennstoffe analysiert (DIN EN ISO 17225-1). Anschließend werden die aufbereiteten Brennstoffe in installierten Vergaseranlagen der Firma Spanner Re² mit einer Leistung von 30 bis 45 kW_{el} anhand von Energiebilanzen untersucht, um mögliche Effizienzsteigerungen durch den Einsatz der aufbereiteten Restholzsortimente zu ermitteln. Als Referenz werden getrocknete und gesiebte Holzhackschnitzel aus Energierundholz herangezogen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass die nicht aufbereiteten Brennstoffe oftmals durch sehr hohe Wassergehalte (> 40 m-%), überlange Brennstoffpartikel sowie erhöhte Konzentrationen kritischer Inhaltsstoffe wie z. B. Kalium gekennzeichnet und somit nicht für den Einsatz in den vorgesehenen Vergaseranlagen geeignet sind. Im Unterschied dazu erlauben die aufbereiteten Brennstoffe einen nahezu störungsfreien Anlagenbetrieb. Neben dem Einfluss der Brennstoffaufbereitung wurde anhand von Feldversuchen der Einfluss auf die Anlageneffizienz untersucht.

Referenzen

FVEE (2010): Energiekonzept 2050 - Eine Vision für ein nachhaltiges Energiekonzept auf Basis von Energieeffizienz und 100 % erneuerbaren Energien, hrsg. v. Forschungsverbund Erneuerbare Energien, Berlin, 2010, http://www.fvee.de/fileadmin/politik/10.06.vision_fuer_nachhaltiges_energiekonzept.pdf. Accessed: 27.09.2016.

Bioökonomierat (2015): Bioenergiepolitik in Deutschland und gesellschaftliche Herausforderungen, BÖRMEMO 04, Berlin, https://bioekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/berichte/BO__RMEMO_04_Bioenergie_final.pdf. Accessed: 27.09.2016

UBA (2017): Biomassekaskaden: Mehr Ressourceneffizienz durch stoffliche Kaskadennutzung von Biomasse - von der Theorie zur Praxis, Texte 53/2017, hrsg. v. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2017, ISSN 1862-4359.

BirdLife International et al. (2016): A new EU sustainable bioenergy policy - Proposal to regulate bioenergy production and use in the EU's renewable energy policy framework 2020-2030, https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/a_new_EU_sustainable_bionenergy_policy_FINAL.pdf. Accessed: 27.09.2016

BMEL (2014): Nationale Politikstrategie Bioökonomie, Berlin, 2014, <https://www.bmbf.de/files/BioOekonomiestrategie.pdf>. Accessed: 27.09.2016.

Brosowski, A.; Thrän, D.; Mantau, U.; Mahro, B.; Erdmann, G.; Adler, P.; Stinner, W.; Reinhold, G.; Hering, T.; Blanke, C. (2016): A review of biomass potential and current utilisation - Status quo for 93 biogenic wastes and residues in Germany. In: *Biomass and Bioenergy* 95 (Supplement C), 257-272. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.10.017>.

Zevenhoven, M.; Yrjas, P.; Skrifvars, B.-J.; Hupa, M. (2012): Characterization of Ash-Forming Matter in Various Solid Fuels by Selective Leaching and Its Implications for Fluidized-Bed Combustion. In: *Energy Fuels* 26 (10), 6366-6386. <https://doi.org/10.1021/ef300621j>.

Deutsches Institut für Normung (2014): DIN EN ISO 17225-1: Solid biofuels - Fuel specifications and classes - Part 1: General requirements, Beuth Verlag, Berlin, 2014.



Thomas Zeng

**DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt
+49 (0) 341 2434 542
thomas.zeng@dbfz.de

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig

² Technology and Support Centre in the Centre of Excellence for Renewable Resources (TFZ), Straubing

³ Spanner Re² GmbH, Neufahrn i. NB

Esther Stahl, Julian Walberer, Philipp Danz

Charakterisierung unterschiedlicher Laubabfallfraktionen für die energetische Nutzung - Ergebnisse des Projekts SET-Laub



03KB111
SET-Laub

Laub, Biomasse, energetische Nutzung, Verbrennung, Emissionen

Laub wird jährlich auf kommunaler Ebene im Zuge der Straßenreinigung, der Parkpflege und der Bioabfallsammlung erfasst und üblicherweise kompostiert. Aufgrund des saisonal hohen Aufkommens und der schlechten Rotteeigenschaften ist Laub in Kompostierungsanlagen eher problematisch. Gleichzeitig weist Laub relevante Heizwerte auf, die seine energetische Nutzung, insbesondere für Kommunen, interessant machen. Der Einfluss der Laub-(mit-)verbrennung auf die dabei entstehenden Emissionen wurde bisher jedoch nicht systematisch im größeren Maßstab untersucht.

Aus diesem Grund wurden im Projekt SET-Laub („Systematische Ermittlung von Emissionsdaten bei der thermischen Umsetzung unterschiedlicher Laubabfallfraktionen“) unterschiedliche Laubfraktionen separat und in Mischung mit konventionellen Holzhackschnitzeln in einer Verbrennungsanlage (400 kW_{th}) eingesetzt und der Einfluss auf die entstehenden Emissionen untersucht. Dazu wurde der Einfluss des Sammelorts (Straßenlaub, Parkpflege etc.), der Expositionsdauer (Früh- und Spätlaub im Herbst) und der Lagerungsart (Silierung und Ballierung) auf das Emissionsverhalten des potentiellen Brennstoffs (bzw. der Brennstoffmischung) untersucht und Empfehlungen für die Verwendung von Laub als Brennstoff entwickelt.

Vor dem Hintergrund einer späteren Anwendung im kommunalen Bereich, beispielsweise zur Nahwärmeversorgung, zielte diese Untersuchung auf den Einsatz von Laub in Feuerungsanlagen gemäß 4. BImSchV unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Emissionen nach TA Luft ab. Kommunen sollten nach Abschluss des Projektes unter technischen Gesichtspunkten in die Lage versetzt werden einen Brennstoff für die eigene energetische und praxisnahe Verwertung oder zur Vermarktung an größere Biomassefeuerungen zu erzeugen.

Im Rahmen der Untersuchung wurden umfangreiche Analysen von insgesamt vier Laubfraktionen und über zwei Jahre durchgeführt und Aufbereitungs- und Lagerungsmethoden technisch untersucht (Silierung, Trocknung, Siebung, Brikettierung, Pelletierung). Anschließend wurden die bereitgestellten Proben in einer praxisnahen Rostfeuerung (440 kW_{th}) verbrannt und das Verbrennungsverhalten sowie die entstehenden Emissionen ermittelt. Im Vorfeld wurden im Labor gezielte Versuche zum Verbrennungs- und Trocknungsverhalten durchgeführt.

Insgesamt zeigten die Laubbriketts gute Verbrennungseigenschaften. Die Emissionswerte lagen bis auf dem Parameter Gesamtstaub unter den Grenzwerten der TA Luft. Die NO_x-Konzentrationen waren bei den Laubbrennstoffen doppelt bis dreimal so hoch wie beim Holzbrennstoff, aber noch unter dem angegebenen Grenzwert der TA Luft. Die Werte an PCDD/F und BaP lagen mit < 0,006 ng/m³ (PCDD/F in TEQ) bzw. < 0,003 µg/m³ (BaP) deutlich unter den Grenzwerten der TA Luft (1,0 ng/m³ bzw. 0,05 µg/m³). Die CO-Konzentrationen waren mit < 8 mg/Nm³ ebenfalls deutlich unter dem Grenzwert der TA Luft (250 mg/Nm³). Dabei musste die Rostgeschwindigkeit der Verbrennungsanlage angepasst werden. Bei weiteren Verbrennungsversuchen in einer Anlage mit 50 kW_{th} kam es zu einem Aufstauen

des Brennguts in der Brennkammer, welches mit erhöhten Emissionen einherging. Hervorzuheben ist, dass mittels Siebung des Laubs eine Abreicherung an Schwermetallen erreicht werden konnte, so dass die als Referenz hinzugezogenen Schwermetallwerte aus der DIN 17225 – Biogene Festbrennstoffe – Brennstoffspezifikationen und -klassen – Teil 6 bzw. Teil 7 (nicht-holzartigen Pellets bzw. Briketts) überwiegend eingehalten werden konnten (STAHL et al. 2017, DIN EN ISO 17225-6:2014, DIN EN ISO 17225-7:2014).

Zudem wurde deutlich, dass die Art der Sammlung einen dominanten Einfluss auf die Schwermetall- und Aschekonzentrationen im Laub hat. Zusammenfassend kann aus den Projektergebnissen geschlossen werden, dass Laub als Brennstoff für Biomassefeuerungen im Bereich 4. BImSchV mit kontrollierbaren Emissionen eingesetzt werden kann, allerdings aufgrund der Heterogenität des Brennstoffs mit teilweise sehr hohen Aschegehalten über 20 % eine geeignete Feuerungsanlage sowie gegebenenfalls eine vorherige Homogenisierung erforderlich sind.

Referenzen

Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV), „Anlage 2 Nr. 1.2 bis 1.2.4,“ Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz, 28.04.2015

Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft), „Nr. 5.4.1.2.1, 5.4.1.3,“ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 28.04.2015.

Stahl, E.; Danz, P.; Hose, M. (2017): Systematische Ermittlung von Emissionsdaten bei der thermischen Umsetzung unterschiedlicher Laubfraktionen – Zwischenergebnisse aus dem Projekt SET-Laub. Statuskonferenz Energetische Biomassenutzung, 20.-21.11.17 in Leipzig.

Biogene Festbrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und -klassen - Teil 6: Klassifizierung von nicht-holzartigen Pellets (ISO 17225-6:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17225-6:2014

Biogene Festbrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und -klassen - Teil 7: Klassifizierung von nicht-holzartigen Briketts (ISO 17225-7:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17225-7:2014



Dr. Esther Stahl

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und
Energietechnik UMSICHT
Osterfelder Straße 3, 46047 Oberhausen

Kontakt
+49 (0) 208 8598 1158
esther.stahl@umsicht.fraunhofer.de

Roman Schneider¹, Tobias Zschunke¹

Brennstoffvariation bei der kleintechnischen Holzvergasung

Biomassevergasung, Rest- und Abfallstoffe, Emissionen, KWK

In einem Versuchsstand zur Biomassevergasung der Hochschule Zittau/Görlitz (Thermochemisches Versuchsfeld) werden üblicherweise Holzhackschnitzel (HHS) aus Waldrestholz als Brennstoff eingesetzt. Da die HHS mit den geforderten Qualitätsmerkmalen einen entsprechend hohen Marktpreis aufweisen, werden in der Praxis zunehmend Brennstoffe mit geringerer Brennstoffqualität eingesetzt, um damit die Brennstoffkosten zu senken. In diesem Zusammenhang wurde im Rahmen von Messfahrten (MF) untersucht, ob die Mitvergasung von zwei biogenen Abfall- und Reststoffen mit der vorhandenen Versuchsanlage prinzipiell möglich ist.

Dabei wurden den HHS in einem Fall Sägewerksabfälle aus der Produktion von mitteldichten Faserplatten (MDF) und bei einer weiteren Variation Gärrestpellets (GR) zugemischt und diese Brennstoffgemische anschließend dem Vergasungsprozess, bei Variation der Zumischungsanteile von MDF und GR, zugeführt. Die dabei auftretenden Prozessparameter wurden mit der vorhandenen Messtechnik erfasst und dargestellt, um anschließend die Variationen mit den Referenzfahrten bei Verwendung des Standardbrennstoffes zu vergleichen. Dabei bezog sich die Auswertung hauptsächlich auf den Vergasungsprozess und die Motorabgasemissionen mit den entsprechenden Stoffströmen (Brennstoff, Vergasungsmittel, Produktgas, Motorabgas), um anschließend die Wirkung der Zumischungen und damit die Einsatzeignung bewerten zu können. In Bezug auf das Vergasungsverhalten konnten sowohl während als auch nach den Versuchsfahrten einige betriebsstörende Einflüsse (z. B. Verschmutzung, Brückenbildung, Verschlackung) durch die eingesetzten Materialien festgestellt werden. Dies betrifft vor allem die hohen Zumischungsraten von MDF und GR. Darüber hinaus wurde im Vergleich zum Standardbrennstoff beim Einsatz der Brennstoffvariationen neben dem Absinken des Brennstoffausnutzungsgrades auch ein deutlicher Anstieg der Stickoxidemissionen im Motorabgas festgestellt.

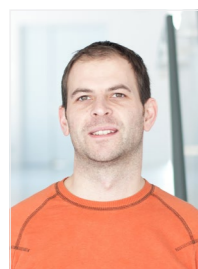
Referenzen

Schneider, R.; Grusla, S. (2019): Brennstoffvariation am Holzvergaser-BHKW des TCV. Forschungsbericht. Hochschule Zittau/Görlitz.

Schneider, R.; Pohl, R.; Sénéchal, U.; Zschunke, T. (2017): Katalytische Vergasungsversuche am Holzvergaser-BHKW des TCV. Forschungsbericht. Hochschule Zittau/Görlitz. URL: http://ipm.hszg.de/fileadmin/Redakteure/Institute/IPM/Publikationen/TCV/Bericht_Katalytische_Vergasung_final.pdf (Stand 17.04.2019).

Zschunke, T.; Schneider, R. (2017): Analysis of a wood chip gasifier in a thermochemical test area. Vortrag zum Symposium „Optimization of wood-based process chains in small scale forestry in Eastern Africa“, Dresden.

¹ Hochschule Zittau/Görlitz, Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM)



Roman Schneider

Hochschule Zittau/Görlitz, Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM)
Theodor-Körner-Allee 16, 02763 Zittau

Kontakt
+49 (0) 3583 612 4821
R.Schneider@hszg.de

Katharina Bär^{*}, Abdessamad Saidi, Wilfried Zörner

NETFLEX-Entwicklung einer selbstlernenden Steuerung zur Integration von Biogasanlagen in Netze mit hohem Anteil fluktuierender Stromerzeuger

Biogas, Photovoltaik, Wolkentracking, Steuerung, Verteilnetz

Hintergrund

Nach dem Wegfall der EEG-Vergütung sind Biogas-Bestandsanlagen, nach 20 Betriebsjahren, häufig kaum konkurrenzfähig am Stromerzeugungsmarkt. Die Möglichkeit der steuerbaren Stromerzeugung kann diesen Kraftwerken eine neue Perspektive bieten und einen Beitrag zum Bestandserhalt leisten. Das Vorhaben „NETFLEX“, gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, beschäftigt sich in diesem Kontext mit der Integration von Biogasanlagen als Systembaustein in intelligenten Energienetzen.

Da die Wechselwirkung von Biogasanlagen und deren Steuerung im Zusammenspiel mit anderen fluktuierenden Stromerzeugern im sekundengenauen Zusammenspiel noch nicht im Detail untersucht ist, bietet die Entwicklung einer Steuerung unter Verteilnetzgesichtspunkten großes Potenzial für die Weiternutzung von Biogasanlagen. Durch die Schaffung der technologischen Möglichkeiten kann die bedarfsgerechte Stromerzeugung aus Biogasanlagen damit wieder stärker in den politischen Fokus gerückt werden.

Forschungsschwerpunkte

Das übergeordnete Ziel des Vorhabens besteht in der modellbasierten Analyse und Simulation innovativer Regelungsstrategien und Geschäftsmodelle sowie in der Entwicklung einer selbstlernenden Steuerung für Biogasanlagen (BGA) zur Vermeidung kurzfristiger, tageszeitlich auftretender Netzüberlastung in ländlichen Verteilnetzen. Die Steuerung soll auf tageszeitliche Schwankungen von Photovoltaikanlagen (PV)-Einspeiseprofilen kurzfristig und selbstlernend reagieren. Hierzu werden unter anderem laufend Wetterprognosen aus Modellen, modernen Nowcasting-Verfahren und PV-Stromeinspeiseprofilen realer am Stromnetz angeschlossener PV-Anlagen in den Steuerungsablauf integriert (Abb. 1). Zusätzlich werden Regelungsstrategien zur Optimierung auf Anreize des EPEX SPOT-Markts durch Biogasanlagen erstellt.

Darüber hinaus werden die Stromerzeugung und die gleichzeitige Versorgung von Wärmenetzen durch Biogasanlagen im Allgemeinen untersucht. Die entwickelte Steuerung wird an der bayerischen Biogasanlage Zellerfeld (BGA Zellerfeld) installiert und soll die Blockheizkraftwerke (BHKW) für kurzfristig schwankende Netzbedürfnisse sensibilisieren. Ein umfassender Monitoringprozess des verteilnetz-angepassten Betriebs der BGA Zellerfeld trägt zur Validierung der Steuerung bei (Abb. 2).

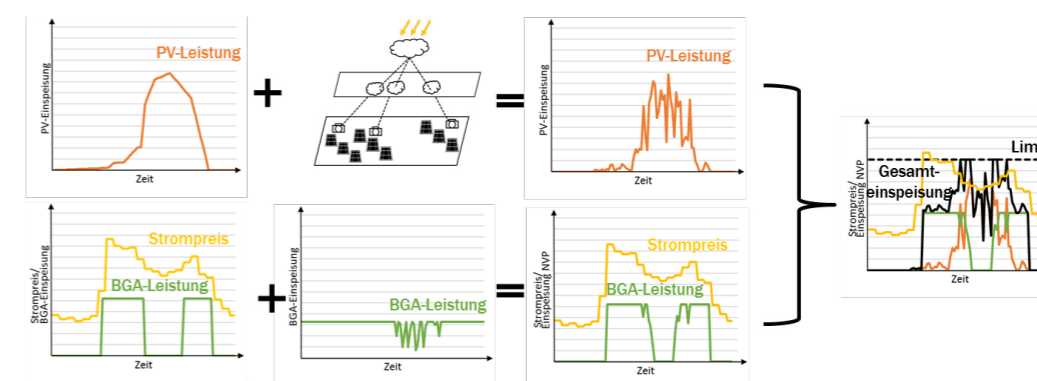


Abbildung 1 Optimierte Kombination von Biogas- und Photovoltaikanlage (Quelle: Institut für neue Energie-Systeme)

... und die Integration der Biogasanlage in das Energiesystem...

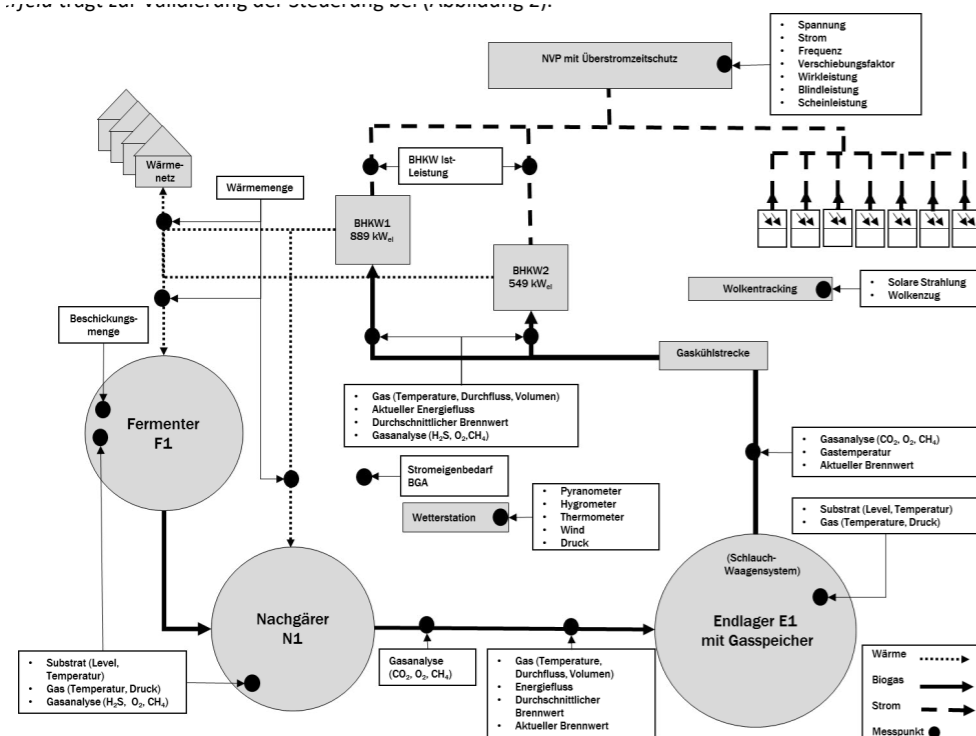


Abbildung 2 Monitoring Biogasanlage Zellerfeld (Quelle: Institut für neue Energie-Systeme)

Maßnahmen

- » Potenzialermittlung einer an die regionale PV-Einspeisung angepassten, selbstlernenden und flexiblen Stromerzeugung durch Biogasanlagen im deutschen Verteilnetz
- » „Nowcasting“ der Bewölkungssituation zur Entwicklung einer verbesserten Bewölkungsvorhersage in einer Auflösung von einem Kilometer und Validierung der Methode mit Hilfe der Ertragsdaten von PV-Anlagen
- » Entwicklung eines Optimierungsalgorithmus für die Steuerung einer Biogasanlage (selbstlernende Steuerung im Sekundenbereich) unter Berücksichtigung der Einspeiseprofile fluktuierender Stromerzeuger
- » Simulation der Stromerzeugung von Biogasanlagen unter wärme-, strompreis- und verteilnetz-orientierten Gesichtspunkten
- » Entwicklung und Implementierung einer innovativen, vorausschauenden Steuerung zur automatisierten Fahrplangestaltung für Biogasanlagen zur Verringerung der Verteilnetzbelastung an der BGA Zellerfeld
- » Messdatenerfassung, Monitoring (Leistungsschalter am Netzverknüpfungspunkt mit neuer Messtechnik, Messtechnik-Erweiterung des Biogasanlagenbetriebs) an der BGA Zellerfeld

Ergebnisse

Zunächst werden der aktuelle Biogasanlagenbetrieb und grundsätzliche rechtliche Rahmen- und Marktbedingungen für eine bedarfsgerechte Stromproduktion durch Biogasanlagen dargestellt. Nach einer Analyse des Potenzials einer an die regionale PV-Einspeisung angepassten flexiblen Stromerzeugung durch Biogasanlagen im deutschen Verteilnetz, im Sinne einer Verteilnetzanalyse, erfolgt eine Beschreibung des aktuellen Biogasanlagenbetriebs unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen. Außerdem soll ein im Zuge des Vorhabens entwickeltes mathematisches Modell der Systemkomponenten eines regionalen Stromverbundes mit einer Biogasanlage und fluktuierenden Energieerzeugern vorgestellt werden.

¹Technische Hochschule Ingolstadt Institut für neue Energie-Systeme (InES)



Katharina Bär

Technische Hochschule Ingolstadt
Institut für neue Energie-Systeme (InES)
Esplanade 10, 85049 Ingolstadt

Kontakt
+49 (0) 841 9348 6453
katharina.baer@thi.de



Tina Hermann^{1,2}, Lena Dürndorfer^{1,2}, Julian Geier-Pippig^{1,2}, Christian Schweigler^{1,2}

Brennwertnutzung an Biomassekesseln mittels angekoppelter Sorptionswärmepumpe

Absorption, Wasser/LiBr, Wärmepumpe, Biomassekessel, Abgaskondensation, Energieeffizienz

Die energiepolitischen Ziele fordern neben dem Stromsektor auch für die zukünftige Wärmeversorgung die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien. Mit einem Anteil von 75 % an der erneuerbaren Wärmeversorgung ist der Energieträger Holz eine der wichtigsten Energiequellen. Sowohl der Zubau neuer Heizkessel als auch Maßnahmen die zur Effizienzsteigerung bestehender Anlagen führen, werden in Form von Förderprogrammen unterstützt. Besonders vielversprechend ist die Wirkungsgradsteigerung der Feuerungsanlage durch Systeme zur Abwärmenutzung.

Im Rahmen des Forschungsprojekts wird die Integration einer Absorptionswärmepumpe (AWP) in das Wärmeversorgungssystem eines mit Holzhackschnitzeln befeuerten Heizkessels untersucht. Beim herkömmlichen Einsatz von Abgaswärmetauschern wird die Kühlung und Kondensation des Abgases durch die Rücklauftemperaturen des Heiznetzes auf etwa 50 °C begrenzt, so dass der Brennwerteffekt kaum genutzt werden kann. Bei Einbindung der AWP wird durch Wärmeübertrag auf den Verdampfer eine Auskühlung des Abgases auf bis zu 25 °C ermöglicht, die je nach Brennstofffeuchte eine um bis zu 20 % höhere Brennstoffausnutzung zur Folge hat.

Die Forschungsarbeit umfasst schwerpunktmäßig die Konzeption des Wärmepumpenkreislaufs und die Auslegung der einzelnen Komponenten für eine thermo-hydraulisch optimierte Einbindung der AWP in die externen Wärmeträgerkreise des Versorgungsnetzes. Es wurde ein innovatives Anlagenkonzept entwickelt, das auf eine selbstregelnde Betriebsweise mit geringem apparativem Aufbau abzielt. Der Abgaswärmetauscher wird dabei direkt in den Prozesskreislauf integriert und der Sorptionskreislaufs wird mittels eines Naturumlauf-Austreibers betrieben. Dadurch wird ein selbsttätiger Betrieb ermöglicht und der Einsatz von Hilfsenergie verringert. Die thermodynamische Modellierung und Dimensionierung der Komponenten, insbesondere des Verdampfers und des Naturumlauf-Austreibers, werden durch experimentelle Voruntersuchungen überprüft.

In dem Konferenzbeitrag wird das Anlagenkonzept der AWP vorgestellt und über die experimentellen Untersuchungen des Verdampfers und des Naturumlauf-Austreibers berichtet.

¹ Hochschule München, Fakultät 05 Versorgungs- und Gebäudetechnik

² CENERGIE Research Center Energieeffiziente Gebäude und Quartiere, München



Tina Hermann

Hochschule München
Fakultät 05 Versorgungs- und Gebäudetechnik
Dachauer Str. 100a, 80636 München

Kontakt
+49 (0) 89 1265 4388
tina.hermann@hm.edu

Stefan Junne¹, Hans-Joachim Nägele², Philipp Kress³, Anika Bockisch¹, Juan-Antonio Arzate¹, Anja Lemoine¹, Peter Neubauer¹, Hans Oechsner³

Flexibilisierte Fütterung in Biogasprozessen mit Modell-basierter Prozesserkennung im Praxismaßstab

Flexible Substratbeladung, mechanistische Modellierung, optimierter Sensoreinsatz

Hintergrund/Ziel

Mit Hilfe der speicherbaren Biomasse besteht die Möglichkeit, die Fermenter an Biogasanlagen flexibel und regelbar über das Fütterungsmanagement zu betreiben. Auswirkungen eines stark variierenden Fütterungsmanagements auf die biologischen, rheologischen und verfahrenstechnischen Parameter sind bislang jedoch 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 Probennahme-strategie zwingend notwendig. Die Prozessüberwachung ist ein essentielles Werkzeug, um Prozessstörungen – hervorgerufen z. B. durch Über- oder Unterfütterung und falschen Anpassungszeiten bei Substratwechsel, die Akkumulation von Hemmstoffen, Unterversorgung mit Mikronährstoffen oder durch Stoßbelastungen – frühzeitig zu detektieren und deren Folgen entgegenzuwirken.

Als Problemlösungsansatz zur schnelleren Detektion von Störungen aus einer Vielzahl von Prozessdaten wird die Modell-basierte Überwachung gesehen. Es wurden die Optimierungspotentiale festgestellt und Werkzeuge als Overlay-Lösung für ein flexibilisiertes Fütterungsmanagement bereitgestellt, vorallem durch Multiparametersensorik, die orts aufgelöste Messungen zur Identifikation geeigneter Messstellen zum stationären Monitoring sowie die Vorhersage zur Prozessperformance bei flexibler Substratbeladung.

Forschungsschwerpunkte

Im Projekt wurde konkret die Frage adressiert, inwiefern ein flexibles Beladungsmanagement die Nachhaltigkeit von Biogasanlagen und eine bedarfsgerechte Gaserzeugung unterstützen kann, und inwiefern Modell-basierte Ansätze als Methodik zu einem stabilen und risikoärmeren Betrieb unter den genannten Wechsellastbedingungen beitragen kann. Dabei wurde das Ziel, verfolgt, die für den jeweiligen Prozesszustand sensitiven Parameter zu identifizieren und Parameter zu reduzieren, mit *on line* gewonnenen Daten anzupassen und den Betrieb (die Methan-Ausbeute) vorherzusagen. Dadurch wurde der Prozesszustand bewertet und mit einer Regelung verknüpft. Der große Vorteil liegt darin, dass vereinfachte Relationen zwischen Messparametern für die Überwachung herangezogen und zustandsabhängig gewichtet werden. Durch eine Sensitivitätsanalyse wird die Bedeutung der verschiedenen *on line* gemessenen Parameter zur Entwicklung einer Modell-basierten Vorhersage und Überwachung qualitativ und quantitativ evaluiert.

Der Ansatz aus der Identifikation lokal repräsentativer Messorte, geeigneter *on line* Sensorik und Modell-basierter Überwachung bei qualitativer Echtzeiterfassung der eingesetzten Substratmengen und -qualitäten soll zu einem sicheren und prognostizierbaren Anlagenbetrieb führen

Maßnahmen

Die Zusammenarbeit zwischen den Partnern Universität Hohenheim, TU Berlin und SOTAsolutions wurden Lastwechsel an der Forschungsbiogasanlage „Unterer Lindenhof“ durchgeführt und die Auswirkungen untersucht. Die Langzeitversuche an der Versuchsanlage wurden durch den verstärkten Einsatz von Sensorik begleitet. Dazu wurde an verschiedenen Stellen und verschiedenen Tiefen in der Flüssigphase gemessen. Zudem wurden Modell-basierte Ansätze zur Simulation der Fahrweise erarbeitet. Dazu wurde ein einfaches mechanistisches Modell (AM2) erweitert und schließlich zur Simulation von Störszenarien wie Übersäuerung verwendet. Dieses kann genutzt werden, um Prozess-relevante Störungen vorherzusagen und die Auswirkungen einen flexiblen Betriebs abzuschätzen. Es können entsprechende Probennahmeintervalle festgelegt werden, um das Prozessrisiko zu minimieren.

¹ Technische Universität Berlin, Institut für Biotechnologie, Fachgebiet Bioverfahrenstechnik

² ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, LSFM Life Sciences und Facility Management, Fachstelle Umweltbiotechnologie

³ Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie (740), Stuttgart

Schließlich wurde an der Forschungsbiogasanlage durch gezielte Fütterungsoptimierung eine bedarfsgerechte Gasproduktion dargestellt und darüber hinaus kritische Betriebszustände generiert. Diese kritischen Zustände sollten mit Hilfe der entwickelten Sensorik erfasst und daraus eine resultierende Regelungsstrategie abgeleitet werden.

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigten, dass eine dynamische Fahrweise der Biogasanlage gut realisierbar war. Der Gasvolumenstrom konnte durch variables Füttermanagement um 50 % im Tageszeitraum variiert werden, ohne dass es zu Prozess-relevanten Störungen im Anlagenbetrieb kam. Es konnte ferner gezeigt werden, dass das reduzierte AM2 in der Lage ist, die dynamischen Bedingungen bei allen hier applizierten Zuständen mit dynamischer Fütterung abzubilden. Eine Zustandserkennung der Biogasanlage hinsichtlich der Biogasproduktion ist möglich. Dabei zeigte das AM2 eine kaum bzw. nur unwesentliche geringere Vorhersagequalität bei gleichzeitig wesentlich geringerer Parameteranzahl. So ist es möglich, ohne Kenntnis über das Verhältnis einzelner mikrobieller Konsortien zueinander wie beim ADM1 die Prozessperformance in den gesamten getesteten Szenarien vorherzusagen. Dabei kann on-line Sensorik wie die Leitfähigkeitsmessung einen potentiell wichtigen Beitrag leisten, um Veränderungen in der Durchmischung durch geänderte Substrateinträge schnell zu detektieren.

Es wurden für verschiedenen Beladungsszenarien Kennzahlen von Lebenszyklusanalysen anhand der Modellprädiktion analysiert. Dabei wurden die Systemgrenzen am Substratverbrauch angesetzt und die Restmittelverwendung einbezogen. Es ergab sich in allen Fällen, dass die flexible Substratnutzung zu gleichwertigen oder sogar tendenziell etwas günstigeren Werten führte. Wie auch in den Praxisergebnissen gemessen, konnten auf jeden Fall keine relevanten Prozessinstabilitäten gefunden werden, die Anpassungsphasen sind kürzer als die Verweilzeit der Substrate, so dass keine negativen Auswirkungen auf die Ausbeute feststellbar waren.

Es konnte somit das große Potential der dynamischen Fütterung für einen flexiblen Betrieb gezeigt und die Prozesssicherheit durch entsprechende Vorhersagemöglichkeiten dargestellt werden.

Referenzen

Enseleit, U.; Bockisch, A.; Sachse, S.; Kielhorn, E.; Neubauer, P.; Junne, S.; Bertau, M.; Vonai, W. (2017): Spatial monitoring of the liquid phase with multiparameter sensors in industrial-scale fermenters. In: *tm*, doi.org/10.1515/teme-2016-0084.

Arzate, J.-A.; Kirstein, M.; Ertem, F.-C.; Kielhorn, E.; Ramirez-Malule, H.; Neubauer, P.; Cruz-Bournzou, M.-N.; Junne, S. (2017): Anaerobic Digestion Model (AM2) for the Description of Biogas Processes at Dynamic Feedstock Loading Rates. In: *Chemie-Ingenieur-Technik* 89.

¹Technische Universität Berlin, Institut für Biotechnologie, Fachgebiet Bioverfahrenstechnik



Dr. Stefan Junne

Technische Universität Berlin, Institut für
Biotechnologie, Fachgebiet Bioverfahrenstechnik
Ackerstrasse 76, ACK24, 13355 Berlin

Kontakt
+49 (0) 30 314 72527
stefan.junne@tu-berlin.de

Matthias Stark¹, Abdessamad Saidi¹, Wilfried Zörner¹

Modellbasierte Simulation von Hochtemperaturspeichern zur flexiblen Stromerzeugung aus Biomasse HKW

Feste Biomasse, Dampfspeicher, Dampfkraftwerk, flexible Stromerzeugung,

Der steigende Anteil erneuerbarer Energien, insbesondere durch den Zubau von Windkraft und Photovoltaik, verursacht ein erhöhtes Risiko von Netzüberlastungen und Versorgungsengpässen (HÖFLICH et al. 2012). Ein Ansatz, um das Gleichgewicht zwischen Stromerzeugung und Strombedarf wieder herzustellen ist der Einsatz von flexiblen Kraftwerken. Durch ihre Möglichkeit zur Gasspeicherung werden Biogasanlagen bereits zur flexiblen Stromerzeugung eingesetzt.

Aber auch Biomasseheizkraftwerke bieten durch ihre dezentrale Verteilung und ihre im Vergleich zu Biogasanlagen höhere Leistungsklasse vorteilhafte Grundvoraussetzungen für eine flexible Stromerzeugung. Unter den verschiedenen Konzepten zur Flexibilisierung eines Biomasse HKW stellt die Nutzung von Dampfspeichern einen innovativen Ansatz dar (STARK et al. 2016).

Forschungsschwerpunkte

In den letzten Jahrzehnten, wurden im Bereich der Hochtemperaturspeicher signifikante Forschungserfolge erzielt. Für den Betrieb solarthermischer Großkraftwerke ist die Speicherung des Hochtemperaturfluids (oftmals Dampf) notwendig um damit den Nachtbetrieb zu überbrücken. Verbesserte Ruths-Dampfspeicher, Salzschmelze, PCM oder Feststoffspeicher stellen nur eine Auswahl der verfügbaren Technologien dar. Grundsätzlich würden sich diese Technologien auch zur Flexibilisierung eines Biomasse Heizkraftwerkes eignen.

In vorliegenden Forschungsansatz wird der Biomassekessel in der Grundlast am optimalen Arbeitspunkt betrieben, um Wirkungsgradverluste und erhöhte Schadstoffemissionen zu vermeiden. Im Kessel wird wie bisher eine konstante Dampfmenge erzeugt und in die Turbine geleitet. Je nach Bedarf kann mittels eines Dampfspeichers die in das Turbinensystem geleitete Dampfmenge verringert (Dampf wird zwischengespeichert) oder erhöht werden (Dampfspeicher wird entladen). Dies ermöglicht dem Kraftwerk, auf Anforderungen von Stromnetz oder -märkten zu reagieren indem die Dampfmenge und damit die im Turbinensystem erzeugte Strommenge angepasst wird.

Um die am besten geeignete Speichertechnologie zu identifizieren, wurden die Anforderungen unter Berücksichtigung der Randbedingungen von Stromnetz, Kraftwerkssystem und Dampfkreislauf zusammengefasst und bewertet. Auf Basis einer Nutzwertanalyse konnte so das am besten geeignete Speichersystem ermittelt werden. Die Kombination aus konventionellen Ruths Speichern mit Feststoff-Betonspeichern (siehe Abbildung 1) stellt einen, für dieses Anwendungsgebiet vielversprechenden Ansatz dar (STARK et al. 2018).

Um das Speicherkonzept bewerten zu können, ist es notwendig, Leistungsdaten, Systemkennwerte wie auch deren Einfluss auf das umliegende Netz und das Kraftwerk zu ermitteln. Hierfür wird ein Simulationsmodell entwickelt, welches die flexible Betriebsweise des Kraftwerkes nachbilden soll. Dieses Modell soll im weiteren Entwicklungsverlauf die Auslegung von nachfolgenden Labor und Prototypen unterstützen.

Die wichtigsten Komponenten des Speichersystems stellen der Dampfspeicher, der Betonspeicher, die Speicher- und die Kraftwerksturbine dar. Diese Elemente werden unabhängig voneinander modelliert und mit Messdaten validiert. Anschließend werden alle Grundkomponenten zu einem flexiblen Kraftwerksmodell verschaltet.

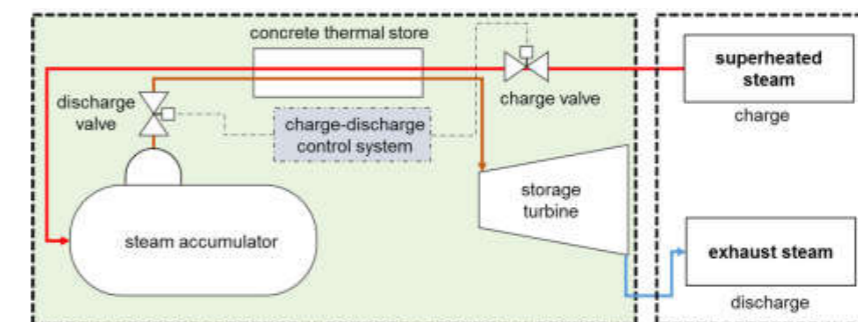


Abbildung 1 Schema des Speichersystems bestehend aus Dampfspeicher, Betonspeicher und Speicherturbine

Auslegungsgrößen, wie die Komponentendimensionen und Betriebsparameter werden zur Parametrisierung des Simulationsmodells verwendet. Um die unterschiedlichen im flexiblen Betrieb erforderlichen Betriebssituationen abzubilden, werden Informationen wie Spotmarktpreise oder Regelernergieanforderungen in die Regelung des Simulationsmodells eingelesen. Auf Basis dieser Signale wird der flexible Kraftwerksbetrieb nachgebildet. Über verschiedene Simulationsläufe kann dadurch der Einfluss des Speichersystems bewertet und wichtige Kenngrößen wie Nutzungsgrad, Energiemengen und Speicherkapazitäten ermittelt werden.

Auf Basis dieser Erkenntnisse wird die techno-ökonomische Realisierbarkeit des vorgestellten Konzepts bewertet.

Maßnahmen

- » Konzeption des Speichersystems und dessen Einbindung in das Kraftwerk
- » Modellierung der einzelnen Komponenten
- » Validierung der Komponenten
- » Aufbau eines flexiblen Kraftwerksmodells
- » Simulation verschiedener Szenarien
- » Bewerten der Simulationsergebnisse

Ergebnisse

- » Aufbau und Beschreibung des Speichersystems
- » Modellierungsansatz und Funktionsweise der einzelnen Modelle
- » Aussagekräftige Ergebnisse der Simulationsläufe
- » Bewertung des Speicherkonzeptes

Referenzen

Höfllich, B.; Noster, R.; Peinl, H.; Richard, P.; Völker, J.; Echternacht, D.; Grote, F.; Schäfer, A.; Schuster, H. (2012): Endbericht: Integration der erneuerbaren Energien in den deutschen/ europäischen Strommarkt, Deutsche Energie Agentur (dena), Berlin.

Stark, M.; Sonnleitner, M.; Zörner, W.; Greenough, R. (2016): Approaches for dispatchable biomass plants with particular focus on steam storage devices, *Chem. Eng. Technol.* 87, pp. 227–237.

Stark, M.; Trinkl, C.; Zörner, W.; Greenough, R. (2018): Methodological Evaluation of Storage Systems for Flexible Power Generation from Solid Biomass *Chem. Eng. Technol.*, pp. 885–894.

¹Technische Hochschule Ingolstadt Institut für neue Energie-Systeme (InES)



Matthias Stark

Technische Hochschule Ingolstadt
Institut für neue Energie-Systeme (InES)
Esplanade 10, 85049 Ingolstadt

Kontakt
+49 (0) 841 9348 6405
matthias.stark@thi.de

Peter Kornatz¹, Katharina Schering¹, Nadja Rensberg¹, Tino Barchmann¹, Jaqueline Daniel-Gromke¹

Entwicklung und Demonstration eines innovativen ökologischen Hybridkraftwerks für die Kopplung von Bioenergie mit Geothermie zur Versorgung unterschiedlicher Abnehmerstrukturen

Biogas, Geothermie, Wärmespeicher, saisonale Flexibilität

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines integrativen Hybridkraftwerks als Versorgungsoption für Nah- und Fernwärmenetze. Hierbei wird zumeist ungenutzte Wärme bestehender Biogasanlagen in innovativer sowie effizienter Weise bereitgestellt, verwertet und in ein Geothermiefeld eingespeichert. Die zwei singular erprobten und großtechnisch am Markt etablierten regenerativen Energieerzeugungssysteme – Biogas und Geothermie – können so miteinander harmonisieren, dass die Energie- und Wärmewende in Deutschland maßgeblich unterstützt wird. Mit einer neuen Konzipierung zur Verknüpfung von Bioenergie und Geothermie kann bereits mit bestehenden Biomasseanlagen sowohl die Wärmebereitstellung als auch die Regulierung des Stromnetzes und die stoffliche Verwertung anfallender Restsubstrate realisiert werden. Die primäre Verstromung von Biogas in KWK-Anlagen bringt eine Wärmerestriktion mit sich. Dies bedeutet, dass die flexible Verstromung von Biogas immer durch die Anforderungen der jeweiligen Wärmesenke bzw. die Wärmespeichermöglichkeiten am Standort limitiert ist. Ohne innovative Wärmekonzepte geht somit wertvolle Wärmeenergie durch die notwendige Motorenkühlung in die Umwelt verloren.

Im Rahmen eines Pilotprojektes sollen die Einzelsysteme Biogas und Geothermie, bestehend aus einem oberflächengeothermischen Feld mit einer Vielzahl von Erdwärmesonden und einer Biogasanlage mit BHKW, so miteinander kombiniert werden, dass die erzeugten thermischen Potentiale auf mehrere Weisen nutzbar gemacht werden. Diese werden entweder unmittelbar in ein Nahwärmenetz eingespeist oder die im Untergrund gespeicherte Wärmeenergie wird mittels Wärmepumpen auf ein nutzbares Vorlauftemperaturniveau angehoben.

Die effizientere Gestaltung der Wärmenutzung kann durch saisonale Speicherung von Überschusswärme in den Sommermonaten in einem Erdwärme-Sondenfeld realisiert werden. Aus wissenschaftlicher Sicht ist die Kombination von Biogasanlagen und Geothermie ein Novum. Dementsprechend liegen weder technisch-ökonomischen Kennwerte, noch Erfahrungen zur Wirtschaftlichkeit des Gesamtkonzeptes oder dem Verhalten der Einzelkomponenten zueinander vor. Die bisher genutzten ökonomischen Bewertungsmaßstäbe für Biogasanlagen können auf das Konzept übertragen und neue weiterführende Bewertungsmaßstäbe entwickelt werden. Gerade für den Vergleich konventioneller Wärmespeicher mit geothermischen Wärmespeichern liegen zurzeit keine geeigneten ökonomischen Parameter vor.

Zu diesem Zweck wird eine Bewertungs- und Optimierungsmethodik entwickelt, um die verschiedenen Systemkomponenten in Hinsicht auf ihren technischen und betriebswirtschaftlich tragfähigen Betrieb hin abzustimmen. Hierbei wird der Weg eines objektorientierten Anlagenmodells gewählt, um Anlagen in verschiedenen Konfigurationen darstellen zu können. Der modulare Aufbau erlaubt es, Anlagenkomponenten betriebswirtschaftlich und technisch aufeinander abzustimmen. Dabei werden exogene Faktoren wie Substratangebot, Wärmenachfrage usw. berücksichtigt. Im zweiten Schritt können durch Verknüpfung des Anlagenbestandes und den räumlichen geologischen Informationen besondere Vorzugsstandorte für die Technologie des Biogas-Geothermie Hybridkraftwerks ausgewiesen werden.

In der Präsentation soll das Projekt, schwerpunktmäßig die Methodik und die bis dahin vorliegenden ersten Erkenntnisse vorgestellt werden.

¹DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH



Dr. Peter Kornatz

**DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt
+49 (0) 341 2434 379
peter.kornatz@dbfz.de



OptDienE
03KB138

Daniel Büchner¹, Oliver Mercker²

OptDienE - Optionen zum netzdienlichen Betrieb von Einzelraumfeuerstätten

Einzelraumfeuerstätten, Netzdienlichkeit, Hybridsysteme, Gebäudesimulation

Hintergrund

Die Transformation der Energieversorgung im Zuge der Energiewende ist durch einige Megatrends gekennzeichnet: (i) eine Dezentralisierung der Energiebereitstellung, (ii) eine Digitalisierung aller Lebensbereiche, (iii) eine dominierende Rolle von Solar- und Windenergie im Stromsektor und, damit einhergehend, (iv) eine hohe Volatilität der Erzeugung und (v) eine zunehmende Verschränkung der Energienutzungsbereiche: Strom, Wärme und Mobilität.

Die im deutschen Markt derzeit installierten Einzelraumfeuerungen (ERF) haben zusammen eine thermische Kapazität von mindestens 80 bis 90 GW. Würde ein Teil dieser Feuerungen als multivalenten Anlagen in Kombination mit Wärmepumpen betrieben und dabei zumindest teilweise systemdienlich eingesetzt werden, könnten sie Strombedarfsspitzen von bis zu 30 GW_{el} vermeiden. Bei einer wachsenden Bedeutung von Wärmepumpen und Elektromobilität könnte der zeitlich gesteuerte Einsatz von Biomasse-ERF zu einer maßgeblichen Entlastung des Stromnetzes und der Strombereitstellungskapazitäten in Hochlastzeiträumen mit geringer Stromeinspeisung aus Windkraft und PV-Anlagen beitragen.

Das vorgestellte Forschungsvorhaben gliedert sich in den Schwerpunkt „SmartBiomassHeat“ des DBFZ ein.

Zielstellung

Ziel der Studie ist es, das Potenzial der Biomasse-ERF zur Vermeidung von Strombedarfsspitzen durch Wärmepumpen und Gasnachfragespitzen durch Gasfeuerungen für den Status Quo sowie die Stützjahre 2030 und 2050 zu ermitteln. Dazu sollen vielversprechende ERF-Hybridsysteme, z. B. bestehend aus Wärmepumpen sowie Gasthermen (jeweils mit/ohne Solarthermie) untersucht sowie die technische Machbarkeit von Instrumenten zur Aktivierung der AnlagenbetreiberInnen aufgezeigt und politische Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

Maßnahmen

Es wurden repräsentative Gebäudetypen und Heizkonzepte für den Status Quo und die beiden Stützjahre definiert und in TRNSYS modelliert. Für die untersuchten Einzelraumfeuerstätten wurden verschiedene NutzerInnen- und Betriebskonzepte berücksichtigt. Im weiteren Verlauf des Projektes soll der Einfluss des Betriebs der Einzelraumfeuerstätten auf den Aufstellraum und die Energiebilanz des Gebäudes anhand einer detaillierten Simulation in TRNSYS untersucht und analysiert werden.

Die Bewertung des erzielbaren Effekts erfolgt anhand verschiedener Kennzahlen, wie z. B. bei Einsatz einer Wärmepumpe anhand des Stromverbrauchs, der Netzdienlichkeit und der Jahresarbeitszahl sowie auf Basis der Wärmegestehungskosten und des Primärenergieverbrauchs für das Gesamtsystem.

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH, Leipzig

² Institut für Solarenergieforschung GmbH, Emmerthal

Für die Ableitung des möglichen Einflusses auf das Energiesystem werden darüber hinaus unter anderem noch Fragestellungen zur Mobilisierung von OfenbesitzerInnen, der Identifizierung von geeigneten Anwendungsfällen sowie der praktischen Umsetzung (z. B. durch Implementierung einer Betriebssperre für die Wärmepumpe beim Betrieb der ERF) diskutiert und bewertet.

Ergebnisse

Im Rahmen des Vortrages werden die wesentlichen Eigenschaften der verwendeten Gebäudetypen und Heizkonzepte präsentiert. Zudem werden die ersten Ergebnisse der Modellierung und Simulation ausgewählter Versorgungskonzepte vorgestellt.

Michael Wolff, Larissa Doré, Tristan Becker, Grit Walther

Strategisch-operative Planung von Wertschöpfungsnetzwerken zur Herstellung bio-hybrider Kraftstoffe

Bio-hybrid Fuels, Wertschöpfungsnetzwerke, Gemischt-ganzzahlige lineare Optimierung

Das Fuel Science Center

In diesem Beitrag stellen wir zunächst ein von der Deutschen Forschungsgesellschaft (DFG) gefördertes Exzellenzcluster vor: Das Fuel Science Center (FSC). Das Ziel des FSC ist, motorische Verbrennungsprozesse auf Basis erneuerbarer Energie- und Kohlenstoffquellen zu ermöglichen und die wissenschaftlichen Grundlagen für ein integriertes Design von Kraftstoffen und Motorentchnik zu erarbeiten. Hierbei erfolgt die Entwicklung von flüssigen Energieträgern mit hoher Energiedichte („Bio-hybrid Fuels“), welche eine hocheffiziente und saubere Verbrennung ermöglichen, durch integrierte Umwandlung von erneuerbarer Elektrizität mit biomassebasierten Rohstoffen und CO₂. Das Problem der volatilen Erzeugung erneuerbarer Energien soll dabei durch die Entwicklung adaptiver Umwandlungstechnologien gelöst werden. Um dieses Ziel zu erreichen, werden wissenschaftliche Methoden auf unterschiedlichen Ebenen entwickelt: der Kraftstoffherstellung, der Verbrennungssysteme sowie der zugehörigen Wertschöpfungsnetzwerke.

Forschungsschwerpunkt

In unserem Beitrag fokussieren wir auf die strategisch-operative Planung von Wertschöpfungsnetzwerken zur Herstellung bio-hybrider Kraftstoffe. Die Herausforderung besteht hierbei insbesondere in der Berücksichtigung und Integration der kurz- und langfristigen räumlichen und zeitlichen Volatilität des Angebots erneuerbarer Energien aus Solar, Wind und Biomasse. Im Rahmen der Planung von Wertschöpfungsnetzwerken sind auf strategischer Ebene mehrperiodische Standort- und Kapazitätsentscheidungen für Produktions-, Speicher-, und Transporttechnologien zu treffen. Operative Entscheidungen betreffen die optimalen Einsatzstrategien der Produktions-, Transport- und Speichertechnologien, d. h. welche Mengen welches Energie- und Kohlenstoffträgers zu welchem Zeitpunkt umgewandelt, transportiert und gespeichert werden. Aufgrund der Interdependenz zwischen den genannten strategischen und operativen Entscheidungen ist die resultierende Planungsaufgabe überaus komplex. Das verwendete Modell besteht aus einem gemischt-ganzzahligen linearen Optimierungsproblem mit räumlicher und zeitlicher Auflösung. Die Zielfunktion maximiert den Kapitalwert des Gesamtsystems.

Fallstudie

Wir stellen die Ergebnisse einer Fallstudie zur strategisch-operativen Planung von Wertschöpfungsnetzwerken für bio-hybride Kraftstoffe in Europa, insbesondere Deutschland, vor. Hierbei untersuchen wir insbesondere den Einfluss der räumlichen und zeitlichen Volatilität der erneuerbaren Energieerzeugung. Zudem analysieren wir den Einfluss operativer Aspekte, wie z. B. bei einem flexiblen Betrieb der Produktions- und Speichertechnologien, auf den langfristigen Kapitalwert des Wertschöpfungsnetzwerks. Darüber hinaus erfolgt die Diskussion von Trade-offs bezüglich der räumlichen und zeitlichen Auflösung.

¹DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH



Daniel Büchner

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt
+49 (0) 341 2434 543
daniel.buechner@dbfz.de



Michael Wolff

RWTH Aachen University
Lehrstuhl für Operations Management
Kackerstr. 7, 52072 Aachen

Kontakt
+49 (0) 241 80 23832
michael.wolff@om.rwth-aachen.de

Fatih Gökgöz¹, Jan Liebetrau¹

Fahrplananalyse von Biogasanlagen mit gekoppelter Strom- und dezentraler diskontinuierlicher Kraftstoffproduktion - Anlagenkonzept, Kraftstoffbedarfsprofile, Fahrplanverschnitt und Optimierungspotenziale

Off-grid Aufbereitung, gekoppelte Kraftstofferzeugung, BioCNG, Fahrplananalyse & -optimierung

Hintergrund

Im Impulspapier „Strom 2030“ ist das politische Ziel für die Biogasbranche klar erkennbar – die Verlagerung von der Grundlastverstromung hin zu einer breiten Verwertung im Verkehr und Industrie, gefolgt von Wärme- und flexibler Strombereitstellung (BMWi 2016). Die Fragen hinsichtlich, wie sich diese Transformation nachhaltig gestalten soll und welche Technologien und Anlagenkonzepte dabei für einen erfolgreichen und effizienten Betrieb erforderlich werden, sind noch unklar. Eine Möglichkeit diese Aufgabe zu bewältigen, ist die Aufbereitung und der Absatz als Kraftstoff vor Ort mit kleineren dezentralen Biogasaufbereitung- und Tankstellenanlagen (BGAT), ohne eine technisch aufwendige und teure Netzeinspeiseanlage. Zum einen werden die hohen spezifischen Netzeinspeisekosten (IRENA 2017) eingespart und zum anderen wird durch die Kraftstoffnutzung des Biomethans, eine zusätzliche Einnahmequelle durch den Verkauf der THG-Minderungsquote generiert. Insbesondere besteht hier grundsätzlich die Abhängigkeit zum EEG nicht.

Das Ziel in diesem Teil des Dissertationsvorhabens ist die Fahrplananalyse modellhaft in einer Bestandsbiogasanlage mit zusätzlicher dezentraler Kraftstoffproduktion und -versorgung zu untersuchen.

Folgende Teilziele wurden dabei festgelegt:

- » Erhebung von Betankungsdaten verschiedener Fahrzeugflotten und Erstellung von Kraftstoffbedarfsprofilen
- » Ermittlung der zusätzlichen Kosten (z. B. zusammen Biogas-, Hochdruckspeicher), die bei der Integration einer dezentralen Kraftstoffproduktion und -versorgung anfallen
- » Untersuchung der Auswirkungen verschiedener Fütterungsintervalle (Fütterungsmanagement) auf den zusätzlichen Speicherbedarf für die teils schwankende Kraftstoffproduktion.
- » Identifizierung von Lastspitzen und Generierung konzeptioneller und technischer Lösungsansätze

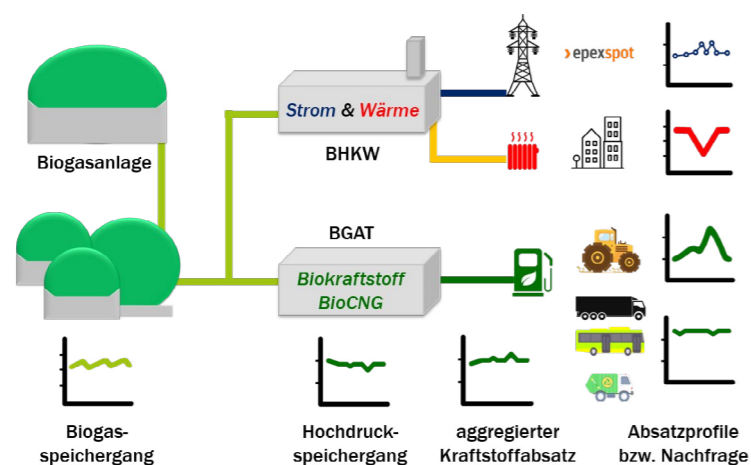


Abbildung 1 Aggregierte Fahrplananalyse mit jährlichen Verläufen aus der Biogas-, Strom-, Wärme- und Kraftstoffproduktion ggü. der diskontinuierlichen Strom- und Wärmenachfrage sowie der Kraftstoffabsatzprofile verschiedener Fahrzeugflotten

Forschungsschwerpunkte

In diesem Teil des Forschungsvorhabens werden Anschlusskonzepte für Bestandsbiogasanlagen mit anteiliger bzw. zusätzlicher Kraftstoffproduktion entwickelt als auch die Auswirkungen einer Sektorkopplung mithilfe eines Fahrplanverschnitts untersucht.

Maßnahmen

Im ersten Schritt wurden von drei beispielhaften Bioenergieanlagenbetreibern Standort- und Anlagendaten sowie interne als auch externe Kraftstoffbedarfsdaten erhoben. Die Betankungsdaten der internen Fuhrflotten erfolgten dabei mit konkreten Datum- und Uhrzeitangaben, sodass eine stündliche Fahrplananalyse in 8760 h Stunden komplett über das gesamte Jahr möglich wurde. Mittels dieser Daten wurde ein Analysetool entwickelt, in dem der Fahrplanverschnitt der gesamten Anlagenkonstellation mit Produktion, Verbrauch, Deckung sowie Speichergang für alle erzeugte Energiearten (Biogas, Strom, Wärme, Kraftstoff) stündlich abgebildet werden. Dabei stellt die effiziente Handhabung der verschiedenen Kraftstoffabsatzprofile von Fuhrflotten im Fokus. Als Vorlage für den Fahrplanverschnitt wurde das am Deutschen Biomasseforschungszentrum entwickelte BioFlex-Tool (Dotzauer et al. 2018) verwendet und um den zusätzlichen Kraftstoffpfad ergänzt.

Ergebnisse

Als Ergebnis liegt der Fahrplanverschnitt einer Biogasanlage über das komplette Jahr mit 8760 h mit gekoppelter Strom-, Wärme- und Kraftstoffproduktion sowie der lokal vorliegende diskontinuierliche Kraftstoffnachfrage vor. Anhand der modellhaften Gegenüberstellung von stoff- und energiebezogenen Prozesse in der Bestandsbiogasanlage mit konkreten Daten (EPEX Spotmarktpreise und Kraftstoffbedarfsdaten von Fuhrflotten), können verschiedene Fahrplanweisen simuliert, und die Auswirkungen auf den Fahrplanbetrieb sowie die erforderlichen technische Anlagenauslegung der gesamten Anlagenkonstellation ermittelt werden.

Im Rahmen des Vortrags, sollen sowohl die Interessenskonflikte als auch Synergieeffekte zwischen Strom- und Kraftstoffpfad aufgezeigt, sowie Lösungsansätze für kritische Zeiten mit hoher und niedriger Kraftstoffnachfrage vorgestellt werden. Weiterhin soll ein neuer Ansatz für einen flexiblen Betrieb der BGAT vorgestellt und die sich dabei eröffnenden Möglichkeiten erklärt werden.

Referenzen

- BMWi (2017): Strom 2030: Langfristige Trends – Aufgaben für die kommenden Jahre. Ergebnisbericht zum Trend 7: „Moderne KWK-Anlagen produzieren den residualen Strom und tragen zur Wärmewende bei“, Berlin, S. 25.
- IRENA (2017). Biogas for road vehicles: Technology brief. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. S. 33.
- Dotzauer, M.; Kornatz, P.; Siegismund, D. (2018): Bewertung von Flexibilisierungskonzepten für Bioenergieanlagen. Leipzig: Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (DBFZ).

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH



Fatih Gökgöz

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt

+49 (0) 341 2434 112
fatih.goekgoez@dbfz.de

Abdessamad Saidi^{1*}, Fosca Conti², Jürgen Karl³, Markus Goldbrunner¹

Biogastankstelle für die Landwirtschaft - Gegenüberstellende ökonomische Bewertung unterschiedlicher Verfahren für die dezentrale partielle Biogasaufbereitung

Biogasaufbereitung, Kraftstoff, Tankstelle

Im Zuge der angestrebten Umstellung unserer Energieversorgung auf Erneuerbare Energieträger wird eine sektorübergreifende, die Mobilität einschließende Dekarbonisierung unserer Versorgungsstruktur mit zunehmender Intensität vorangetrieben. Während diese Entwicklungen vorrangig den Personenverkehr betreffen, wird der landwirtschaftliche Maschinenpark gegenwärtig nahezu vollständig aus fossilen Energieträgern betrieben. Dabei ist die Landwirtschaft als zentrales Segment einer Volkswirtschaft in besonderem Maße auf eine stabile und nachhaltige Versorgungsgrundlage angewiesen, um auch zukünftig eine hinreichende und erschwingliche Nahrungsmittelversorgung zu gewährleisten.

Einen vielversprechenden Ansatz, die Diversifizierung der Antriebstechnologien land- und forstwirtschaftlicher Nutzfahrzeuge voranzutreiben und einen Beitrag zur Minderung landwirtschaftlicher THG-Emissionen zu leisten, besteht in der Nutzung von partiell aufbereitetem Biogas als regenerativem Kraftstoff. In diesem Kontext bewegt sich die Forschungs-idee des erfolgreich abgeschlossenen Verbundvorhabens „Biogas in Bewegung“, gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen des Förderprogramms Nachwachsende Rohstoffe.

Durch die Reduktion der Methananreicherung auf die erforderliche Gasqualität für die Nutzung als Kraftstoff umgerüsteter landwirtschaftlicher Fahrzeuge lassen sich Einsparpotenziale, die eine kleinskalige Nutzung als autarke Tankstelle ermöglicht. Basierend auf einer fundierten Marktanalyse wurden im Rahmen des Projekts unterschiedliche Aufbereitungs-, Speicher- und Betankungskonzepte entwickelt, gegenüberstellend bewertet und experimentell validiert. Nach der finalen Festlegung auf die Druckwasserwäsche und membranbasierte Gastrennung wurde das Aufbereitungssystem detailliert konzeptioniert und ausgelegt. Um eine valide Konzeptentwicklung der Biogasaufbereitung und eine fundierte Auslegung der einzelnen Prozessschritte unter Berücksichtigung der gegenseitigen Wechselwirkungen zu gewährleisten, wurde eine modellbasierte Prozessabbildung der einzelnen Konzepte durchgeführt. Dazu wurde für jedes Aufbereitungssystem ein Gleichungssystem, bestehend aus Erhaltungsgleichungen, Gleichgewichtsbedingungen und Auslegungsgleichungen generiert.

Die experimentell validierten Modellrechnungen beinhalten zur Festlegung der optimalen Betriebsparameter und Anlagenkonfiguration eine Wirtschaftlichkeitsrechnung. Eine gegenüberstellende Darstellung der Wirtschaftlichkeit einer druckwasserwäsche- und membranbasierten Aufbereitung für unterschiedliche Erzeugungskapazitäten ist in Abbildung 1 dargestellt.

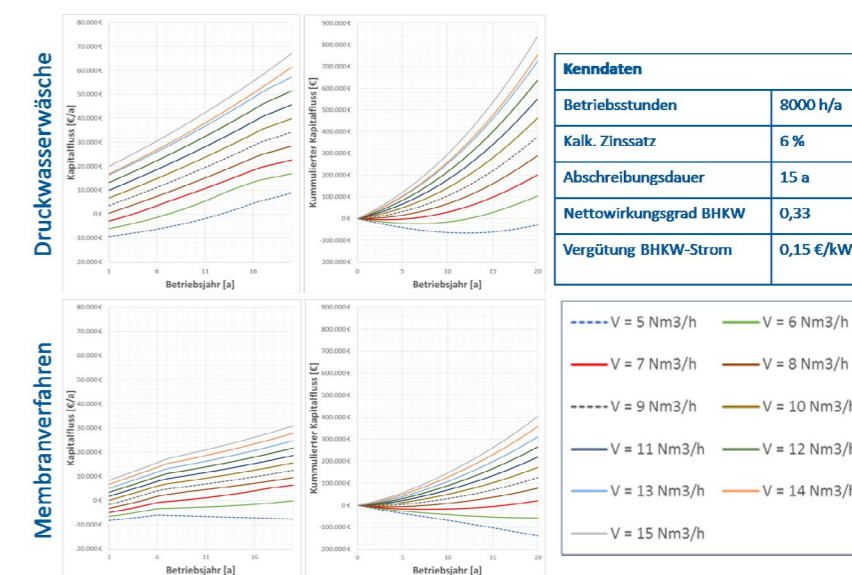


Abbildung 1 Darstellung der Wirtschaftlichkeit einer druckwasserwäsche- und membranbasierten Aufbereitung für unterschiedliche Erzeugungskapazitäten

Referenzen

BMWi (2017): Strom 2030: Langfristige Trends – Aufgaben für die kommenden Jahre. Ergebnisbericht zum Trend 7: „Moderne KWK-Anlagen produzieren den residualen Strom und tragen zur Wärmewende bei“, Berlin, S. 25.

IRENA (2017): Biogas for road vehicles: Technology brief. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. S. 33.

Dotzauer M, Kornatz P, Siegismund D (2018): Bewertung von Flexibilisierungskonzepten für Bioenergieanlagen. Leipzig: Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (DBFZ).

¹ Technische Hochschule Ingolstadt, Institut für neue Energiesysteme (InES)

² University of Padova, Department of Chemical Sciences

³ Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik



Abdessamad Saidi

Technische Hochschule Ingolstadt
Institut für neue Energiesysteme (InES)
Esplanade 10, 85049 Ingolstadt

Kontakt
+49 (0) 841 9348 6474
abdessamad.saidi@thi.de

Johannes Ettl¹, Edgar Remmele¹, Klaus Thunke¹, Peter Emberger¹

Hightech Traktoren arbeiten mit Rapsölkraftstoff sauber und zuverlässig

Biokraftstoffe, Landwirtschaft, Emissionen, Abgasbehandlung

Für die meisten mobilen landwirtschaftlichen Antriebe sind flüssige Biokraftstoffe und moderne Verbrennungsmotoren derzeit die einzige nachhaltige und treibhausgasmindernde Alternative zu konventionellen Dieselantrieben. Die Nutzung von Rapsöl als Kraftstoff kann einen aktiven Beitrag zum Klima-, Boden- und Gewässerschutz sowie zur Ressourcenschonung leisten. Steigende Anforderungen hinsichtlich der Abgasemissionen von Traktoren haben in den letzten Jahren zur Entwicklung von neuen Motorgenerationen mit Abgasnachbehandlung geführt.

Hinsichtlich des Einsatzes von Rapsölkraftstoff in modernen Traktoren mit dieser komplexen Abgasnachbehandlung liegen kaum Erfahrungen zum Betriebs- und Emissionsverhalten, insbesondere über längere Betriebszeiträume, vor.

Zielstellung

Ziel ist es daher, moderne Traktoren mit Abgasnachbehandlungssystemen auf Funktionalität, Effizienz und Emissionsverhalten im Feldeinsatz und am Traktorenprüfstand im Betrieb mit Pflanzenölkraftstoff über einen längeren Zeitraum zu untersuchen.

Material und Methoden

Die Untersuchungen werden an insgesamt 20 Rapsöltraktoren der Abgasstufen I bis IV am TFZ und den landwirtschaftlichen Betrieben der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) durchgeführt. Anhand von Befragungen soll eine praxisgerechte Beurteilung der Zuverlässigkeit und möglicher technischer Schwachstellen der Traktoren erfolgen. Zusätzlich fließen Aufzeichnungen aus Betriebstagebüchern und Datenloggern sowie Kraftstoff- und Motorölanalysen in die Beurteilung der Praxistauglichkeit ein.

Einzelne Maschinen werden am Traktorenprüfstand detailliert hinsichtlich ihres Emissions- und Leistungsverhaltens getestet, wie in Abbildung 1 zusehen ist.



Abbildung 1 Rapsöлтаugliche Traktoren bei Emissionsmessungen am Prüfstand (links) und im Feld mit portabler Emissionsmesstechnik (rechts)

Die Leistung und das Drehmoment an der Zapfwelle werden über eine Wirbelstrombremse ermittelt. Ein Gaspedalsteller regelt simultan die Motordrehzahl. Die Abgaskomponenten Stickstoffoxide (NO_x), Kohlenstoffmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (HC) und Partikelmasse (PM) werden vor und nach der Abgasnachbehandlung erfasst. Ferner erfolgt die Messung des realen Emissionsverhaltens im Praxiseinsatz beim Pflügen und Straßentransport mit einem portablen Emissionsmesssystem (PEMS).

Ergebnisse

Insgesamt 20 pflanzenöлтаugliche Traktoren der Abgasstufen I bis IV absolvierten knapp 60.000 Betriebsstunden (Bh) in der Praxis ohne schwerwiegende Schäden und längere Ausfallzeiten. Die Betreiber der Rapsöltraktoren zeigen sich zudem sehr zufrieden. Auftretende Störungen konnten in Zusammenarbeit mit den Herstellern und Werkstätten behoben werden und waren meist auf das Niederdruckkraftstoffsystem begrenzt. Durch den Rapsölbetrieb aller Traktoren wurden knapp 570.000 L Diesel ersetzt, was einer Treibhauseinsparung von ca. 1,4 t CO₂-Äquivalent entspricht.

Messungen am Traktorenprüfstand sowie mit portabler Emissionsmesstechnik (PEMS) im Feldeinsatz belegen, dass neueste Emissionsstandards erfüllt werden und die Abgasnachbehandlungssysteme zuverlässig arbeiten. Die Emissionsgrenzwerte der Abgasstufe IV werden im stationären und transienten Betrieb mit Rapsölkraftstoff am Traktorenprüfstand teils deutlich unterschritten. Ferner bewegt sich das Emissionsverhalten der rapsöлтаuglichen Traktoren beim Pflügen und Straßentransport mit Rapsölkraftstoff gemessen mit PEMS auf einem geringen Niveau.

Untersuchungen des Technologie- und Förderzentrums (TFZ) an 20 rapsöлтаuglichen Traktoren haben ergeben, dass der Einsatz von Rapsölkraftstoff in modernen Traktoren praxisreif funktioniert und bereits kurzfristig zu einer Dekarbonisierung der landwirtschaftlichen Produktion einen entscheidenden Beitrag leisten kann.

¹ TFZ – Technologie- und Förderzentrum



Johannes Ettl

TFZ – Technologie- und Förderzentrum
Schulgasse 18, 94315 Straubing

Kontakt

+49 (0) 9421 300-119
johannes.ettl@tfz.bayern.de

Simon Maier¹, Felix Habermeyer¹, Ralph-Uwe Dietrich¹, Sanna Tuomi², Johanna Kihlmann², Manuel Selinsek³

Methodische Fortschritte zur techno-ökonomischen Analyse der Kraftstofferzeugung am Beispiel eines Biomass-to-Liquid Prozesses

Biomass-to-Liquid, Techno-ökonomische Analyse, COMSYN

Um trotz des stetigen, jährlichen Wachstums von etwa 4,5 %, auch in der Luftfahrt den CO₂-Ausstoß verringern zu können, sind auf lange Sicht sehr einschneidende Veränderungen am aktuellen Verfahrenskonzept erforderlich. Zum einen kommt dabei ein radikaler Technologiewechsel, wie z. B. „elektrisches Fliegen“ in Frage, zum anderen die Erzeugung des benötigten Treibstoffs auf Basis von erneuerbaren Energien und Rohstoffen. Durch die simultane Berechnung der technischen und ökonomischen Prozessdaten können die einzelnen Prozesse sowohl technisch als auch ökonomisch optimiert werden. Außerdem werden durch Variation von technischen und ökonomischen Randbedingungen, Prozesssensitivitäten festgestellt und etwaige kritische Prozessschritte identifiziert. Im Rahmen des Vortrages wird auf die Weiterentwicklungen des DLR-Tools TEPET1 (Techno-Economic Process Evaluation Tool) und dessen neu dazugewonnene Analysemethoden (ALBRECHT et al 2016) eingegangen. Durch Kopplung von TEPET mit Fließbildsimulationen können transparent und zeiteffizient Verfahren zur Kraftstofferzeugung nach technischen und ökonomischen Aspekten studiert werden. Zum Beispiel können mittels automatisierter Pinch-Analyse energetische Wirkungsgrade technisch optimiert und z. B. der Bedarf für Kühlwasser oder Zugewinn durch Dampferzeugung quantifiziert werden. Am Fallbeispiel des EU-Projektes COMSYN werden die Möglichkeiten der automatisierten Prozessanalyse aufgezeigt. In diesem Projekt werden Kraftstoffe über Biomassevergasung und anschließende Fischer-Tropsch Synthese dezentral erzeugt (Abb. 1). Mit einer bisherigen Projektlaufzeit von zwei Jahren, kann die Simulation auch auf, im Projekt erhobene, experimentelle Daten zurückgreifen. Die Arbeiten am DLR fokussieren sich dabei unter anderem auf die technische Prozessoptimierung durch verbesserte stoffliche Verschaltung, Prozessführung und/oder Wärmenutzung. Die Ergebnisse der laufenden Evaluation werden vorgestellt und diskutiert.

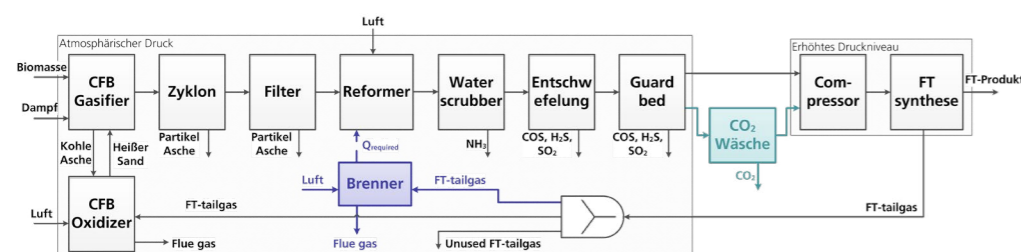


Abbildung 1
Prozessfließbild

Referenzen

Albrecht, F. A.; König, D. H.; Baucks, N.; Dietrich, R.-U. (2016): A Standardized methodology for the techno-economic evaluation of alternative fuels - a case study. *Fuel*. Vol. 194, 15 April 2017, pp 511–526.

¹ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Stuttgart

² VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo (Finnland)

³ INERATEC GmbH, Karlsruhe



Simon Maier

DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
Pfaffenwaldring 38-40,
70569 Stuttgart

Kontakt
+49 (0) 711 6862 8288
simon.maier@dlr.de

Caroline Autenrieth^{1*}, und Robin Ghosh¹

Neue Strategie zur Wasserstoffproduktion aus Frucht- und Molkerei-Abfällen mit Hilfe von Purpurbakterien

Purpurbakterien, Rhodospirillum rubrum, Wasserstoffproduktion, Dunkel-Photosynthese, Fruktoseabfall

Das Projekt demonstriert die Wasserstoffproduktion mit dem Purpurbakterium *Rhodospirillum rubrum* unter Nutzung von Fruktosehaltigen Frucht- und Molkerei-Abfällen als C- und Energiequellen. Der Prozess benötigt kein Licht, ist sehr kostengünstig und beliebig skalierbar. Der Kernprozess wird „Dunkel-Photosynthese“ genannt, da alle Gene, die für photosynthetisches Wachstum notwendig sind, durch die besondere Kulturmedium-Zusammensetzung maximal exprimiert werden (GHOSH et al. 1994, GRAMMEL & GHOSH 2008, GRAMMEL et al. 2003).

Neben H₂-Produktion, als Konsequenz aus der Photosynthese-Apparatur, werden auch hochwertige industriell wichtige Produkte (wie Terpenoide) simultan produziert. Die *R. rubrum*-Dunkel-Photosynthese-Technologie kann damit ein wichtiger Biomasse-Baustein in einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft und *Circular Bioeconomy* in Deutschland werden. Der wissenschaftlich schon sehr ausgereifte Dunkel-Photosynthese Prozess wird im Rahmen des Projekts skaliert und die Prozess-Effizienz weiter optimiert. Fokussiert wird dabei auf die technische Innovationsentwicklung in der späteren Wachstumsphase der H₂-produzierenden Kultur.

Historisch gesehen war die Wasserstoffproduktion mit biologischen Quellen üblicherweise auf photobiologische Prozesse zur Wasserspaltung fokussiert, die mit Algen, Cyanobakterien oder Purpurbakterien durchgeführt wurden. Das Hauptargument für diesen Ansatz war, dass Sonnenlicht frei verfügbar ist, und dass die Haupt-C-Quelle, CO₂, im Überfluss auf unserem Planeten vorhanden ist und aus fossilen Energieerzeugungsanlagen oder Produktionsprozessen bereitgestellt werden kann. Trotz der potentiellen Attraktivität des Prozesses, und trotz großvolumiger Förderung, die sowohl in Deutschland als auch in Japan und den USA in den letzten 30 Jahren für Grundlagen- und angewandte Forschung ausgegeben worden ist, existiert jedoch bis heute keine kommerzielle Anlage für H₂-Produktion mit Hilfe von Photosynthese. Dies ist weitestgehend darin begründet, dass Licht als Energiequelle für grosstechnische Anlagen auf Grenzen stößt, je grösser die Anlage ist. Insbesondere, weil für eine optimierte Lichtdurchdringung nur mit geringen Zelldichten gearbeitet werden kann, und die optimale CO₂-Versorgung technisch schwer zu erreichen ist.

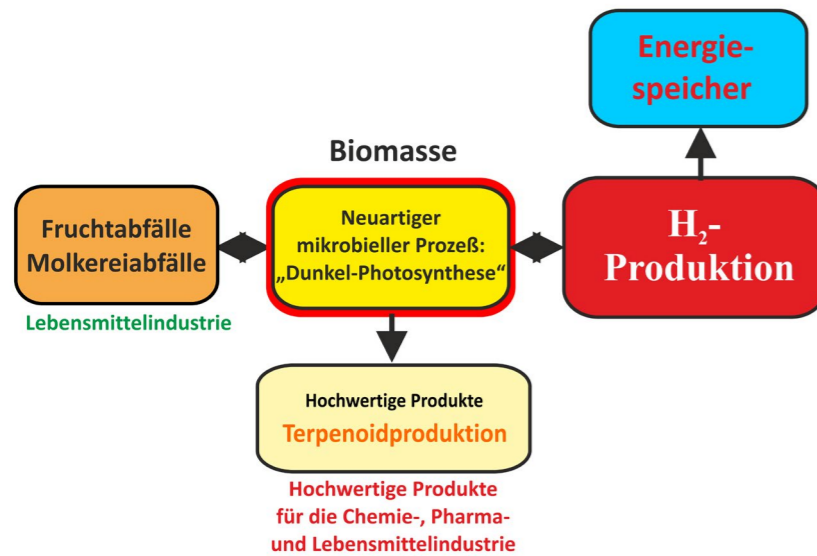


Abbildung 1
Übersicht des Vorhabens. Das Novum des jetzigen Vorhabens ist die Einbindung der „Dunkel-Photosynthese“ (rot eingekreist) als Kernstück des Gesamtprozesses.

Der photobiologische Weg ist nicht das einzige Zukunftsszenario für biologische H₂-Produktion. Unser Ansatz kann deutlich effizienter und marktnäher sein. Unser einzigartiger *R. rubrum*-H₂-Produktionsprozess, der ein Dunkelprozess ist, unterstützt von Genexpression, die normalerweise nur unter photosynthetischen Bedingungen stattfindet, nutzt sehr kostengünstige biogene Rest- und Abfallstoffe, verbraucht sehr wenig Energie, und ist auf Anlagegrößen skalierbar, die photobiologische Verfahren bei weitem übersteigen.

Referenzen

- Ghosh, R.; Hardmayer, A.; Thoenen, I.; Bachofen, R. (1994): Optimization of Sistrum medium for the semi-aerobic growth of *Rhodospirillum rubrum* with the maximal yield of photosynthetic membranes. *Appl. Environ. Microbiol.* 60, 1698–1700.
- Gammel, H.; Ghosh, R. (2008): Redox state dynamics of ubiquinone-10 imply cooperative regulation of photosynthetic membrane expression in *Rhodospirillum rubrum*. *J. Bacteriol.* 190, 4912–4921.
- Gammel, H.; Gilles, E.-D.; Ghosh, R. (2003): Microaerophilic cooperation of reductive and oxidative pathways allows maximal photosynthetic membrane biosynthesis in *Rhodospirillum rubrum*. *Appl. Environ. Microbiol.* 69, 6577–6586.

¹Universität Stuttgart, Institut für Biomaterialien und biomolekulare Systeme



Caroline Autenrieth

¹Universität Stuttgart, Institut für Biomaterialien und biomolekulare Systeme
Pfaffenwaldring 57, 70569 Stuttgart

Kontakt
+49 (0) 711-685 65048
caroline.autenrieth@bio.uni-stuttgart.de

NEUE PROJEKTE I

LAUFZEIT AB 2018

I Reststoffverwertung in Biogasanlagen optimieren

FKZ 03KB137 NovoHTK – Neuartiges Verfahren zur Vergärung von Hühnerkot Franziska Schäfer, DBFZ

FKZ 03KB140 Sieb-OPTI – Optimierte Verwertung von Siebresten aus Biogutvergärungs- und -kompostierungsanlagen Lennart Warning, Witzenhausen-Institut

FKZ 03KB147 SepaFlex – Co-Vergärung von separiertem Bioabfallpresswasser auf Kläranlagen zur flexiblen Energiegewinnung Jingjing Huang, Universität Stuttgart

FKZ 03KB149 agritower – Entwicklung einer effizienten und kostengünstigen Hof-Biogasanlage zur Mono-Vergärung von Gülle Klaus Beckers, 24'7 agrigas gmbh & co. kg

FKZ 03KB151 SuRiOx-pt – Optimierung Adsorbentmaterial und praxisnahe Erprobung eines mehrstufigen Verfahrens zur Entschwefelung von Biogas aus der Reststoffvergasung Uwe Gaitzsch, Fraunhofer IFAM

II Bioenergietechnologien netzdienlich betreiben

FKZ 03KB138 OptDienE – Optionen zum netzdienlichen Betrieb von Einzelraumfeuerstätten Daniel Büchner, DBFZ

FKZ 03KB150 FLEXISIGNAL – Konzepte für eine bedarfsorientierte, kosteneffiziente und klimaschonende Stromerzeugung aus Bioenergieanlagen Michael Steubing, UFZ

FKZ 03KB152 FlexPump – Entwicklung und Demonstration eines pumpenbasierten Mischkonzeptes für den flexibilisierten, effizienzoptimierten und multifeedstockfähigen Betrieb von Biogasanlagen Karin Jobst, Fraunhofer IKTS



III Strom- und Wärmeerzeugung effizient koppeln

FKZ 03KB139 GASASH – Thermo-chemische Konversion von Reststoffen in einem Vergaser-BHKW mit gekoppelter Aschengewinnung

Thomas Schliermann, DBFZ

FKZ 03KB141 BIOMASSTEG – Entwicklung und Erprobung der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung durch Biomassennutzung mittels thermoelektrischer Generatoren

Björn Pfeiffelmann, Hochschule Düsseldorf

FKZ 03KB146 KWKplusBierkohle –

Ökonomische Energieeffizienzsteigerung im Brauprozess durch Kraft-Wärme-Kopplung und klimaneutrale Grillkohleherstellung aus Biertrebern

Rolf Jung, Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

FKZ 03KB153 EWB – Entwicklung eines regenerativen HybridEnergiesystems (Wärme, Kälte, Strom) zur Schaffung energieautarker Winzereien

Alexander Schank, INEL-Netzwerk

IV Wärme effizient speichern und nutzen

FKZ 03KB136 MoBiFuels – Analyse und Beseitigung von Markthemmnissen von technisch modifizierten Bioenergieträgern

Kathrin Bienert, DBFZ

FKZ 03KB142 ThermoFlex-WAVE – Weiterentwicklung und Validierung einer Technologie zur internen Wärmespeicherung für eine effizientere Wärmenutzung von Biogasanlagen

Ingolf Seick, Hochschule Magdeburg-Stendal

FKZ 03KB143 DANKEE – Demonstration einer Anlage zur kombinierten Entstaubung und Entstickung – Schlüssel für die umweltfreundliche Nutzung von Biomasserest- und Abfallstoffen

Julian Walberer, Fraunhofer UMSICHT

FKZ 03KB144 UniRegler – Entwicklung und Dauererprobung eines adaptiven Universalreglers für unterschiedliche Arten von Vergaserkesseln

Niro Akbary, Fraunhofer IBP

FKZ 03KB145 FuelBand2 – Feuerungs- und Brennstoffoptimierung zur Verwertung von Reststoffen in Biomassefeuerungen

Thomas Plankenbühler, FAU Erlangen Nürnberg

FKZ 03KB148 GVAGR-System – Gestufte Verbrennung mit Abgasrückführung und integrierter Abgasreinigung zur Schadstoffminderung und Effizienzerhöhung in automatisch beschickten Biomassefeuerungsanlagen zur thermischen Verwertung von biogenen und Restbrennstoffen

Manuel Maile, Fraunhofer IBP

NEUE PROJEKTE II

LAUFZEIT AB 2019

I Reststoffverwertung optimieren

FKZ 03KB155 GreenSelect – Optimierte Nutzung vergärbare Grüngutchargen durch selektive kommunale Erfassung und Konservierung

Michael Kern, Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH

FKZ 03KB164 ZertGas – Vorbereitung der Nachhaltigkeitszertifizierung von Strom und Wärme aus Biogas- und Biomethananlagen in Deutschland. Unterstützung von Marktakteuren (Anlagenbetreiber, Zertifizierer und politische Entscheidungsträger) bei der Implementierung der RED II Nachhaltigkeitsvorgaben

Stefan Majer, DBFZ

II Bioenergietechnologien netzdienlich betrieben

FKZ: 03KB156 OBEN – Ölersatz Biomasse Heizung

Volker Lenz, DBFZ

III Strom- und Wärmeerzeugung effizient koppeln & speichern

FKZ 03KB161 KWK-ORC-Bioenergie-S – Pilot- und Demonstrationsanlage zur dezentralen Strom- und Wärmeerzeugung durch energetische Biomassennutzung

Thomas Birnbaum, Institut für Luft- und Kältetechnik gemeinnützige Gesellschaft mbH

FKZ 03KB158 PyroGas – Dezentrale Verwertung von Abfall-/Reststoffen mittels Pyrolyse und anschließender Flugstromvergasung zur gasmotorischen Nutzung

Sebastian Fendt, Technische Universität München

FKZ 03KB159 SmartBioGrid – Optionen zum Einsatz von fester Biomasse in dekarbonisierten Wärmenetzen

Heike Gebhardt, DBFZ

NEUE PROJEKTE I

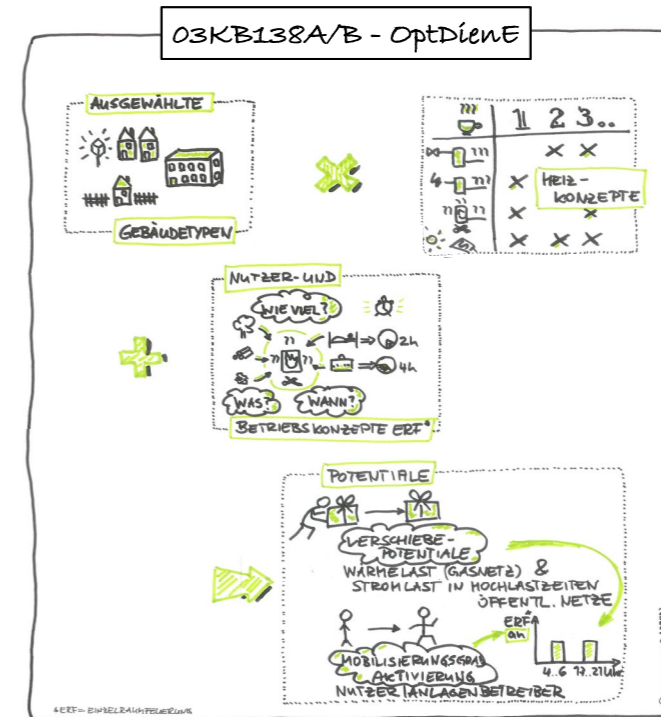
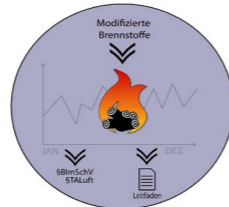
LAUFZEIT AB 2018

03KB136 MoBiFuels



01.11.2018–31.10.2021

Kontakt:
Kathrin Bienert
DBFZ, Leipzig
E-Mail: kathrin.bienert@dbfz.de



01.08.2018
–
31.03.2021

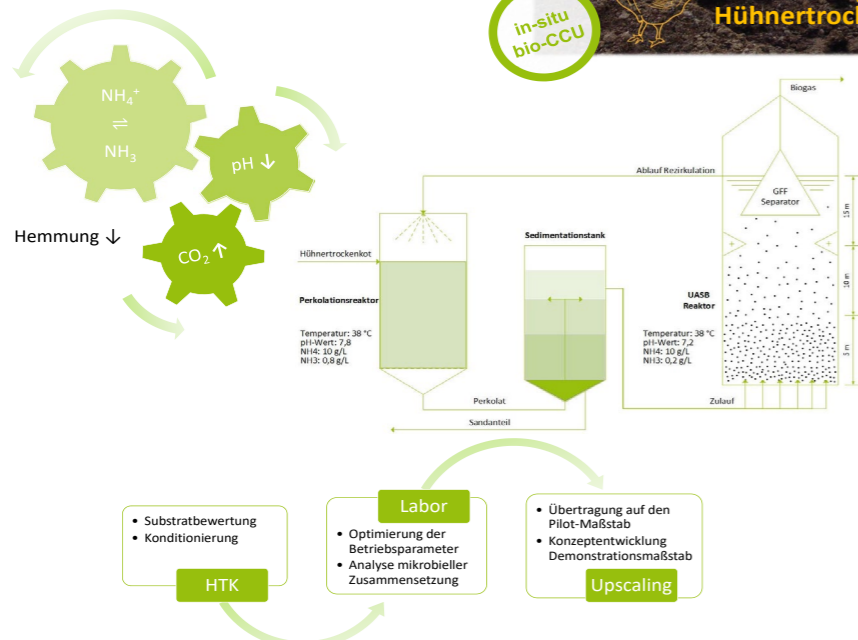
Kontakt:

DBFZ
Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
M.Eng. Dipl.-Ing. Daniel Buechner
E-Mail: daniel.buechner@dbfz.de

ISFH
Institut für Solarenergieforschung GmbH
Oliver Mercker, M.Eng.
E-Mail: o.mercker@isfh.de

03KB137 NovoHTK

Neuartiges Verfahren zur Mono-Vergärung von Hühnertrockenkot (HTK)

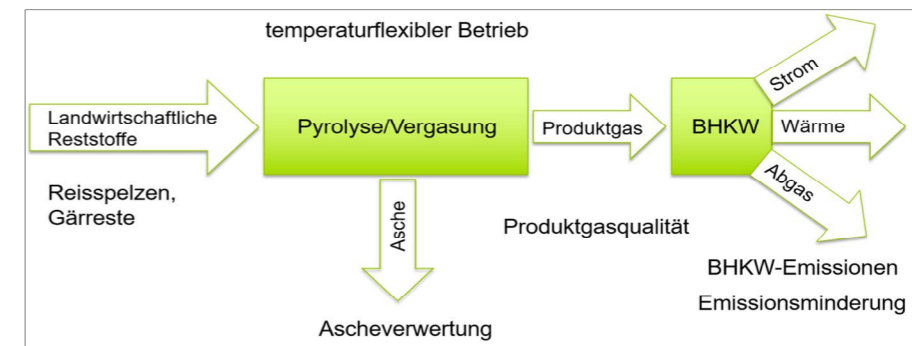


01.09.2018–31.08.2021

Kontakt:
DBFZ
Dr. Franziska Schäfer
franziska.schaefer@dbfz.de
Dr. Leandro Janke
leandro.janke@dbfz.de



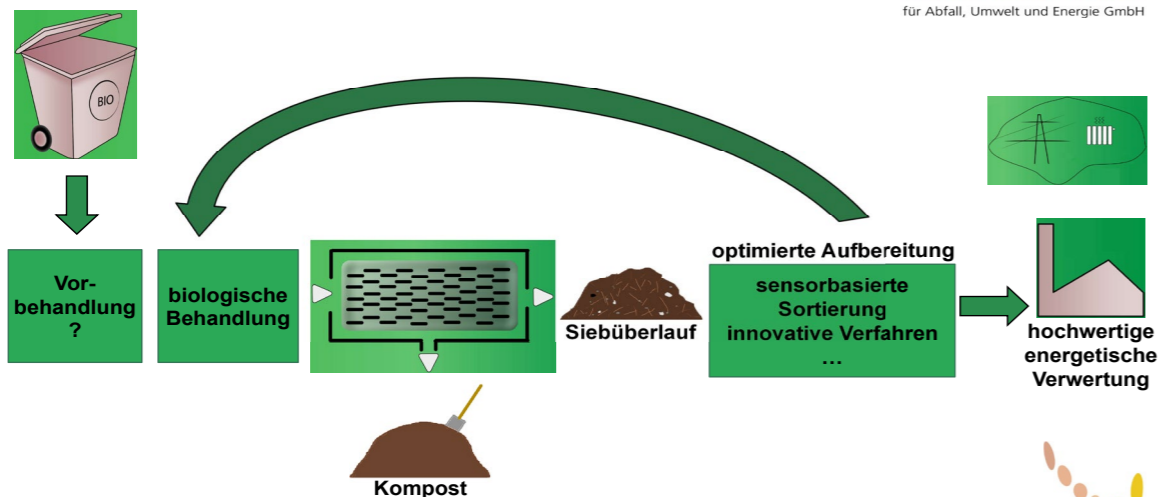
03KB139 GASASH



01.09.2018 – 30.08.2020

Thomas Schliermann – Projektleiter
DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
Telefon: +49 (0)341 2434-463
E-Mail: thomas.schliermann@dbfz.de

03KB140 Sieb-OPTI



Kontakt:
Werner-Eisenberg-Weg 1
37213 Witzenhausen
l.warning@witzenhausen-institut.de

01.07.2018–30.06.2020

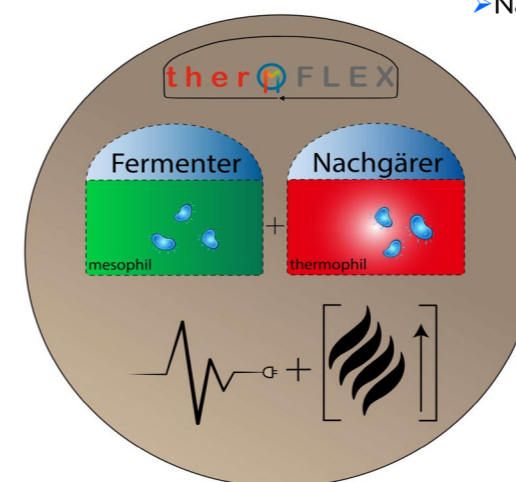


03KB142 ThermoFlex-WAVE



Thema:
Flexibilisierung von BGA mit Wärmespeicherung im Nachgärer

- Ziele:**
- kein Zubau Wärmespeicher
 - Senkung Invest.-Kosten
 - Nachgärer thermophil



- Weiterentwicklung „ThermoFlex“-Verfahren
- Umrüstung Biogasanlage
- großtechnische Erprobung

01.10.2019–31.03.2021

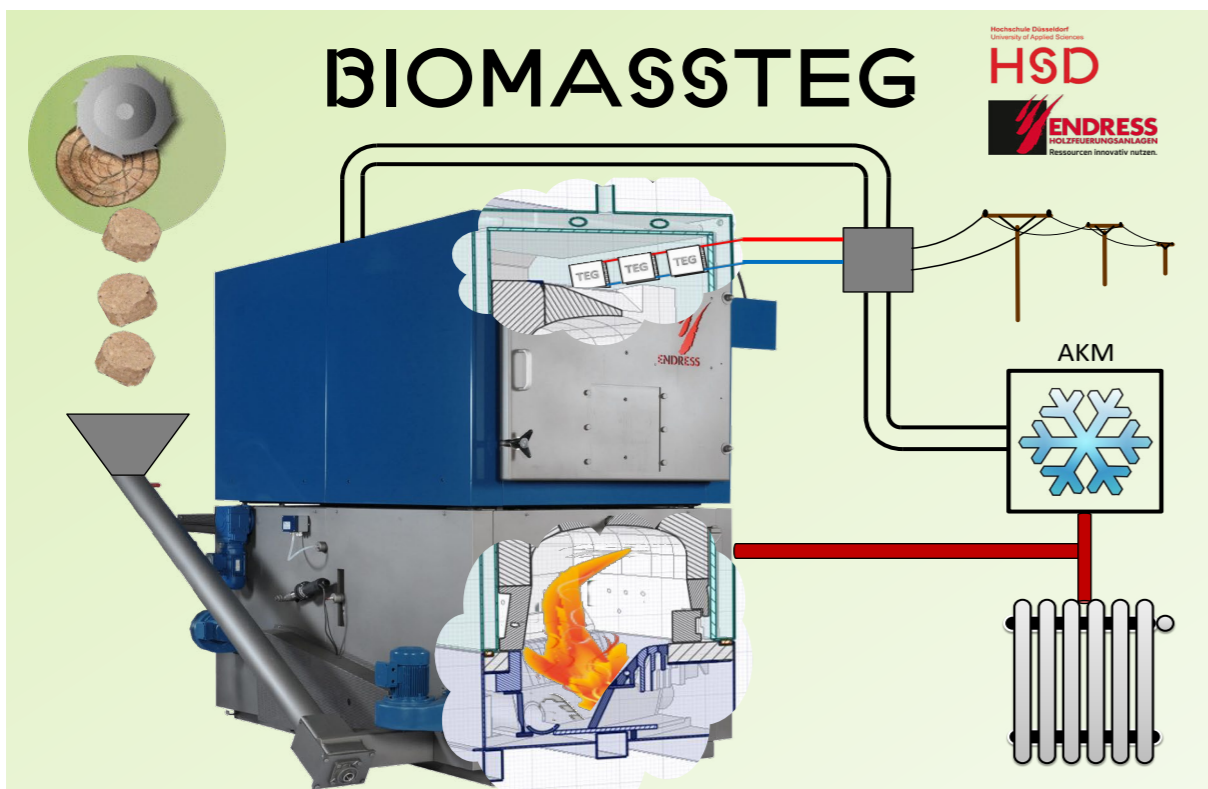
Kontakt:
Ingolf Seick
Hochschule Magdeburg-Stendal
E-Mail: ingolf.seick@h2.de



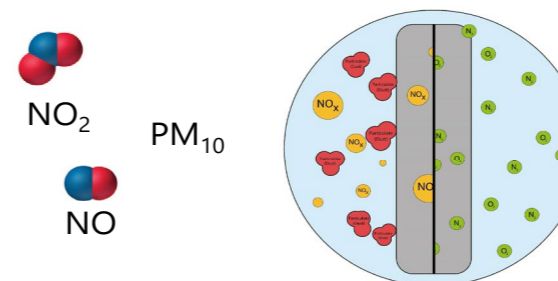
JSW Biogas



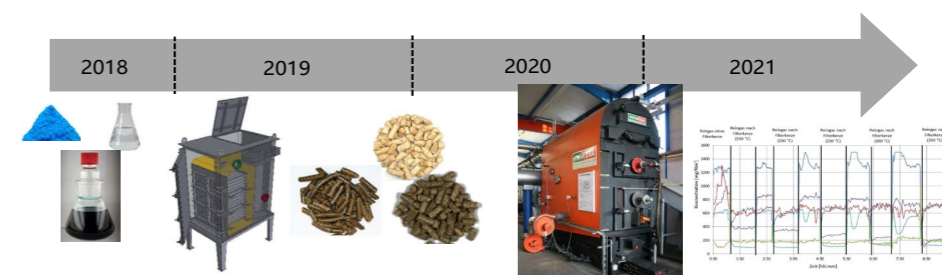
BIOMASSTEG



03KB143 DANKEE



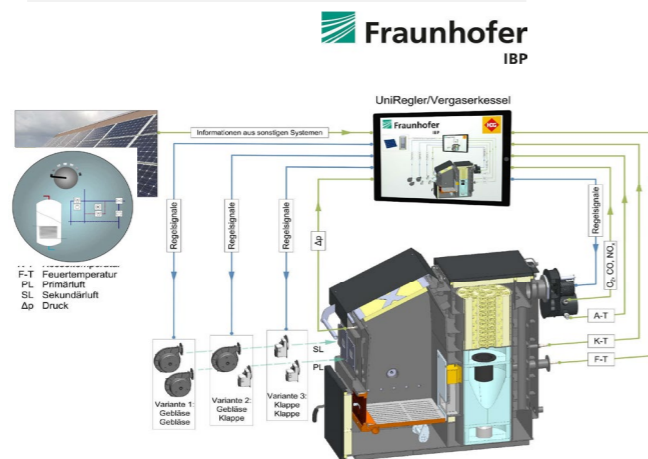
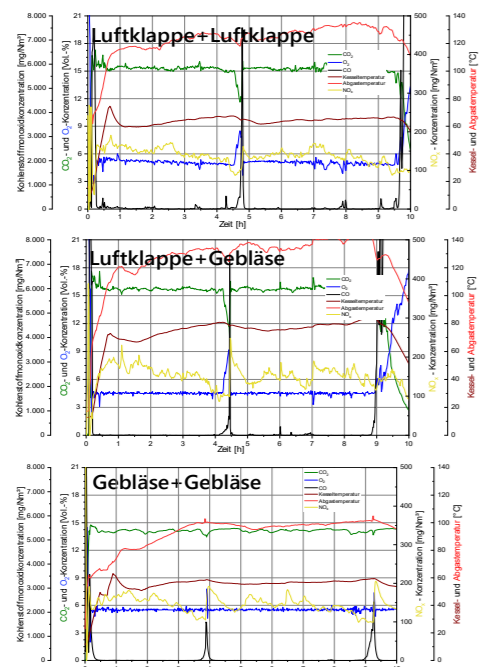
Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
An der Maxhütte 1
92237 Sulzbach-Rosenberg
09661-908 416
julian.walberer@umsicht.fraunhofer.de
http://www.umsicht-suro.fraunhofer.de



03KB144 UniRegler

01.08.2018–31.07.2020

Kontakt:
Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
E-Mail: mohammadshayesh.aleysa@ibp.fraunhofer.de

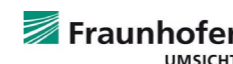


Projekt: 03KB146 KWKplusBierkohle

01.08.2018 – 30.04.2020



Das Projektteam – Wir sind dabei!



Kontakt:
Fraunhofer UMSICHT
Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
92237 Sulzbach-Rosenberg
www.umsicht-suro.fraunhofer.de

03KB145 FuelBand2

„Feuerungs- und Brennstoffoptimierung zur Verwertung von Reststoffen in Biomassefeuerungen“

Projektziel: Entwicklung eines Live-Diagnose- und Assistenzsystems für Biomasseheizkraftwerke mit Fokus auf Ascheablagerungen



01.07.2018–30.06.2021

Kontakt:
Dr. Thomas Plankenbühler
Friedrich–Alexander-Universität
Erlangen–Nürnberg (FAU)
E-Mail: thomas.plankenbuehler@fau.de

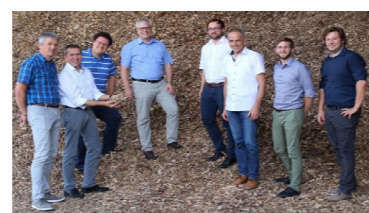
- Live-Messdaten
- Live-Brennstoffdaten
- Data Mining Machine Learning
- Echtzeit-CFD Simulationen
- Labor- und Demonstrationsversuche



„Verschlackungs-wächter“

Optimierungspotenzial?
Wirtschaftlichkeit?
Übertragbarkeit?

Das Projektteam – Wir sind dabei!



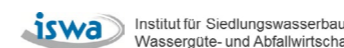
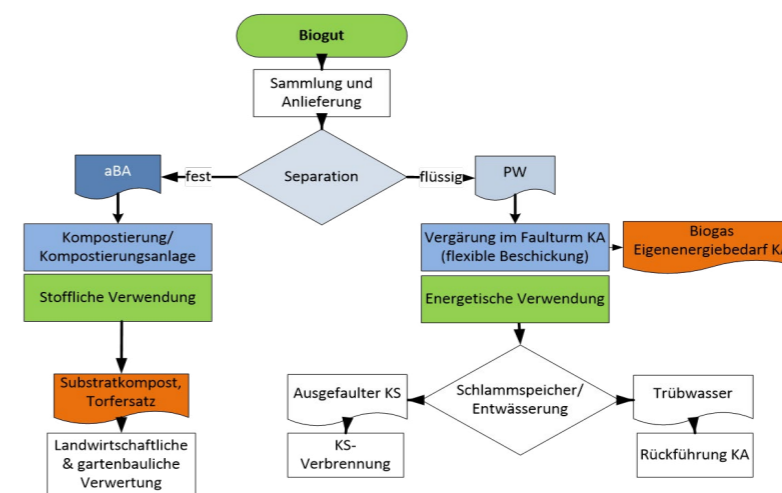
03KB147 SepaFlex



01.09.2018–31.08.2021

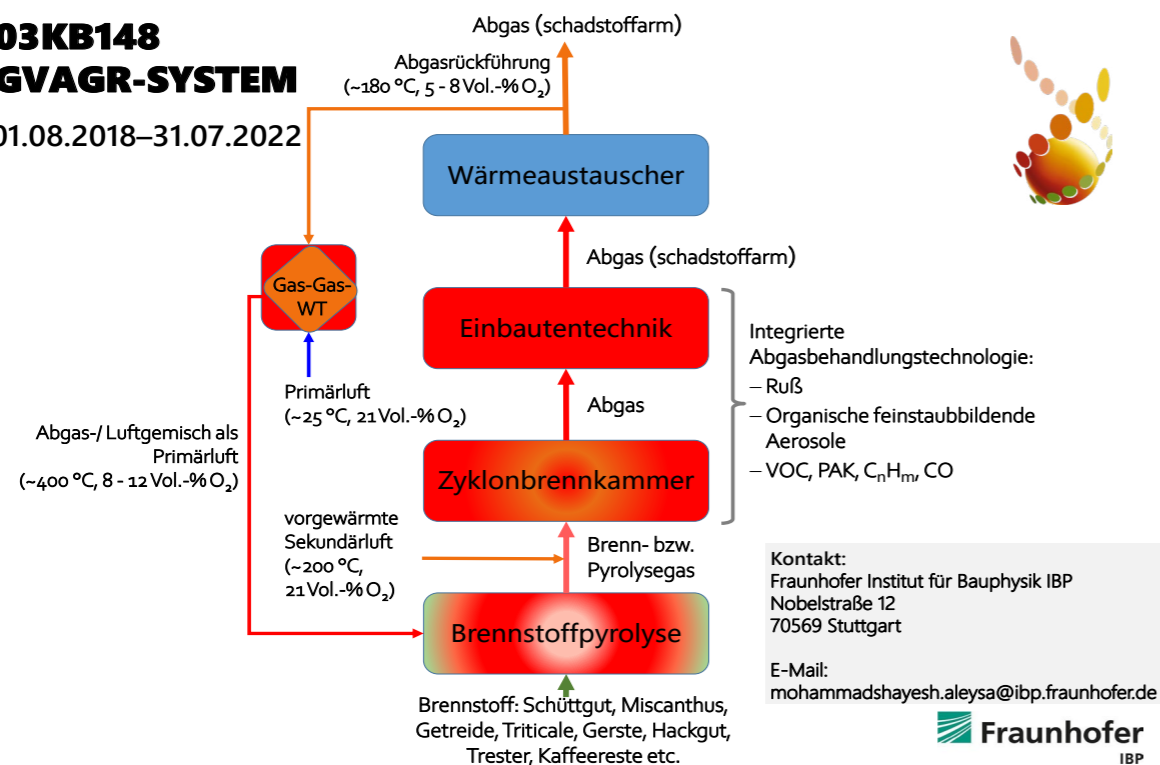
Kontakt:
Claudia Maurer
Jingjing Huang
Anna Fritzsche
E-Mail: claudia.maurer@iswa.uni-stuttgart.de

Das Projektteam – Wir sind dabei!

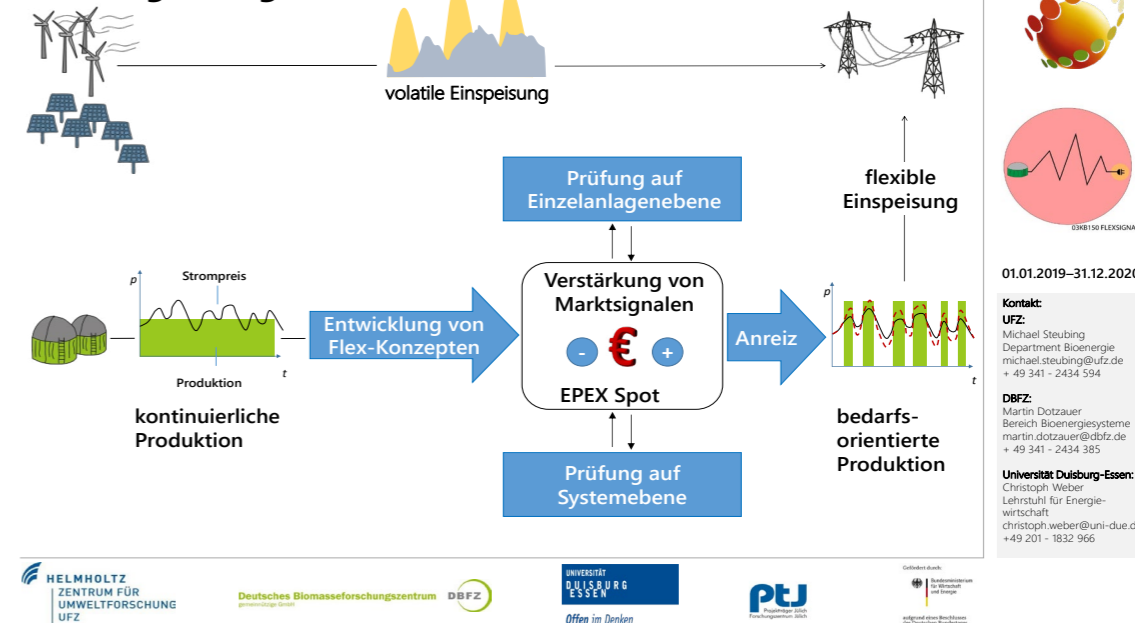


03KB148 GVAGR-SYSTEM

01.08.2018–31.07.2022

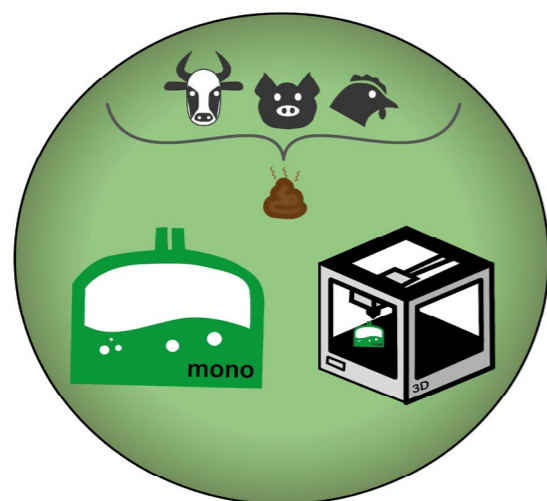


FLEXISIGNAL – Konzepte für eine bedarfsorientierte, kosteneffiziente und klimaschonende Stromerzeugung aus Bioenergieanlagen



03KB149 agritower

Entwicklung einer effizienten und kostengünstigen Hof-Biogasanlage zu Mono-Vergärung von Gülle



01.09.2018–31.08.2020

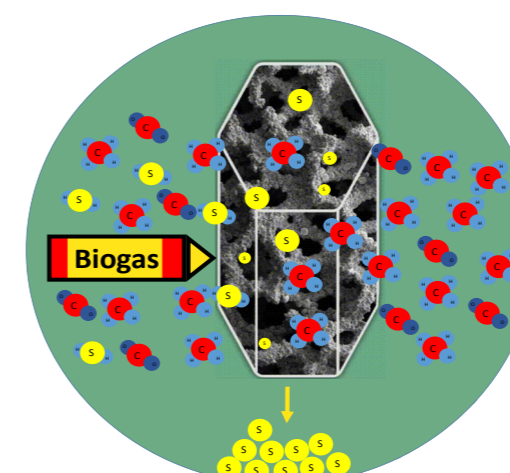
Kontakt:
Dr. Klaus Beckers
24'7 agrigas gmbh & co. kg
E-Mail: klaus.beckers@agrigas.online

Das Projektteam – Wir sind dabei!
24'7 agrigas gmbh & co. kg



03KB151 SuRIOx-pt

Optimierung Adsorbentmaterial und praxisnahe Erprobung eines mehrstufigen Verfahrens zur Entschwefelung von Biogas aus der Reststoffvergärung



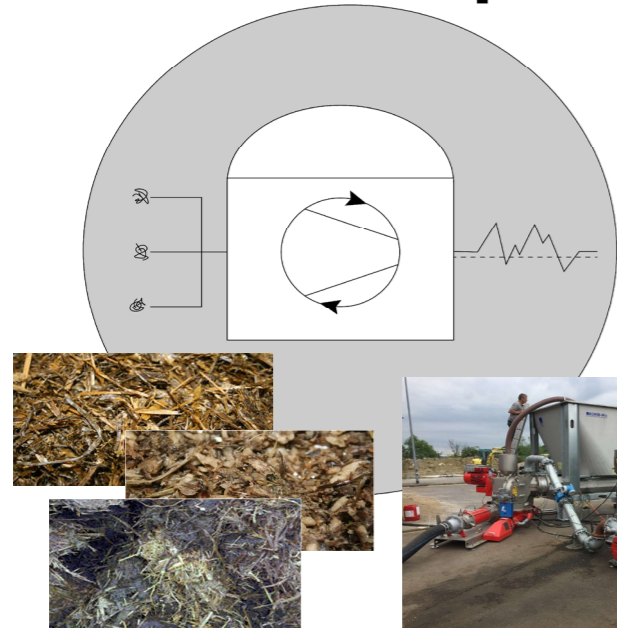
01.01.2019–31.12.2021

Kontakt:
Falko Niebling, GICON Großmann
Ingenieur Consult GmbH
E-Mail: fniebling@gicon.de

Das Projektteam – Wir sind dabei!

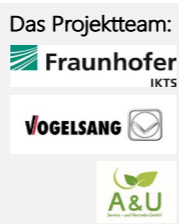


03KB152 FlexPump



01.01.2019–31.12.2021

Kontakt:
Dr. Karin Jobst
Fraunhofer IKTS, Dresden
E-Mail: karin.jobst@ikts.fraunhofer.de

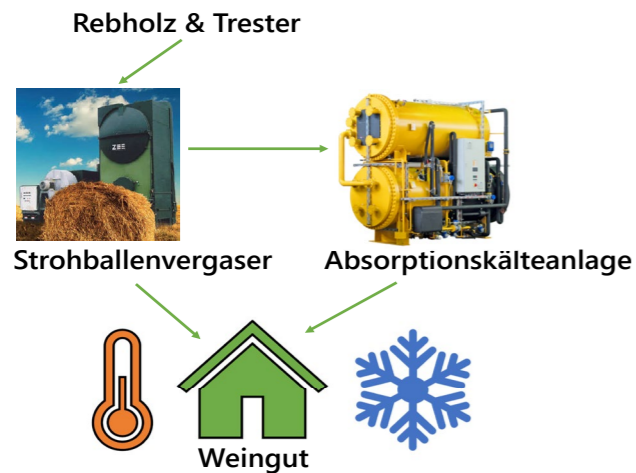


NEUE PROJEKTE II

LAUFZEIT AB 2019



03KB153 EWB



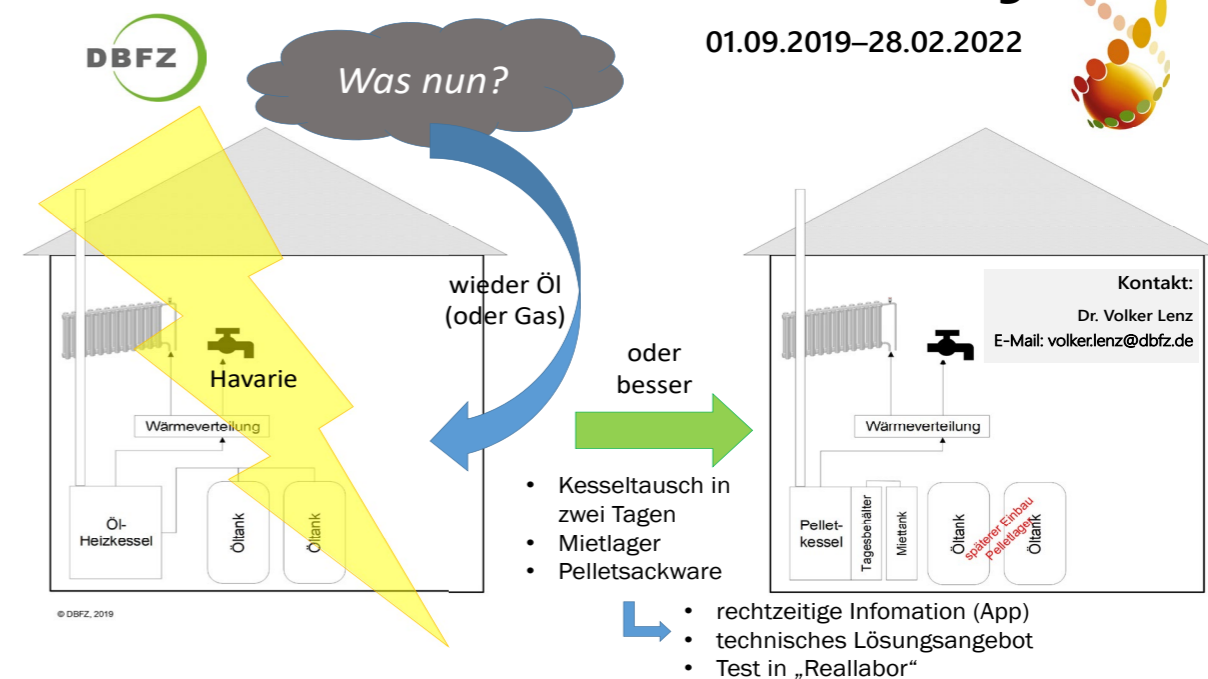
01.01.2019–31.12.2021

Kontakt:
INEL-Netzwerk c/o abc GmbH
Alexander Schank
E-Mail: as@inel-netzwerk.de



03KB156 OBEN – Ölersatz Biomasse Heizung

01.09.2019–28.02.2022



03KB158 PyroGas

Dezentrale Verwertung von Abfall-/Reststoffen mittels Pyrolyse und anschließender Flugstromvergasung zur gasmotorischen Nutzung



01.09.2019–31.08.2021

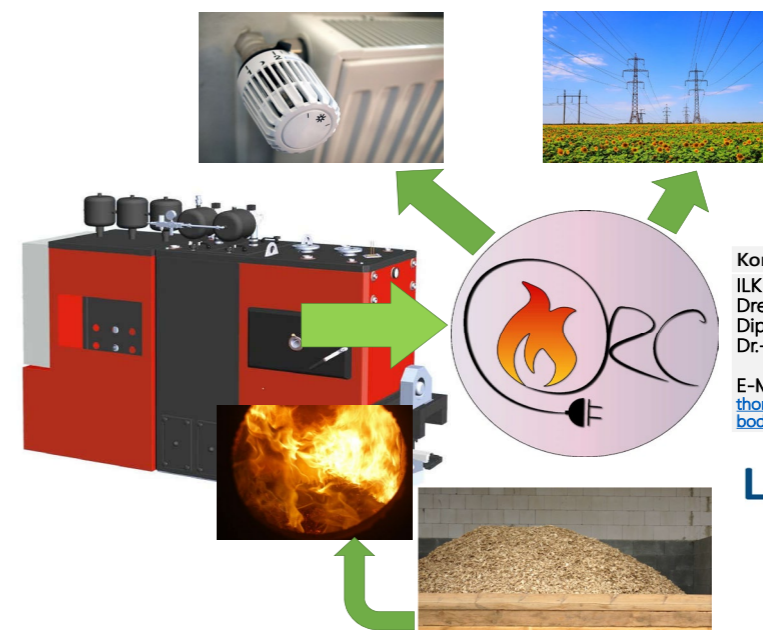
Kontakt:
Sebastian Fendt,
Technische Universität München
E-Mail: sebastian.fendt@tum.de

Das Projektteam – Wir sind dabei!



03KB161 KWK-ORC-Bioenergie

Pilot- und Demonstrationsanlage zur dezentralen Strom- und Wärmeerzeugung durch energetische Biomassenutzung



01.07.2019 – 30.04.2021
Verbundvorhaben

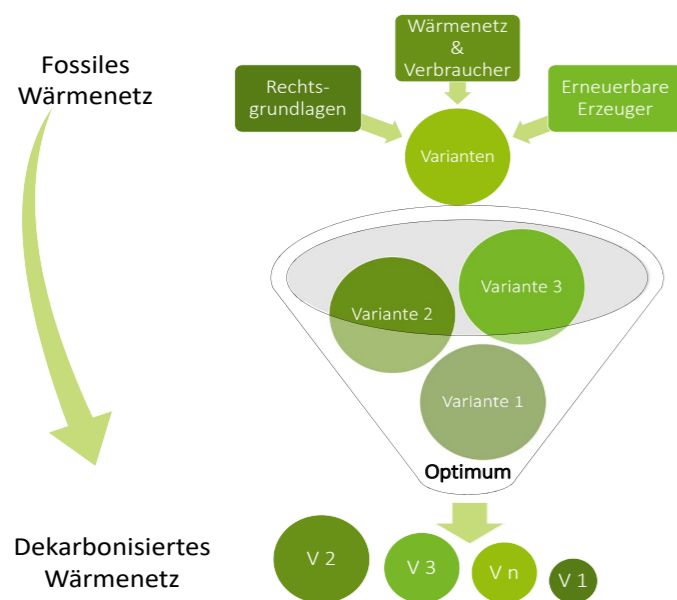
Kontakt:
ILK Dresden gGmbH,
Dresden
Dipl.-Ing. (FH) T. Birnbaum,
Dr.-Ing. B. Burandt,
Lange & Typky KG,
Helmstedt
M. Kopp
E-Mail:
thomas.birnbaum@ilkdresden.de
bodo.burandt@ilkdresden.de
mkopp@lange-typky.de

LANGE&TYPKY
ILK Dresden
Institut für Luft- und Kältetechnik
gemeinnützige Gesellschaft mbH



03KB159 SmartBioGrid

Optionen zum Einsatz von fester Biomasse in dekarbonisierten Wärmenetzen



01.09.2019–
31.08.2022

Kontakt:
Dr. rer. nat. Peter Stange
E-Mail: peter.stange@tu-dresden.de



Prof. Dr. jur. Astrid von Blumenthal
E-Mail: astrid.vonblumenthal@hs-ansbach.de

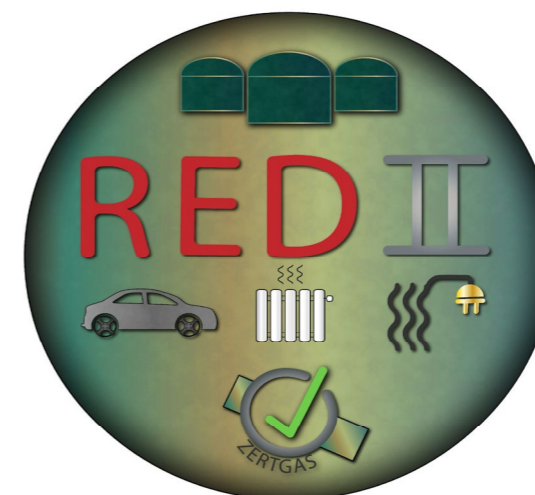


Daniel Büchner
E-Mail: daniel.buechner@dbfz.de



03KB164 ZertGas

Implementierung der RED II und Entwicklung von praktikablen Zertifizierungslösungen und Handlungsoptionen für Betreiber von von Biogas- und Biomethananlagen



01.09.2019–31.08.2021

Kontakt:
Stefan Majer - Projektleiter
DBFZ Deutsches Biomasseforschungs-
zentrum gGmbH
E-Mail: stefan.majer@dbfz.de

Das Projektteam – Wir sind dabei!



NETZWERKABEND

SPECIAL! BIOENERGIE-SLAM: THE STAGE IS YOURS!

BIOENERGIE - auf den Punkt gebracht, ungewöhnlich & unterhaltsam.

Für fünf Minuten gehört den Bioenergie-Slammern die Bühne. Erlaubt ist alles - nur keine PowerPoint-Präsentation. Die Projekte stellen möglichst pointiert, anschaulich und unterhaltsam ein aktuelles Bioenergie-Thema vor. Ob als Live-Experiment oder mit Requisiten, alleine oder im Team, rappend oder singend - am Ende entscheidet das Publikum, wer gewinnt. Kriterien sind - neben dem wissenschaftlichen Inhalt - insbesondere Verständlichkeit und Unterhaltungswert des Vortrags.

- » **Mit offenen Karten: Open Data in Forschung und Lehre**
Alexandra Pfeiffer & Kollegen (DBFZ)
- » **Werkstoffe für Biomassereaktoren**
Uwe Gaitzsch (Fraunhofer IFAM)
- » **Gedankenspiele: Über Urin...**
Jörg Kretzschmar & Kollegen (DBFZ)
- » **Stroh zu Gold spinnen?!**
Anja Mertens & Alexandra Pfeiffer (DBFZ)
- » **Der Flexxer**
Manuel Winkler (DBFZ)



POSTER- ABSTRACTS

DIE THEMEN

- I Bioenergie koppeln und integrieren
- II Bioenergie mobil und stofflich nutzen
- III Bioenergie im Spannungsfeld zwischen Klimaschutz & Energiewende/ Bioenergie mobil und stofflich nutzen
- IV Reststoffe erschließen & Emissionen mindern: Verwertung optimieren und Bandbreite erweitern
- V Bioenergie digitalisieren und intelligent steuern

Norbert Grösch¹, Abdessamad Saidi¹, Wilfried Zörner¹

Anaerobe Hochlastvergärung separierter, flüssiger Schweinegülle zur Optimierung und Flexibilisierung von Biogasanlagen

Biogas, Repowering, Konzepte, Bestandsanlagen, Weiterbetrieb

Durch die Teilnahme an Ausschreibungen bietet die im EEG 2017 eingeführte Anschlussförderung für Bestandsbiogasanlagen die Möglichkeit, zusätzliche Vergütungen über einen Zeitraum von zehn Jahren nach dem Ende der EEG Laufzeit in Anspruch zu nehmen. (EEG 2017) Anlagenbetreiber stehen daher vor der Entscheidung, ob ein Weiterbetrieb nach 20 Betriebsjahren unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll ist. Die wesentliche Herausforderung besteht dabei in der Schaffung einer belastbaren Informationsgrundlage zu dem Anlagenzustand und dem bestehenden Aufwand, die Anlagen entsprechend den Anforderungen der Ausschreibungen anzupassen. Des Weiteren können alternative Betriebskonzepte unter Berücksichtigung der spezifischen Anforderungen mögliche Optionen für den Weiterbetrieb bieten.

Forschungsschwerpunkte

Vor dem Hintergrund dieser Fragestellungen werden im Rahmen des REzAB Projekts anhand ausgewählter Bestandsbiogasanlagen in Bayern und Nordrheinwestfalen die entsprechenden technischen, ökologischen und (sozio-)ökonomischen Rahmenbedingungen untersucht. Im Zuge der Vorbereitung für die Durchführung der Projektuntersuchungen wurde eine Auswahl von 14 Biogasbestandsanlagen vorgenommen, die einen repräsentativen Querschnitt des Anlagenbestands in Deutschland darstellt. Die erforderlichen Spezifikationen der Auswahl zur weitreichenden Deckung des bundesweiten Anlagenbestands wurde in einer Kriterienmatrix zusammengefasst, welche im Rahmen des Projekts auf der Basis von Anlagenbestandsdaten und bis dato veröffentlichten Studien erstellt wurde. Im Anschluss erfolgte eine Erfassung des IST-Stands der ausgewählten Bestandsbiogasanlagen anhand einer umfassenden Betreiberbefragung, Anlagenbegehung und -dokumentation, labor-technischen Bestimmung der Restgasbildungspotenziale, messtechnischen Erfassung der Eigenstromverbräuche der elektrischen Anlagenkomponenten und Detektion von Methanleckagestellen. Die Untersuchungen wurden durch sicherheitstechnische Begutachtungen der ausgewählten Biogasanlagen durch einen Sachverständigen, sowie Analysen des bautechnischen Zustands an vier Biogasfermentern ergänzt. Aufbauend auf der IST-Stand-Analyse wurden an den untersuchten Bestandsanlagen die Schwachstellen in den einzelnen Handlungsfeldern: Technik, Ökonomie, Ökologie und Sozio-Ökonomie identifiziert und bewertet. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen und den definierten Anforderungen an die möglichen Zukunftsoptionen werden geeignete Repoweringmaßnahmen abgeleitet und zu Gesamtkonzepten zusammengefasst, die Zukunftsperspektiven für bestehende Biogasanlagen aufzeigen. Die generierten Konzepte und Maßnahmen werden als Handlungsempfehlungen in einem Leitfaden formuliert und zusammengeführt.



Norbert Grösch

¹Technische Hochschule Ingolstadt – Institut für neue Energie-Systeme (InES)
Esplanade 10, 85049 Ingolstadt

Kontakt
+49 (0) 841 9348 6458
norbert.groesch@thi.de

Eric Mauky¹, Jörg Kretzschmar¹, Jürgen Pröter¹, Hartmann Hieber², Bernhard Stollberg³, Mathias Fritzsche³

OptiMand - Optimierter Einsatz von Mühlennachprodukten zur bedarfsgerechten Bioenergieproduktion durch innovative Überwachungs-, Mess- und Regelungsmethoden

Biogas, Flexibilisierung, Fütterung, Getreidereststoffe, Online-Messung



OptiMand
03KB115

An eine zukunftsfähige Energiebereitstellung aus Biogas werden zwei wesentliche Anforderungen gestellt. Zum einen die verstärkte Nutzung von geeigneten Reststoffen und zum anderen eine vermehrte Prozessflexibilisierung zur bedarfsgerechten Energieproduktion bzw. einer kosteneffizienteren Einbindung von Biogasanlagen in das Energiesystem. Im Projekt „Optimand“ werden beide Aspekte durch Nutzung von Getreideabfällen und Mühlennachprodukten innerhalb eines flexiblen Hochlastvergärungsprozesses miteinander verbunden. Dafür wurden sowohl Versuche in Laborfermentern durchgeführt als auch eine Technikums- und Praxisbiogasanlage untersucht. In Laborversuchen unter Verwendung von Getreidespelze und DDGS konnte der Biogasprozess bis zu einer Raumbelastung von $5,2 \text{ g}_{\text{OTS}} \text{ m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ flexibel betrieben werden. Durch die flexible Fütterung konnten theoretische Gasspeichereinsparungen von bis zu 40 % gegenüber einer konstanten Beschickung erreicht werden.

Um optimale Beschickungs- und Betriebsregime auf Basis der im Projekt untersuchten Reststoffe zu identifizieren, wurde das etablierte Anaerobic digestion model No. 1 (ADM1) für die Modellierung einer möglichen Schwefelhemmung beim Einsatz schwefel- und stickstoffreicher Substrate weiterentwickelt und an den Prozessdaten validiert. Weiterhin wurde eine bestehende Regelungsprozedur zur bedarfsgerechten Fütterungsregelung (MAUKY et al. 2016) auf die besonderen Bedingungen des Einsatzes von schwefel- und stickstoffreicher Substrate angepasst.

Um in Zukunft eine an die flexible Biogasproduktion angepasste Prozessüberwachung zu ermöglichen wurden im Projekt zudem zwei online-Sensoren zur Erfassung flüchtiger organischer Säuren im Gasstrom sowie im Gärrest weiterentwickelt. (Halbleitersensor [HIEBER et al. 2019] und mikrobielle elektrochemische Sensorplattform [KRETZSCHMAR et al. 2016]).

Referenzen

Mauky, E.; Weinrich, S.; Nägele H.-J., Jacobi, H.F.; Liebetrau, J.; Nelles, M. (2016): Model Predictive Control for Demand-Driven Biogas Production in Full Scale, *Chem. Eng. Technol.* 39, pp.652–664.

Kretzschmar, J.; Rosa, L.F.M.; Zosel, J.; Mertig, M.; Liebetrau, J.; Harnisch, F. (2016): A Microbial Biosensor Platform for Inline Quantification of Acetate in Anaerobic Digestion: Potential and Challenges, *Chem. Eng. Technol.* 39, pp. 637–642.

Hieber, H.; Gropius, H.; Mehl, G.(2019): Robust VFA measurement in Biogas, IV: Conf. Monitoring & Process Control of Anaerobic Digestion Plants“, 2019-03-26/-27, Leipzig.

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

² ICR – International Consulting Bureaux, Weimar

³ S+B Service und Betrieb GmbH, Neukirchen/Pleiße



Dr. Eric Mauky

**DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt
+49 (0) 341 2434 745
eric.mauky@dbfz.de

Fosca Conti^{1,2}, Abdessamad Saidi¹, Markus Goldbrunner¹

Verbesserung der Durchmischung in Biogasfermentern

Biogasfermenter, Verbesserung, Durchmischung, Rührwerksoptimierung, Simulation

Zur Durchmischung des Fermenterinhalt in Biogasanlagen werden vorwiegend Rührwerke eingesetzt. Über sich drehende Rührorgane, wie beispielsweise Propeller oder Blätter, wird mechanisch die zu rührende Substratmasse in Bewegung gebracht und umgewälzt. Hierzu werden je nach Behältergröße und -bauart sowie der zu durchmischenden Masse ein oder mehrere Rührwerke in einem Behälter installiert. Allerdings sorgt die Durchmischung für einen hohen Energieverbrauch von bis zu 50 % des Eigenenergiebedarfes einer Biogasanlage. Eine methodische Optimierung des Durchmischungsprozesses stellt daher einen vielversprechenden Ansatz für signifikante Effizienzsteigerungen dar.

Aufgrund der Strömungscharakteristik von Biogassubstraten als komplexe, mehrphasige Fluide (fest, flüssig, gasförmig), ergeben sich im Prozess der Biogaserzeugung eine Reihe strömungstechnischer Besonderheiten mit deutlicher Auswirkung auf die Qualität der Durchmischung im Gärbehälter. Um diese adäquat zu untersuchen sind CFD-basierte Analysen erforderlich. Die übergeordnete Zielsetzung des Projekts besteht darin, Herstellern und Betreibern von Biogasanlagen ein simulationsbasiertes Werkzeug zur methodischen Rührwerksoptimierung zur Verfügung zu stellen, um eine optimale Durchmischung in bestehenden Anlagen zu realisieren. Durch die gezielte Effizienzsteigerung soll sowohl die Wirtschaftlichkeit signifikant erhöht als auch ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden.

Der Projektverlauf lässt sich in die Folgenden fünf Phasen unterteilen:

1. Definition des Untersuchungsrahmens und Festlegung der grundsätzlichen repräsentativen Fermenter- und Rührwerksspezifikationen;
2. Aufbau einer Laboranlage zur maßstabsgetreuen Abbildung einer repräsentativen Fermentergeometrie.
3. Entwicklung eines CFD-Modells zur numerischen Simulation der Fermenterströmung.
4. Strömungsmessungen im Labormaßstab unter Einsatz optischer und akustischer Messverfahren zur experimentellen Validierung der numerischen Strömungssimulation.
5. Methodische simulationsbasierte Rührwerksoptimierung anhand umfassender Parameterstudie unter Variation der Rührwerksgeometrie, der Rührwerksposition und der Betriebsparameter.

Das übergeordnete Projektziel besteht in der Umsetzung einer methodischen Rührwerksoptimierung zur Definition der optimalen Rührwerkskonfiguration im Rahmen einer exemplarischen Fallstudie mit insgesamt 441 Variationen.

Referenzen

Conti F., Wiedemann L., Sonnleitner M., Saidi A., Goldbrunner M. (2019): Monitoring the mixing of an artificial model substrate in a scale-down laboratory digester. In: *Renewable Energy* 132, pp. 351–362.

Wiedemann L., Conti F., Saidi A., Sonnleitner M., Goldbrunner M. (2018): Modeling Mixing in Anaerobic Digesters with Computational Fluid Dynamics Validated by Experiments. In: *Chem. Eng. Technol.* 41(11), pp. 2101–2110.

Conti F., Wiedemann L., Sonnleitner M., Goldbrunner M. (2018): Thermal behaviour of viscosity of aqueous cellulose solutions to emulate biomass in anaerobic digesters. In: *New J. Chemistry* 42(2), pp. 1099–1104.

¹ Technische Hochschule Ingolstadt, Institut für neue Energiesysteme

² University of Padova, Department of Chemical Sciences



Fosca Conti

Institute for new Energy Systems (InES)
Ingolstadt University of Applied Sciences
Esplanade 10, 85049 Ingolstadt
Department of Chemical Sciences (DISC)
University of Padova via Marzolo 1, 35131 Padova, Italy

Kontakt

+49 (0) 841 9348 6468 /
+39 049 827 5226
fosca.conti@thi.de /
fosca.conti@unipd.it

Alexander Naßmacher^{1,*}, Tobias Weide¹, Emar Brüggling¹, Christof Wetter¹

Repoweringmaßnahmen hinsichtlich zukünftiger Aufgaben von Biogasanlagen

Biogas, Repowering, Konzepte, Bestandsanlagen, Weiterbetrieb

Die Unterzeichnung des Pariser Klimaabkommens verpflichtet die Bundesrepublik Deutschland mitzuwirken, die durchschnittliche Erderwärmung auf unter 2 °C in diesem Jahrhundert zu halten. Mit der angestrebten Energiewende sollen die Treibhausgas-Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2050 um 80–95 % im Vergleich zum Jahr 1990 verringert werden. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Erneuerbaren Energien ausgebaut und der Einsatz fossiler Energieträger reduziert werden. Die Biomasse liefert aktuell den größten Beitrag der Erneuerbaren Energien in Deutschland. Zukünftig wird neben der energetischen Verwendung aber auch eine größere Nachfrage für die stoffliche Verwertung um die Biomasse konkurrieren. Diesbezüglich müssen bisher kaum oder nicht berücksichtigte biogene Reststoff-Potenziale für die energetische Verwendung nutzbar gemacht werden (KLEPPER 2017). Die Vergärung von Rinder- und Schweine-Güllen bietet aufgrund der großen Verfügbarkeit in Deutschland ein enormes Potenzial für die energetische Nutzung. Der zum Teil niedrige Trockensubstanzgehalt der Schweinegülle erschwert jedoch die Monovergärung in konventionellen Biogasanlagen ohne Zusatz von Co-Substraten (FNR 2016).

Die Implementierung anaerober Hochlastreaktoren aus der industriellen Abwassertechnik in den Biogasprozess beschreibt hierfür eine Lösungsstrategie. Durch einen vorangehenden Separationsschritt werden flüssige und feste Bestandteile der Gülle getrennt und in konventionellen Biogasanlagen (fest) bzw. Hochlastreaktoren (flüssig) vergoren. Durch Entwicklung und Erprobung innovativer Reaktorkonzepte soll die Effizienz des Verfahrens gesteigert, der Biogasprozess flexibilisiert und die Gesamtwirtschaftlichkeit erhöht werden.

Material und Methoden

Ermöglicht werden diese Untersuchungen durch das Teilprojekt: „Hochlastvergärung“, innerhalb des Interreg VA Projektes „Grüne Kaskade“. Durch Einsatz anaerober Hochlastreaktortechnik wird die Mikroorganismendichte durch Biomasserückhalt im Reaktor erhöht. Die maximale Ausnutzung des biogenen Potentials soll im Hochlastreaktor so bei Verweilzeiten von wenigen Tagen erzielt werden. Für die Untersuchungen wurden zwei halbtechnische Festbettreaktoren ($V_{\text{Reaktor}} = 50 \text{ L}$) mit unterschiedlichen Keramik-Füllkörpern (Sattel- und Hiflow-Füllkörper) befüllt. Die Füllkörper dienen als Aufwuchsfläche für eine Mikroorganismenmischkultur, die aus Gärresten und Faulschlamm kultiviert wurde. Zusätzlich wurde ein halbtechnischer Pellettschlammreaktor (Expanded Granular Sludge Bed, $V_{\text{Reaktor}} = 30 \text{ L}$) zum Vergleich der Reaktortechnik in Betrieb genommen. Es soll die Vergärbarkeit der separierten, flüssigen Schweinegülle untersucht und hinsichtlich des Verweilzeitverhaltens und des Biogasertrages optimiert werden. Dazu werden die Reaktoren kontinuierlich bei $\vartheta = 40 \text{ °C}$ betrieben und mit separierter Schweinegülle (TR = 2 Gew.-%, oTR = 50 Gew.-%) beschickt. Es werden die Biogaspotentiale, die biogenen Abbauraten (Chemischer Sauerstoff Bedarf (CSB)), sowie unterschiedliche hydraulischen Verweilzeiten ermittelt.

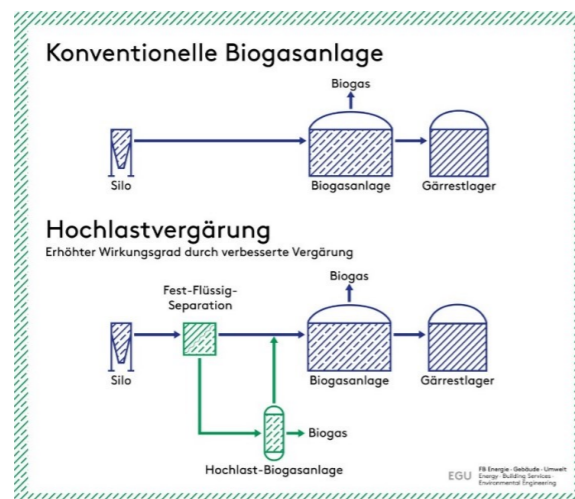


Abbildung 1
Integration von Hochlastreaktoren in den Biogasprozess (WEIDE 2017)

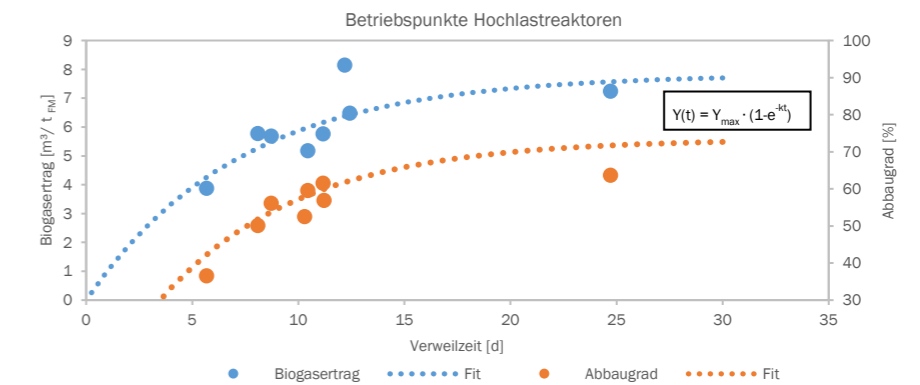


Abbildung 2
Betriebspunkte Hochlastreaktoren

Ergebnisse und Diskussion

Für die Bilanzierung wurden die Reaktoren bei verschiedenen Verweilzeiten jeweils bis zum stationären Zustand betrieben. Es zeigte sich, dass im kontinuierlichen Betrieb die Reaktoren mit einer hydraulischen Verweilzeit von $\tau = 11 \text{ d}$ stabil und an ihrem Optimum betrieben werden konnten (Abbildung 2). Auch mit kleineren Verweilzeiten konnte ein Großteil des Biogaspotenzials in den Hochlastreaktoren ausgeschöpft werden. Es hat sich gezeigt, dass Art und Beschaffenheit der Gülle einen großen Einfluss auf die Ergebnisse haben. Ausschlaggebend für die Biogaserträge bei gleicher Verweilzeit ist die CSB-Belastung der Schweinegülle, die beispielsweise von der Lagerung und Alter der Gülle abhängig ist. Zwischen Festbettreaktoren und EGSB-Reaktoren waren hinsichtlich der Verweilzeit und des Biogasertrages keine Unterschiede festzustellen.

Aus den ermittelten Daten konnte für den Biogasertrag und den Abbaugrad des CSB-Wertes eine erste Abhängigkeit von der Verweilzeit (Abbildung 2) ermittelt werden.

Fazit und Ausblick

Eine Vergärung der separierten, flüssigen Schweinegülle ist mit den Hochlastreaktoren möglich. Bei einer Verweilzeit von 11 Tagen läuft das Verfahren bezüglich Biogasertrag und CSB-Abbaugrad am Optimum. Im weiteren Projektverlauf werden weiterführende Analysen des Verweilzeitverhaltens durchgeführt. Anschließend soll das Verfahren hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit überprüft und optimiert werden. Gleichzeitig soll ein CSB-Mindestwert der Schweinegülle ermittelt werden, bei dem das Verfahren wirtschaftlich betrieben werden kann. Lässt sich das Verfahren abschließend wirtschaftlich darstellen, soll eine erste Pilotanlage zur Hochlastvergärung in Betrieb genommen werden.

Referenzen

- FNR (2016): Leitfaden Biogas - Von der Gewinnung zur Nutzung. 7. Auflage, ISBN 3-00-014333-5, Herausgeber: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
- Klepper, G. (2017): Zukünftige Energiebereitstellung in Deutschland - Herausforderungen für die hiesige Energiewende und die Rolle der Bioenergie. Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 512 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“, Bayreuth 2017.
- Weide, T.; Wetter, C.; Brüggling, E. (2017): Biochemische Konversion flüssiger, biogener Reststoffe mittels anaerober Hochlast-Reaktoren zur Optimierung konventioneller Biogasprozesse. Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 512 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“, Bayreuth 2017.

¹FH Münster Fachbereich Energie - Gebäude - Umwelt



Alexander Naßmacher

FH Münster –
Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt
Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt

Kontakt
+49 (0) 2551 9 62530
nassmacher@fh-muenster.de

Anja Lemoine¹, Maximilian Quietzsch¹, Chiara Barrilaro¹, Friedel H. Schwartz², Holger Hielscher³, Peter Neubauer¹, Stefan Junne¹

Laserrückreflexions-basierte Analyse der Partikelgrößenverteilung zur Ultraschall-gestützten Optimierung in Gärprozessen

Mechanische Partikelzerkleinerung, Ultraschall, Partikelgrößenverteilung, Hydrolyse, Monitoring

Trotz aller Bemühungen in der Forschung, die sich auf Substratvorbehandlung, Mischeffizienz und Beschreibung der Substrattheologie konzentrieren, gibt es in der Literatur noch immer kaum Informationen über die Wirkung der Substratvorbehandlung auf Partikelgrößenverteilungen in Biogasanlagen und wenig ist bekannt über die Auswirkungen auf den Prozess selbst. Die Partikelgrößenverteilung lässt sich mit herkömmlichen Methoden nicht weiter on-line bestimmen. Aufschlussmethoden, wie zum Beispiel eine Ultraschallbehandlung, lassen sich nur schwer optimieren, die Erfassung der Auswirkungen auf den biologischen Prozess in kontinuierlichen Verfahren mit langen Verweilzeiten in Reaktoren und einer ausschließlich auf die Gasphase beschränkten Messung ist langwierig und oftmals schwer interpretierbar, da eine Differenzierung von üblichen Prozessschwankungen schwierig ist.

Folgende Ziele wurden definiert:

- » Etablierung einer schnellen in-situ Methode zur Messung der Größenverteilung sowie des Anteils biologisch aktiver Zellen an allen Partikeln zur Prozessoptimierung
- » Einsatz zur Evaluierung verschiedener Vorbehandlungen von Gärsubstrat auf Prozesse, sowohl im Labormaßstab als auch im industriellen Maßstab
- » Evaluierung der Sondentechnik als mobiles, prozess-analytisches Werkzeug für den Praxis-nahen Einsatz an industriellen Biogasanlagen, u. a. bei flexibler Substratzufuhr.

Forschungsschwerpunkte

Der Einsatz von Ultraschall, u. a. zum Zerkleinern von Agglomeraten und dem Aufschluss biologischen Materials, sowie mechanische und enzymatische Verfahren wurden exemplarisch mit der Laserrückreflexion verfolgt werden, da die korrekte Anwendung von Aufschlussmethoden ein zentrales Optimierungspotential von Biogasanlagen darstellt. Anhand der Größenverteilung kann festgestellt werden, welche Bedingungen zu wählen sind, um größtmögliche Effekte zu erzielen. Ist die Wirkung von Aufschlussverfahren auf die Größenverteilung bekannt, kann wesentlich schneller als bisher Matrix-spezifisch eine entsprechende Einstellung der Leistung vorgenommen werden. Die gewonnenen Daten geben zudem Aufschluss über anzustrebende Partikelgrößenverteilungen für einen störungsfreien, robusten Biogasprozess unter flexibler Substrateinspeisung mit optimierten Hydrolyseeigenschaften.

Maßnahmen

In dem Projekt Lasersize wurde eine in situ Größenbestimmung von Partikeln realisiert, die eine Überwachung und Optimierung des biologischen Aufschlusses in Biogasanlagen zulässt. Ziel war dabei die Entwicklung einer Methode für eine Anlagen-spezifische Optimierung der Aufbereitung von Substraten sowie die Art und Weise der Vorbereitung und der Behandlung in der Flüssigphase. Dazu wurde eine Lösung entwickelt, die einfach in Bestandsanlagen integrierbar ist und deren Signale durch on-line Messung schnell und ohne Eingriff von außen autark auswertbar ist. Somit sollte eine realistische „vor Ort“ Optimierung ermöglicht werden.



Lasersize
03KB120

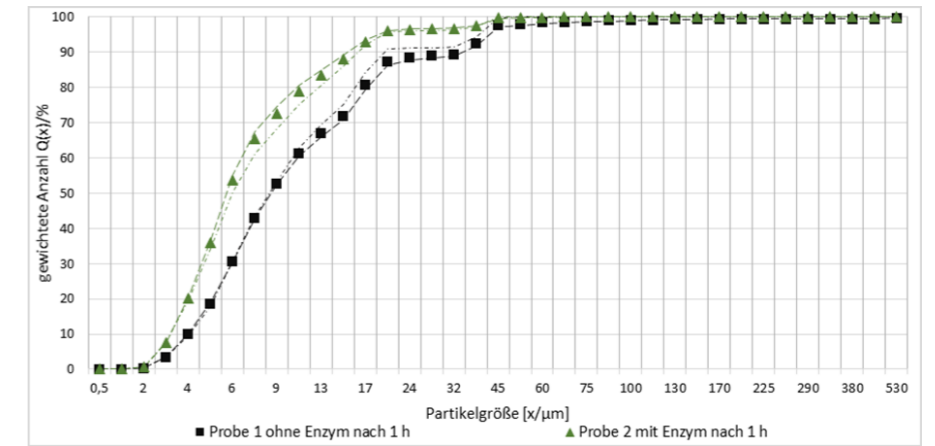


Abbildung 1
Partikelgrößenverteilung – kurzfristige Auswirkung der Zugabe hydrolytischer Enzyme auf die Partikelgrößenverteilung in Biogas-Batchkulturen.

Dazu wurde die Laserlicht-basierten Rückreflexionsmessung angepasst und weiter optimiert, um in Echtzeit zwischen vitalen Partikeln zellulären Ursprungs (biologischen Zellen) und nicht-vitalen Partikeln (Fasern, Körner, etc.) unterscheiden zu können. Die anzuwendende Methode wurde als portables System ausgelegt, um durch einen zeitweisen Einsatz eine Anlagen-spezifische und von den Kosten ausgehend marktfähige Lösung zu erschaffen. Ziel ist die Erhöhung der Substratflexibilität und Anlageneffizienz gemessen an der Raum-Zeit-Ausbeute.

Ergebnisse

Es konnte schließlich ein Messsystem entwickelt werden, was basierend auf der Laserlicht-rückreflexionsmethode in der Lage ist, mit hoher Reproduzierbarkeit die Partikelgrößenverteilung bis zu 2 mm in Substratmischungen und direkt in Kulturbrühe zu messen. Dabei konnte eine Auflösung von wenigen µm erzielt und zwischen biologisch aktivem und totem Zellmaterial unterschieden werden.

Die Ergebnisse von Batch-Gärversuchen zeigten, dass in einem bestimmten Partikelgrößenbereich ein direkter Zusammenhang zwischen der Hydrolyseaktivität und der Partikelgrößenverteilung besteht. Unter Beachtung dieses Zusammenhangs konnten mehrere Aufschlussmethoden im Labormaßstab (mechanische, chemische und enzymatische Vorbehandlung) in einem Scale-down-Ansatz evaluiert und die Sensitivität einzelner Parameter auf die Aufschlusswirkung quantifiziert werden.

Insbesondere war es möglich, in einer Durchflussapparatur die Wirkung von Ultraschall auf den Aufschluss und die Hydrolyseaktivität zu untersuchen und hinsichtlich der Verweilzeit und des Leistungseintrags zu optimieren. Schließlich wurden die im Labormaßstab gewonnenen Ergebnisse genutzt, um die Methodik im Praxismaßstab zu testen und eine ökonomische und ökologische Nutzenanalyse durchzuführen.



Dr. Anja Lemoine

Technische Universität Berlin
Fachgebiet Bioverfahrenstechnik
Ackerstraße 76 ACK 24, 13355 Berlin

Kontakt
+49 (0) 30 314 72527
a.lemoine@tu-berlin.de

¹ Technische Universität Berlin, Fachgebiet Bioverfahrenstechnik

² Friedel H. Schwartz S+E Sequip GmbH, Düsseldorf

³ DEVAD GmbH, Teltow

Juliana Rolf¹, Christof Wetter¹, Elmar Brüggling¹

Verwendung von Flockungsmittel auf Basis nachwachsender Rohstoffe zur Gülleaufbereitung und weiteren stofflichen Nutzung

Flockung, Nachwachsende Rohstoffe, Gülleaufbereitung, Kartoffelstärke

Jedes Jahr fallen große Mengen tierische Ausscheidungen von z. B. Rindern und Schweinen an. Diese schlammartigen Biomassen enthalten neben Stickstoff noch weitere Nährstoffe, wie Phosphor und Kalium. In Regionen in denen die Ackerflächen mit Nährstoffen aus der Viehveredlung bereits ausreichend versorgt sind, ergeben sich umweltschädliche Nährstoffüberschüsse. Durch die Novellierung der Düngeverordnung, wurden die Anforderung an die Landwirte verschärft. Die Novelle bringt sowohl verkürzte Ausbringungszeiten für Wirtschaftsdünger als auch Aufbringungsbeschränkung und neu definierte Obergrenzen für die Nährstoffausbringung mit sich (DÜNGEVERORDNUNG 2017). Hinzu kommt, dass unter anderem mit Phosphor ein lebensnotwendiger und nicht substituierbarer Rohstoff, dessen Vorkommen begrenzt ist, in diesen biogenen Reststoffen vorliegt und im Sinne der nachhaltigen Landwirtschaft wiedergewonnen werden sollte. Durch die Nutzung biologisch abbaubarer Flockungsmittel wird die Möglichkeit gewährt, die entstehende feste Phase als Dünger einzusetzen, da diese Flockungsmittel eine gute Pflanzenverfügbarkeit aufweisen.

Im Rahmen des Interreg VA Projektes „Mest op Maat – Dünger nach Maß“ wurde die Verwendung von stärkebasierten Flockungsmitteln zur Aufbereitung der flüssigen Phase separierter Schweinegülle erstmals untersucht. Im Verlauf der durchgeführten Versuchsreihen wurde zunächst die Machbarkeit einer solchen Flockung analysiert. Im Anschluss dieser Versuchsreihen wurde die Kooperation mit der Firma Emsland-Stärke GmbH fortgesetzt. In den nachfolgenden Abschnitten werden Teile der bisherigen Versuchsergebnisse vorgestellt.

Material und Methoden

Die Versuche wurden in einer Rührstation mit fünf Rührern einem sogenannten Jar Tester durchgeführt (Abbildung 1). Mit Hilfe des Jar-Tests lassen sich die optimalen Prozessparameter ermitteln. Die Parameter haben Einfluss auf jede Phase der Flockung (Koagulation, Polymer-Einmischung, Flockenreifung, Sedimentation). Da die Flockungsmittel auf Stärkebasis eine sehr hohe Viskosität aufweisen, werden sie zur Flockung 1:5 verdünnt. Die Schweinegülle wird vor der Trennung separiert. Zur Flockung wird die Gülle nicht verdünnt. Die Untersuchungsreihe war unterteilt in zwei Phasen. In der ersten Phase der Versuchsreihen wurden verschiedene Flockungsmittel und in der zweiten Phase Prozessparameter getestet.

Um den Einsatz des Flockungsmittels zu optimieren wurden folgende Prozessparameter untersucht und ermittelt:

- » Rührgeschwindigkeit
- » Rührdauer
- » Dosiermenge
- » pH-Wert
- » Temperatur
- » Alter der Gülle



Abbildung 1
Versuchsreihe im Jar-Tester

Zur Bewertung der Versuchsreihen werden die Nährstoffgehalte von Phosphor, Kalium, Magnesium, Schwefel, Calcium, Stickstoff und Ammonium sowie der Trockenrückstand in der flüssigen und festen Phase bestimmt. Ausgewertet werden die Versuche über eine optische Beurteilung, Nährstoffgehalte und Abscheidegrade.

Ergebnisse und Diskussion

Jedes in Phase 1 verwendete Flockungsmittel eignete sich zur Flockung. Die Auswahl des besten Flockungsmittels erfolgte über die Abscheidegrade. Mit einem Abscheidegrad von ca. 85 % Phosphor war das Produkt Emfloc KCG 750 das beste der Versuchsreihe, sodass es für die weitere Flockung in Phase 2 ausgewählt wurde.

In Phase 2 zeigte sich, dass es Parameter mit hohem Einfluss (Reifezeit, Alter der Gülle und Rührgeschwindigkeit) und Parameter mit geringem Einfluss (pH-Wert und Temperatur) gibt. Durch eine hohe Rührgeschwindigkeit wird eine schnelle und homogene Durchmischung erzielt. Entstandene Flocken können aber auch durch eine zu hohe Rührgeschwindigkeit zerstört werden. Die Reifezeit im Anschluss der Flockung hat dabei vor allem einen Einfluss auf die Abtrennbarkeit der Flocken. Die optimale Reifezeit liegt dabei zwischen 40 und 60 Sekunden bei einer Rührgeschwindigkeit von 30 U/min. Die optimale Rührgeschwindigkeit während der Flockung ist stark abhängig vom Alter der Schweinegülle. In den ersten Wochen nach der Separation kann mit hohen Rührgeschwindigkeiten geflockt werden (z. B. 100 U/min). Nach spätestens acht Wochen muss die Rührgeschwindigkeit gesenkt werden auf ca. 30 U/min. Durch die Anpassung der Prozessparameter kann eine Phosphorabtrennung von ca. 95 % realisiert werden (Abbildung 2).

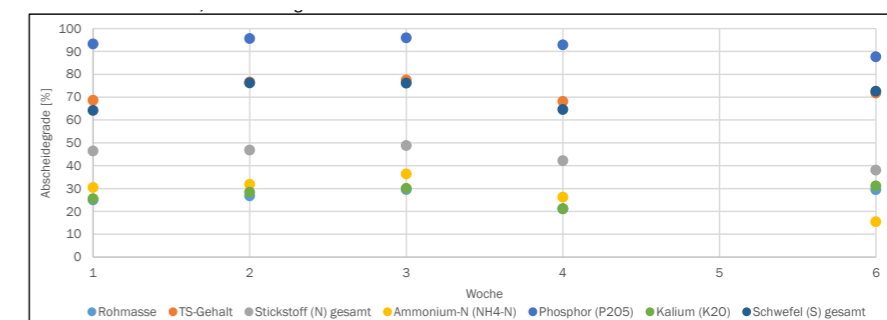


Abbildung 2
Abscheidegrade der Nährstoffe in die feste Phase je nach Alter der separierten Schweinegülle

Fazit und Ausblick

Durch diese Versuchsreihen konnte gezeigt werden, dass stärkebasierte Flockungsmittel technisch funktionieren und für Schweinegülle genutzt werden können. Diese Erkenntnis stellt eine neue Möglichkeit dar, synthetische Polymere zu ersetzen. Dennoch muss durch zukünftige Versuche untersucht werden, inwieweit sich die Flockung auch im halbtchnischen bzw. großtechnischen Maßstab realisieren lässt.

Referenzen

Düngeverordnung (2017): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen – DüV



Juliana Rolf

FH Münster –
Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt
Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt

Kontakt

+49 (0) 2551 9 62044
juliana.rolf@fh-muenster.de

Tobias Weide¹, Christof Wetter¹, Elmar Brüggling¹, Marc Wichern²

Mesophile Biowasserstoff-Produktion mittels dunkler Fermentation durch pH-Wert abhängige Raumbelastungsanpassungen und Gülle-Verwertung

Biowasserstoff, Dunkle Fermentation, Ablaufrecycling, Gülle-Verwertung, Rührkesselreaktor (CSTR)

Die Produktion von Biowasserstoff gilt als vielversprechender Ansatz zur nachhaltigen Energieerzeugung, da die Technologie im Vergleich zur konventionellen H₂-Produktion, z. B. Dampfreformierung aus Erdgas, über ein hohes CO₂-Minderungspotential verfügt (ARIMI et al. 2015).

In dieser Arbeit wird das Verfahren der dunklen Fermentation (DF) zur Wasserstoff-Erzeugung (H₂) untersucht. Bei diesem Verfahren werden H₂-bildende, anaerobe Mikroorganismen aus Rein- oder Mischkulturen im psychro- bis thermophilen Temperaturbereich eingesetzt. Die Stoffwechselmechanismen wandeln dabei Biomasse in H₂, CO₂ und flüchtige Fettsäuren (VFA) um. Die Prozessbedingungen sind vergleichbar mit denen der anaeroben Vergärung (Biogasprozess), weshalb biogene Reststoffe und Abwässer generell zur DF geeignet sind. Die Möglichkeit der Verwendung von Reststoffen senkt die Substratkosten der H₂-Produktion (WANG & YIN 2017, WEIDE et al. 2019).

Eine wesentliche Herausforderung bei der Prozessführung ist die Gewährleistung der Prozessstabilität bei gleichzeitiger Reduzierung des Natronlauge-Verbrauchs (NaOH). NaOH wird verwendet, um den pH-Wert auf einen konstantem Wert von etwa 5,5 zu halten. Diese Zugabe hemmt bisher die großtechnische Implementierung des Verfahrens aufgrund der hohen Betriebskosten (WONG et al. 2014).

Im Rahmen des Interreg VA Projekts: „Grüne Kaskade: Teilprojekt: Grünschnitt“ wurde die Verwertung biogener Reststoffe, wie z. B. die flüssige Phase separierter Schweinegülle, mittels DF zur Erzeugung von Biowasserstoff untersucht. Hierbei wurde die Fragestellung betrachtet, inwieweit die Prozessstabilität des Verfahrens, bei gleichzeitigem Verzicht auf NaOH-Zugabe zur pH-Wert Stabilisierung, gewährleistet werden kann. Dazu wurde Schweinegülle zur Prozessstabilisierung und Erhöhung der Pufferkapazität eingesetzt sowie die Raumbelastung den Schwankungen des pH-Wertes angepasst.

Material und Methoden

Die Versuche wurden in Rührkesselreaktoren (CSTR) im halbertechnischen Maßstab (V = 20 L) durchgeführt (Abbildung 1). Es wurden jeweils drei Reaktoren mit drei unterschiedlichen Impfschlämmen (Gärrest, Faulschlamm) und Pelletschlamm (industrielle Abwasserreinigung) angeimpft. Zur Eliminierung methanbildender Bakterien wurde der Impfschlamm thermisch vorbehandelt (t = 2 h, θ = 80 °C). Als Feed wurde separierte Schweinegülle verwendet, diese ebenfalls

Tabelle 1 Versuchsaufbau

Verweilzeit (d)	pH (-)	Raumbelastung (g _{CSS} /(l·d))
20	< 5,4	1,6
	5,4–5,7	4,2
	> 5,7	5,3
10	< 5,4	2,3
	5,4–5,7	7,4
	> 5,7	9,5
5	< 5,4	2,8
	5,4–5,7	7,9
	> 5,7	10,0
2,5	< 5,4	3,8
	5,4–5,7	8,9
	> 5,7	11,0

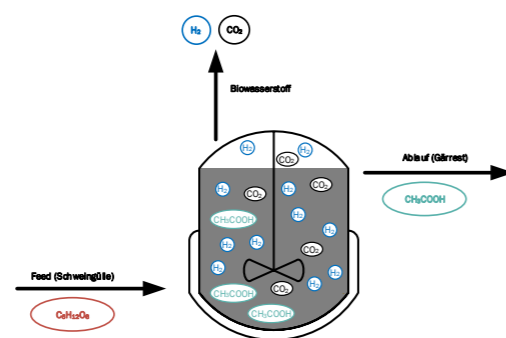


Abbildung 1 Versuchsaufbau

¹ FH Münster, Institut für Energie, Ressourcen und Infrastruktur

² Ruhr-Universität Bochum, Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik

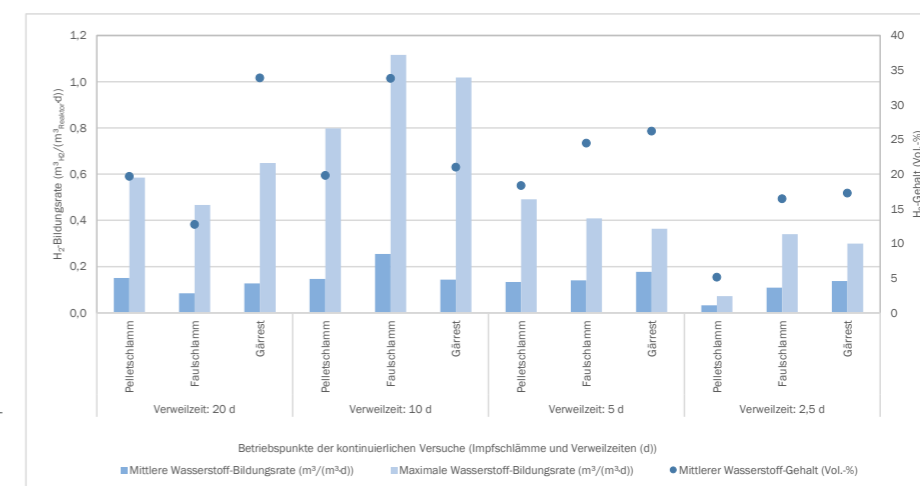


Abbildung 2 H₂-Bildungsrate und H₂-Gehalte der kontinuierlichen Biowasserstoffversuche

thermisch vorbehandelt (t = 2 h, θ = 80 °C) und mit einem Glukose-Wasser-Gemisch versetzt. In Abhängigkeit vom pH-Wert wurde die Raumbelastung der Reaktoren angepasst und unterschiedliche Verweilzeiten untersucht (Tabelle 1).

Ergebnisse und Diskussion

Jeder der drei verwendeten Impfschlämme eignete sich zur Biowasserstoffherzeugung. Die Versuche konnten kontinuierlich und stabil betrieben werden, ohne dass eine pH-Wert-Regulierung durch NaOH nötig war. Es wurden maximale Wasserstoffbildungsrate von 0,30–1,12 m³H₂/(m³Reaktor·d) und maximale Wasserstoffgehalte von 35 Vol.-% erzielt. Der optimale Betriebspunkt lag bei einer Verweilzeit von zehn Tagen. Die höchsten Wasserstoffträge wurden mit Faulschlamm und Gärrest erzielt. Lediglich beim Pelletschlamm gefüllten Reaktor kam es zu vereinzelter Methanbildung (bis zu 20 Vol.-%). Dies ist auf den Biomasserückhalt im CSTR zurückzuführen. Diese verhindert ein Ausschwemmen der methanbildenden Mikroorganismen, wodurch es trotz niedriger pH-Werte (pH < 5,4) zur Methanbildung kam. (Abbildung 2)

Fazit und Ausblick

Durch den Verzicht von NaOH-Zugabe ist ein wesentlicher Schritt in Richtung großtechnischer Implementierung der dunklen Fermentation zur Wasserstoffherzeugung erreicht worden. Die pH-Wert abhängige Anpassung der Raumbelastung bei paralleler Zugabe von Schweinegülle zur Erhöhung der Pufferkapazität gilt in dieser Kombination bisher als vollständig neuartiger Lösungsansatz. Dennoch müssen zukünftige Versuche zeigen, inwieweit das Verfahren hinsichtlich der Maximierung des Wasserstofftrags optimiert werden kann. Lösungsansätze sind hier z. B. die Verwendung von anaeroben Hochlastsystemen, die einen kontrollierten Biomasserückhalt ermöglichen (anaerobes Behebungsverfahren). Ebenfalls sollte die Möglichkeit untersucht werden, den Gärrest (Ablauf) aus der DF in weiteren Prozessschritten energetisch (CH₄-Erzeugung) und stofflich (VFA-Separation) zu nutzen.

Referenzen

- Arimi, M. M.; Knodel, J.; Kiprop, A.; Namango, S. S.; Zhang, Y.; Geißen, S.-U. (2015): Strategies for improvement of bio-hydrogen production from organic-rich wastewater: A review. *Biomass and Bioenergy* 75: 101–118.
- Wang, J. & Y. Yin (2017): Biohydrogen Production from Organic Wastes. *Green Energy and Technology*. Singapore.
- Weide, T.; Brüggling, E.; Wetter, C. (2019): Anaerobic and aerobic degradation of wastewater from hydrothermal carbonization (HTC) in a continuous, three-stage and semi-industrial system. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 7: 102912.
- Wong, Y. M.; Wu, T. Y.; Juan, J. C. (2014): A review of sustainable hydrogen production using seed sludge via dark fermentation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 34: 471–482.



Tobias Weide

FH Münster –
Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt
Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt

Kontakt
+49 (0) 2551 9 62021
tobias.weide@fh-muenster.de

Bettina Stolze¹, Ingo Hartmann¹

Zeitliche Darstellung des Alterungsverhaltens eines Oxidationskatalysators in einem Biogas-BHKW

Emissionsminderung, Biogas-BHKW, Oxidationskatalysator, Desaktivierung, Biomasse

Der Anteil erneuerbarer Energien im Stromsektor Deutschlands stieg in den letzten Jahren stetig und lag schließlich im Jahr 2018 bei 37,8 % (UMWELTBUNDESAMT 2019). Maßgeblich für die Stromerzeugung aus Biomasse ist vor allem Biogas. Bei der Verbrennung dieses Bioenergieträgers werden idealerweise alle brennbaren kohlenwasserstoffhaltigen Komponenten und H₂ vollständig zu CO₂ und H₂O oxidiert. Unter realen Bedingungen jedoch werden bei Verbrennungsprozessen, wie im Falle von biogasbetriebenen BHKW, immer auch unverbrannte und teiloxidierte Stoffe freigesetzt. In der „Motoren-Verordnung“ sind gesetzliche Grenzwerte für Schadstoffemissionen vorgeschrieben, welche in der Novellierung verschärft werden sollen (BMU 2018).

Die bei der Verbrennung freiwerdenden Schadstoffe können bei abgasseitigem Einsatz von katalytischen Verfahren deutlich reduziert werden. Diese Katalysatoren unterliegen einem Alterungsprozess, der bis dato nicht vollständig untersucht und beschrieben wurde. Ein kommerziell erhältlicher Oxidationskatalysator wurde in der DBFZ angehörigen Forschungsbiogasanlage mit angeschlossenem Zündstrahl-BHKW (75 kW_{el}) eingesetzt. Die Emissionen wurden mit Hilfe eines mobilen FTIRs nach Installation des Katalysators sowie nach anderthalb und drei Jahren Laufzeit ermittelt. Der frisch eingesetzte Katalysator zeigte nahezu vollständige Umsätze für Kohlenmonoxid und Formaldehyd von 99,5 % respektive 98,5 % auf. Mit zunehmender Betriebszeit war ein deutlicher Rückgang der Emissionsminderung am Katalysator erkennbar. Bereits nach 1,5 Jahren Betriebszeit war die Einhaltung des Formaldehydgrenzwertes insbesondere bei Teillast nicht mehr sicher möglich. Unter Vollast lagen die Umsätze für Kohlenmonoxid bei 87,6 % und für Formaldehyd bei 55,6 %. Nach ca. drei Jahren sanken diese weiter auf 79,7 % und 36,8 %.

Neben diesen beiden umweltschädlichen Gasen wird auch das klimarelevante Methangas emittiert. Dieses konnte mit diesem Katalysator und den vorherrschenden Bedingungen nicht oxidiert werden. Zudem lassen die Messwerte einen geringen Anstieg von NO_x nach dem Katalysator vermuten. Differenziert betrachtet stiegen die NO-Konzentrationen nach dem Katalysator, wogegen die NO₂ Konzentrationen sanken.

Eine potenzielle Alterungsursache ist die unvollständige Entschwefelung des Biogases vor der Verbrennung im BHKW. Die H₂S-Finreinigung bedarf noch einer Optimierung, um der Alterung durch SO₂ als Katalysatorgift entgegenzuwirken.

Der Oxidationskatalysator wurde im Februar 2019 ausgebaut und wird hinsichtlich der Oberfläche auf Alterungseffekte untersucht. Nach Regenerierung erfolgt eine erneute Testung im Zündstrahl-BHKW. Aktuell ist eine Kombination aus Oxidations- und SCR-Katalysator installiert, für die in Kürze erste Messdaten vorliegen werden.

Tabelle 1 Messdaten vom 06.04.2016, 75 kW

Messpunkt	Zeit	CO	HCHO	CH ₄	NO	NO ₂	NO ₂ Äqui	N ₂ O	NH ₃	SO ₂	CO ₂	H ₂ O	O ₂
	min	mg/m ³ , 5 % O ₂									Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%
nach Kat	140	4	1	2287	418	121	540	0	0	4	13	12	7
vor Kat	45	884	98	2329	402	111	513	0	0	25	13	12	7
Umsatz/Änderung		99,5	98,5	1,8	-4,0	-9,3	-5,1			82,2	-1,8	0,7	1,3

Tabelle 2 Messdaten vom 07.11.2017, 50 kW

Messpunkt	Zeit	CO	HCHO	CH ₄	NO	NO ₂	NO ₂ Äqui	N ₂ O	NH ₃	SO ₂	CO ₂	H ₂ O	O ₂
	min	mg/m ³ , 5 % O ₂									Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%
nach Kat	45	111	47	5920	274	19	293	0	0	20	10	10	10
vor Kat	185	1409	115	5975	270	44	314	0	0	51	10	10	10
Umsatz/Änderung		92,2	58,8	0,9	-1,3	55,9	6,7			60,5	-5,3	0,3	0,4

Tabelle 3 Messdaten vom 08.11.2017, 75 kW

Messpunkt	Zeit	CO	HCHO	CH ₄	NO	NO ₂	NO ₂ Äqui	N ₂ O	NH ₃	SO ₂	CO ₂	H ₂ O	O ₂
	min	mg/m ³ , 5 % O ₂									Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%
nach Kat	45	83	24	1774	315	25	339	0	0	9	12	13	8
vor Kat	215	667	53	1828	313	34	346	0	0	14	12	13	8
Umsatz/Änderung		87,6	55,6	3,0	-0,7	27,2	2,0			36,0	-1,7	0,5	-0,3

Tabelle 4 Messdaten vom 13.02.2019, 75 kW

Messpunkt	Zeit	CO	HCHO	CH ₄	NO	NO ₂	NO ₂ Äqui	N ₂ O	NH ₃	SO ₂	CO ₂	H ₂ O	O ₂
	min	mg/m ³ , 5 % O ₂									Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%
nach Kat	110	147	42	2357	340	0	340	1	0	11	12	12	8
vor Kat	57	723	66	2437	311	60	371	0	0	16	11	12	8
Umsatz/Änderung		79,7	36,8	3,3	-9,4	99,8	8,3			32,4	-3,8	-0,6	1,1

Referenzen

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#strom>, Zugriff am 05.04.2019
 BMU (2018): Verordnung zur Einführung der Verordnung über mittelgroße Feuerungsanlagen sowie zur Änderung der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen, https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19_Lp/mittelgroesse_feuerungsanlagen/entwurf/mittelgr_feuerungsanlagen_v_ref_entwurf_bf.pdf, Stand vom 30.4.2018

¹DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH



Dr. Bettina Stolze

¹DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt
+49 (0) 341 24 34 369
bettina.stolze@dbfz.de

Thomas Schliermann^{1*}, André Herrmann¹, Ingo Hartmann¹, Wolfgang Wiest², Jörg Ho², Frederik Köster³, Jonas Zimmermann³

Thermo-chemische Konversion von Reststoffen in einem Vergaser-BHKW mit gekoppelter Aschegewinnung

Vergasung, Agrarreststoffe, Aschenutzung, BHKW, Emissionsminderung

Bei in großen Mengen anfallenden Reststoffen wie Gärresten oder Reisspelzen ist die Verwertung noch nicht abschließend gelöst. Es besteht Bedarf an innovativen Strategien zur Verbesserung der gesamten Verwertungskette. Eine Möglichkeit besteht in der kombinierten energetischen und stofflichen Verwertung dieser aschereichen Reststoffe. Aufgrund ihrer Inhaltsstoffe ergeben sich bei der thermischen Umsetzung solcher Biomassen zusätzliche Anforderungen wie z. B. hohe Ascheanteile, Aschekristallisation, erniedrigte Ascheerweichungstemperaturen und erhöhte Emissionen. Viele der genannten Herausforderungen bei der thermischen Umsetzung hängen stark von den Konversionstemperaturen ab. Im Projekt wird deshalb angestrebt, eine Vergaser-BHKW-Anlage im temperaturflexiblen Betrieb zu entwickeln und zu betreiben, damit auch aschereiche Reststoffe einsetzbar sind. Dadurch kann die Brennstoffvariabilität einer solchen Anlage erhöht werden. Dabei soll eine Gesamtprozessentwicklung aus Vergaser und BHKW erfolgen und hinsichtlich der Produktgasqualität und BHKW-Emissionen optimiert sowie Verwertungsmöglichkeiten für die anfallenden Aschen untersucht werden. Eine Inwertsetzung der anfallenden Aschen ist hier besonders für siliciumreiche Reststoffe wie Reisspelzen in Form von amorphem biogenem Silika angestrebt.

Im Beitrag wird das Projekt kurz vorgestellt und es werden erste Ergebnisse sowie Maßnahmen zur Anlagen-Auslegung für aschereiche Reststoffe präsentiert. Für Holzhackschnitzel hat die Firma LiPRO Energy GmbH bereits eine effiziente Holzvergaser-BHKW-Anlage auf den Markt gebracht. In der ersten Projektphase erfolgte eine umfassende Bilanzierung der vorhandenen Holzvergaser-BHKW-Anlage mit Referenzbrennstoff Holz. Aufbauend auf den so ermittelten Anlagen- und Prozessdaten und -kennzahlen und Laboruntersuchungen erfolgte die Anlagenauslegung zunächst für Reisspelzen.



GasAsh
03KB139

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH, Leipzig

² Fachhochschule Südwestfalen, Standort Meschede

³ LiPRO Energy GmbH & Co. KG, Hude (Oldenburg)



Thomas Schliermann

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt
+49 (0) 341 24 34 463
thomas.schliermann@dbfz.de

Andrea Dernbecher

Strömungsmechanische Untersuchung einer Scheitholzfeuerung mit integrierter Schaumkeramik

Kleinfeuerungsanlagen, Biomasseverbrennung, Emissionsminderung, Computational Fluid Dynamics

Scheitholzfeuerungen erfreuen sich zunehmender Beliebtheit in Privathaushalten. Durch die Verbrennung eines nachwachsenden Rohstoffs sind sie nachhaltig und nahezu CO₂-neutral. Allerdings entstehen bei ungünstigen Verbrennungsbedingungen unerwünschte Schadstoffe wie CO oder Feinstaub. Eine Möglichkeit zur Verringerung der Emissionen aus Kleinfeuerungsanlagen ist die Verwendung von katalytisch aktiven Schaumkeramiken. Die Katalysatoren werden im Abgasstrom des Kaminofens angebracht um insbesondere die Konzentration von oxidierbaren Schadstoffen im Abgas zu mindern. Allerdings nehmen die zusätzlichen Einbauten Einfluss auf die Strömung im Brennraum und können dadurch zusätzlich die Emissionen aus der Feuerungsanlage verändern.

In der Präsentation werden die Ergebnisse aus Verbrennungsversuchen und Strömungssimulationen zur Integration von Schaumkeramiken in einem Kaminofen vorgestellt. Die Untersuchungen wurden im Rahmen des durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Verbundprojekts „Vollkat“ durchgeführt. Die Simulation der Strömung im Brennraum der Feuerung erfolgte mittels Computational Fluid Dynamics (CFD). Dazu wurde die Software OpenFOAM verwendet und geeignete Modelle für Turbulenz, Vermischung von Brennstoff und Luft, Verbrennungsreaktionen und Strahlung sowie für die Darstellung der Schaumkeramiken ausgewählt. Die Randbedingungen der Simulation basierten auf gemessenen Werten aus den Verbrennungsversuchen. Die Simulationen zeigten eine gute Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen.



Andrea Dernbecher

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt
+49 (0) 341 24 34 417
andrea.dernbecher@dbfz.de

Mario König^{1*}, Ingo Hartmann¹, Mirjam Müller¹, Andre Pomraenke¹, Friedrich Prill³, Philipp Schneider⁴

Kombinierte Abscheidung von Staub, Stickoxiden und sauren Schadgasen an einem Gewebefilter



Staub, NO_x, HCl, SO₂, biogene Reststoffe

Im Zuge der notwendigen Umstellung von einer fossil basierten Produktionsweise auf die Bioökonomie werden verstärkt verschiedene Holzsortimente und angebaute Nutzpflanzen stofflich genutzt. Daher ist ein weiterer Ausbau der energetischen Biomassenutzung in Zukunft nur auf der Basis von biogenen Rest- und Abfallstoffen möglich. Die speziellen Eigenschaften verschiedener Reststoffe machen den Einsatz sekundärer Emissionsminderungsmaßnahmen bei deren energetischer Nutzung notwendig, um den Eintrag von Schadstoffen in die Umwelt zu minimieren. Bei der Verbrennung biogener Reststoffe treten vor allem die Schadstoffgruppen Feinstaub, Stickoxide, Chlor- und Schwefelverbindungen sowie Dioxine und Furane in erhöhten Konzentrationen auf. Entsprechende Minderungsverfahren sind bisher nur für den Kraftwerksbereich verfügbar bzw. in dezentralen Bioenergieanlagen nicht wirtschaftlich einsetzbar. Ziel des Projektes ist es daher Abgasreinigungsverfahren zu entwickeln, welche wirtschaftlich an kleinen Anlagen (< 5 MW_{th}) eingesetzt werden können.

Forschungsschwerpunkte

- » Staubfiltration an einem Gewebefilter mit Unterstützung durch Precoatierung
- » Stickoxidminderung durch selektive katalytische Reduktion mittels katalytisch aktiver Filterschläuche
- » Entwicklung und Demonstration eines kostengünstigen Dosiersystems für das Reduktionsmittel Harnstofflösung
- » Entwicklung und Demonstration eines kostengünstigen Dosiersystems für das Precoatmaterial
- » Entwicklung und Demonstration eines preiswerten Messsystems für NO_x

Maßnahmen

- » Aufbau und Betrieb einer Laboranlage für die Untersuchung der Vorgänge bei der Precoatierung
- » Verbrennungsversuche an einer Technikumsanlage (100 kW) zur Untersuchung der Precoat- und Reduktionsmitteldosierer sowie der notwendigen Temperaturen am Filter
- » Aufbau und Betrieb einer Praxisanlage (300 kW) zur Demonstration der Wirksamkeit des Abgasreinigungsverfahrens unter Praxisbedingungen

Ergebnisse

- » Laboranlage aufgebaut und in Betrieb genommen
- » Technikumsanlage auf Precoatbetrieb umgebaut und in Betrieb genommen
- » Feldanlage mit katalytisch aktivem Gewebefilter erfolgreich aufgebaut und in Betrieb genommen (1 Heizsaison)
- » Messsystem für Stickoxide auf Basis von Sensoren aus der Automobilindustrie in den Messbetrieb überführt
- » Feldmessung zur Bestimmung der Reduktionsleistung für Staub, NO_x, SO₂ und HCl durchgeführt

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH, Leipzig

² Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg

³ Universität Paderborn, Lehrstuhl für Partikelverfahrenstechnik

⁴ A.P. Bioenergietechnik GmbH, Hirschau



Mario König

**DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt
+49 (0) 341 24 34 569
mario.koenig@dbfz.de

Uwe Welteke-Fabircius¹, Janis Matthes¹

Multiflex - Mehrdimensionale Flexibilisierung von Biogasanlagen

Flexibilisierung, saisonale Wärmenutzung, bedarfsgerechte Stromerzeugung, saisonale Fütterung, Geschäftsmodell

Nächste Schritte zu 100 % Erneuerbaren

Der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromversorgung muss in Zukunft rasch weiter ausgebaut werden, um Atom- und Kohlestrom zu ersetzen. Strom aus Wind- und Sonnenenergie brauchen ergänzend Speichermöglichkeiten und flexible Erzeugungskapazitäten – auch aus Biogas. Von 2021 bis 2032 fallen über 90 % der Biogasanlagenkapazitäten aus der EEG-Vergütung heraus (BIOMASSE EEG 2016), die Ausschreibungsmengen für eine Vergütungsverlängerung reichen nur für weniger als 15 % des Anlagenbestands aus. Um höhere Ausschreibungsvolumen durchzusetzen, müssen Nachhaltigkeit, Effizienz und Systemdienlichkeit verbessert werden. Dafür werden Konzepte benötigt, mit denen Biogasanlagen auch nach dem Auslaufen der EEG-Vergütung wirtschaftlich betrieben werden können.

Die wichtigsten Stellschrauben sind die Erschließung von preiswerten Reststoffen als Substrat (Gülle, Stroh, Abfälle und Naturschutzkulturen etc.), eine maximale Nutzung der Abwärme und die flexible, bedarfsgerechte Stromerzeugung. Ein Großteil der Anlagen nutzen ihre Wärme für die Gebäude- und Stallbeheizung oder speisen diese in ein Wärmenetz ein, mit einem durchschnittlichen Wärmeerlös von 2,6 ct/kWh (FACHVERBAND BIOGAS 2016), jedoch deutlich höheren Erlösen bei Vollversorgung. Weitere Erlöse stammen aus dem KWK-Bonus. Da ohnehin nur ein stetiger Anlagenbetrieb die Regel war, wurde unter Beschränkung auf den KWK-Bonus oft in Trocknungstechnik investiert (RENSBERG et al 2019). Die bisher flexibilisierten Biogasanlagen sind vor Allem auf eine bedarfsgerechte Einspeisung von Strom ausgelegt und sammeln das Biogas in Speichern für meistens etwa 4 h (DBFZ 2017), ganz selten bis zu 2,5 Tage BHKW-Ruhe – und maximal 12 h Betrieb. Längere Ruhebedarfe oder Dunkelflauten bleiben unerschlossen; die Erlösverluste durch nur anteilige Verwertung der Wärme in saisonalen Wärmenutzungen und den daraus folgenden mageren Gewinnen aus Trocknungsanlagen unbeachtet.

Ein Großteil der ertragreichen Wärmebedarfe fällt jedoch im Winter an. Eine Speicherung der Wärme oder des Biogases in saisonalen Speichern ist wegen der großen Speichervolumina unwirtschaftlich. Saisonal angepasste Biogaserzeugung sind bisher eine seltene Ausnahme. Die Anwendung von Multiflex erstreckt sich auf alle Biogasanlagen mit BHKW, die in erreichbarer Entfernung ein Wärmenetz bedienen oder erschließen können. Wenn die Biogasanlage über 2030 hinaus betrieben werden soll und Investitionen möglich sind, kann das Konzept schon heute die Erträge steigern und auf eine langfristig marktgerechte Energieerzeugung einstellen.

Innovation: Multiflex

Mit dem Konzept Multiflex kann sich ein Großteil der Anlagen aus dem Bestand auf die Zukunft einstellen – und schon heute die Erträge steigern. Der Kunstgriff ist die gleichzeitige Nutzung von Flexibilisierungskomponenten für mehrere Markteffekte. Die Innovation stammt aus der Auswertung von Erfahrungen mehrerer Pionieranlagen und steht als „public domain“-Know how allen Betreibern geeigneter Anlagen zur Verfügung.

Multiflex ist die mehrdimensionale Flexibilität durch Kombination aus:

- » Innertäglicher Flexibilität bei der Stromeinspeisung durch einen Biogasspeicher, tägliche optimierte Fahrpläne für die day-ahead-Auktion und zusätzliche Teilnahme am Intradayhandel
- » Weiterentwicklung der saisonal angepassten Futtermengen zur Bereitstellung von Wärme im Winter zur meteorologischen Flexibilität mit dynamisierter Substrataufbereitung für längere Stillstandszeiten bei Starkwind-Wetterlagen, höhere Wärmeversorgungsgrade bei Kältephasen. Sowie die Nutzung des Großwärmepuffers als Redundanz für Wärmevollversorgung mit der Möglichkeit Solarthermie zur Wärmeversorgung im Sommer zu integrieren.
- » Flexibilität in Systemdienstleistungen: Nutzung des Großwärmepuffers für Power-to-Heat und negative Regelleistung, Bereitstellung ruhender BHKW für positive Regelleistung, Beteiligung an Redispatchmaßnahmen und Schwarzstartfähigkeit.

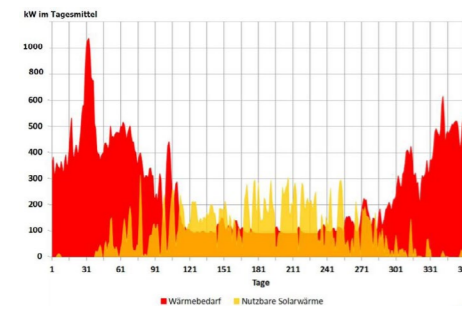


Abbildung 1
Beispielhafter Verlauf des Wärmebedarfs im Jahr (rot), zum solaren Nutzwärmeangebot (gelb)

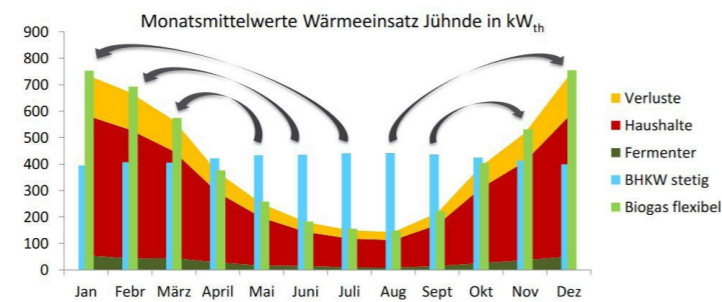


Abbildung 2
Verlagerung der Wärmeezeugung in den Winter, am Beispiel der BGA in Jühnde

Ergebnisse

Wirtschaftlichkeit Multi-flexible Anlagen können durch die Mehrerlöse am Strommarkt und höhere Wärmenutzung nicht nur wirtschaftlicher betrieben werden, sie leisten zudem einen wertvollen Beitrag zur Strom- und Wärmewende und sind somit eine tragende Säule bei der Energieversorgung der Zukunft mit Erneuerbaren Energien. Die saisonale Speicherung erfolgt über das Substrat. Die Fütterung des Fermenters im Winter ermöglicht eine erhöhte Biogasproduktion, die direkt in Strom und Wärme gewandelt werden kann. Der Biogasspeicher wird für die Flexibilität am Strommarkt genutzt und der Pufferspeicher für das tägliche Wärmelastprofil. Die saisonale Anpassung bei der Fütterung des Fermenters ermöglicht es, den langfristigen Schwankungen des Wärmebedarfes über die angepasste Geschwindigkeit der Substratumsetzung gerecht zu werden. Die Kombination aus kurzfristiger Flexibilität des BHKW's für den Strommarkt und saisonaler Anpassung über das Substrat für den Wärmemarkt ist bei ausreichender Überbauung gleichzeitig möglich. Die Flexibilisierung bisher zielte allein auf die bedarfsgerechte Stromerzeugung von Biogasanlagen ab. Multiflex hat als Ziel die Nutzung aller Ertragspotenziale aus flexibler Biogaserzeugung, Stromeinspeisung und der Wärmenutzung.

Die Wirtschaftlichkeit bildet sich durch eine Summe von Mehrerlösen. Die Direktvermarktung einer hoch flexiblen Anlage ermöglicht dem Händler den lukrativen Intradayhandel und die Weitergabe eines großen Erlösanteils aus den Day-Ahead-Auktionen, die wiederum einen steigenden Spread zeigen (KLOBASA et al 2018). Die Mehrerlöse durch die saisonale Wärmebereitstellung im Winter bestehen aus zusätzlich genutzten Wärmemengen, dem darauf gezahlten KWK-Bonus und einer Aufwertung der Versorgungsleistung. Der Großwärmepuffer mit zusätzlichem Heizregister verbessert die zuverlässige Verfügbarkeit der Heizwärme und ermöglicht die Einsparung einer Redundanzebene und höhere Wärmeerlöse im Wärmenetz.

Voraussetzung für die flexible Steuerung der Biogasmengen (Fütterungsmanagement) ist die Hydrolysevorstufe. Diese ermöglicht auch, schwer verdauliche Substrate einzusetzen, und diesen längere Verweilzeiten in Perioden geringer Wärmebedarfe einzuräumen. Das verbessert wiederum die Methanausbeute und senkt die Substratkosten. In der Summe ist damit zu rechnen, dass solche Anlagen nach Abschreibung der durch die Flexibilisierung finanzierten Investitionen deutlich unter den Höchstpreisvorgaben in der Ausschreibung anbieten können. Damit liegt die Marktfähigkeit von Biogas im Strommarkt der Dreißigerjahre in greifbarer Nähe.

Referenzen

Fachverband Biogas (2016): Wärmenutzung von Biogasanlagen in Deutschland. Freising.

DBFZ (2017): Anlagenbestand Biogas und Biomethan - Biogaserzeugung und Nutzung in Deutschland. Leipzig.

Klobasa M., Lux B., Pflüger B., Bonin M.v., Gerhardt N., Antoni J., Nill D., Schäfer-Stradowsky S., Holzhammer U.: Monitoring der Direktvermarktung von Strom aus erneuerbaren Energien (Quartalsbericht 12/2018), Karlsruhe/Kassel/Berlin, 2018



Uwe Welteke-Fabricius & Janis Matthes

meta i.d. - Ökologische Innovation GmbH

Am Wasserturm 3, 34128 Kassel

Kontakt

+49 151 629 403 40

UWF@kwk-flexperten.net

+49 157 736 325 25

jm@kwk-flexperten.net



Marion Schomaker¹, Tobias Weide¹, Elmar Brüggling¹, Christof Wetter¹

Biogene Methanisierung zur Aufreinigung von Biogas zu Biomethan mit einer Kaskade aus zwei Festbettreaktoren

Biogene Methanisierung, Power-to-Gas, Energiespeicherung, Biogas, Festbettreaktor

Der Ausbau der erneuerbaren Energien zur Energiewende macht aufgrund der fluktuierenden Stromerzeugung die Schaffung von Speicherkapazitäten notwendig. Eine potentielle Speichermöglichkeit für Biomethan aus erneuerbaren Energien (Biomethan) ist das Erdgasnetz. Mit der Power-to-Gas Technologie kann mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen Wasserstoff (H₂) hergestellt werden, der dann in einem weiteren Schritt mit Kohlenstoffdioxid (CO₂) zu Methan (CH₄) umgesetzt wird. Eine vielversprechende Möglichkeit der Anwendung für Power-to-Gas ist die Nutzung des erneuerbar erzeugten H₂ zur Steigerung des Methananteils im Biogas aus der anaeroben Vergärung. Für die Einspeisung in das Erdgasnetz ist eine Aufreinigung des Biogases auf die erforderliche Qualität gemäß der Arbeitsblätter G 260 und G 262 des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) notwendig (DVGW 2013, DVGW 2011). Durch Zugabe von Wasserstoff wird das im Biogas enthaltene Kohlenstoffdioxid zu Methan umgewandelt und auf diese Weise der Methananteil im Biogas auf über 90 Vol.-% erhöht. Zur Methanisierung kommen zwei Verfahren in Betracht: die chemisch-katalytische Methanisierung, nach dem Sabatier-Prozess oder alternativ die biogene Methanisierung, die mit Hilfe von Mikroorganismen aus Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid Methan erzeugt.

Material und Methoden

Das Teilprojekt: „Methanisierung“ wird innerhalb des Interreg VA Projektes Grüne Kaskade bearbeitet und beschäftigt sich mit der Prozessoptimierung der biogenen Methanisierung. Ziel ist es, ein vielseitig einsetzbares Verfahren zu entwickeln, mit dem aus CO₂ bzw. Biogas und H₂, Biomethan erzeugt wird, welches als Energieträger eingesetzt werden kann. Zur Untersuchung der biogenen Methanisierung von Biogas wurden im Rahmen des Projektes halbertechnische Reaktoren entwickelt. Das Ergebnis der Entwicklung ist eine Reaktorkaskade (Abbildung 1, 2) bestehend aus zwei Festbettreaktoren aus Edelstahl. In den Reaktoren befindet sich eine Füllkörperschüttung aus Keramikfüllkörpern, die als Aufwuchsfläche für die Mikroorganismen dienen und durch ihre Geometrie die Wege des Gases durch die Reaktoren verlängern. Gefüllt sind die Reaktoren mit einer Mikroorganismenmischkultur, die aus Biogassärresten kultiviert wurden. Im Rahmen des Projektes werden Versuche zum Nährstoff- und Spurenelementbedarf der Mikroorganismen, zum Einfluss der Reaktorhöhe auf die Gasreinheit, zur Druckabhängigkeit der Umsatzrate und zur maximalen Reinheit des Produktgases durchgeführt.

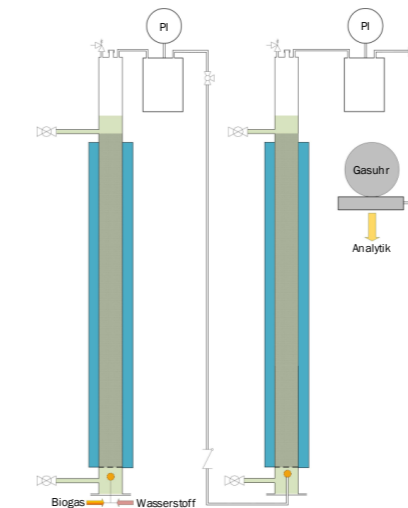


Abbildung 1
Schema der Reaktorkaskade

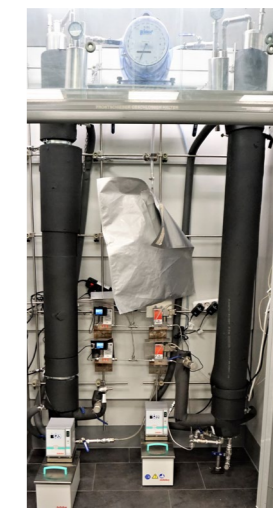


Abbildung 2
Methanisierung der FH Münster

Die Analysen der gelösten Nährstoffe und Spurenelemente zeigten, dass von den Mikroorganismen der biogenen Methanisierung diverse Spurenelemente- und Nährstoffe gebunden werden und somit für die Steigerung der Mikroorganismenanzahl nicht mehr zur Verfügung stehen (WETTER 2017). Auf Basis dieser Erkenntnisse konnte ein Rezept für die Zugabe von Spurenelementen und Nährstoffen erstellt und in den weiteren Versuchen angewendet werden.

Ergebnisse und Diskussion

Der Stofftransport ist insbesondere durch die geringe Löslichkeit von H_2 ein begrenzender Faktor für die Umsetzung von CO_2 und H_2 zu CH_4 . Daher wurden die zunächst parallel geschalteten Reaktoren in eine Reaktorkaskade umgebaut und damit die effektive Kolonnenhöhe auf 3,4 m erhöht. Die nachfolgenden Messungen der Zusammensetzung des Produktgases zeigten, dass bei einer Temperatur von 52 °C und Normaldruck nach 26 Tagen mit einer Methanisierungsrate von $0,3 \text{ CH}_4/\text{m}^3_{\text{Reaktor}} \cdot \text{d}$ ein Methananteil von 90 Vol.-% erreicht werden konnte (Abbildung 3).

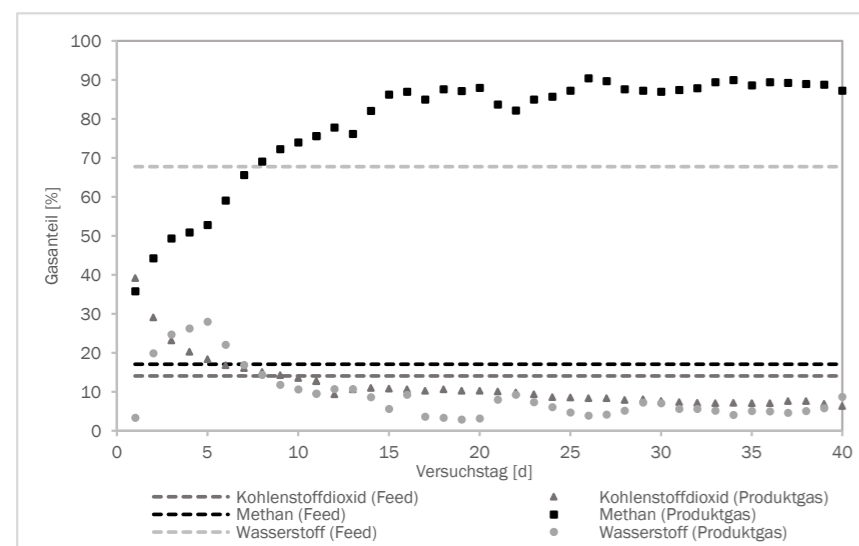


Abbildung 3
Gasqualitäten der Methanisierung bei 52 °C Reaktortemperatur, Atmosphärendruck, Reaktorkaskade

Fazit und Ausblick

Zur weiteren Steigerung der Methanisierungsrate sowie der Produktgasqualität werden weitere Versuche durchgeführt. Dabei wird zunächst die Druckabhängigkeit untersucht indem in den Reaktoren ein Überdruck von 1,5, 2,0 und 2,5 bar eingestellt wird. Gleichzeitig wird bei jedem Druck nach dem Erreichen einer konstanten Produktgasqualität mit einem Methangehalt (≥ 90 Vol.-%) der Feed erhöht und die mit der Reaktorkaskade maximal erreichbare Methanisierungsrate bestimmt. Die biogene Methanisierung bietet Biogasanlagen, im Kontext der Flexibilisierung und Schaffung von Erdgas-Substituten, ein zukunftsfähiges Anwendungskonzept.

Referenzen

- DVGW (2013): Technische Regel-Arbeitsblatt DVGW G260 (A), März 2013 – Gasbeschaffenheit. Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser GmbH, hrsg. v. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn.
- DVGW (2011): Technische Regel-Arbeitsblatt DVGW G262 (A), September 2011 – Nutzung von Gasen aus regenerativen Quellen in der öffentlichen Gasversorgung. Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser GmbH, hrsg. v. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn
- Wetter, C.; Brüggling, E.; Gruttmann, M. (2017): Biogene Methanisierung von Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid. Veröffentlichung in der KTBL-Schrift 512 „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“, S. 411–413, FNR/KTBL-Kongress, Bayreuth.



Marion Schomaker

¹FH Münster –
Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt
Stegerwaldstraße 39, 48565 Steinfurt

Kontakt
+49 (0) 2551 9 62565
marion.schomaker@fh-muenster.de

Mirjam Müller^{1*}, Ingo Hartmann¹, Robert Lenz², Joachim Schenk²

Biomasse-Kleinstfeuerung für Niedrigenergie- und Passivhäuser

Biomasse, Verbrennung, Niedrigenergie-/Passivhäuser, Kleine Leistung

Die Nutzung von Biomasse zur Wärmebereitstellung mit dem Vorteil der Speicherbarkeit kann ein Baustein in der zukünftigen Energielandschaft sein. Bei den Energieerzeugern für die häusliche Versorgung werden zukünftig Biomassefeuerungen sehr kleiner Leistung (< 5 kW) erforderlich sein, welche die Versorgungslücke bei anderen erneuerbaren Energien schließen. Bisher dominieren Einzelraumfeuerungen diesen Leistungsbereich, welche aufgrund von Chargenbetrieb und zum Teil einfacher Verbrennungstechnik vergleichsweise hohe Schadstoffemissionen aufweisen. Daher besteht ein Bedarf für die Entwicklung kontinuierlich betriebener emissionsarmer Kleinstfeuerungen. In einem Verbundprojekt der HTWK Leipzig und dem Deutschen Biomasseforschungszentrum wird eine Biomasse-Kleinstfeuerung (< 5 kW) entwickelt und dazu ein Demonstrationsprototyp aufgebaut. Wesentliche Anlagenkomponenten werden hinsichtlich ihrer Ausführung für die Funktion im kleinen Leistungsbereich analysiert. Ein Schwerpunkt ist die Realisierung einer kontinuierlichen Brennstoffdosierung inklusive einer geeigneten Brennstoffaufbereitung. Weiterhin ist die Konstruktion der Rost- und Brennzone essentiell, um eine stabile und emissionsarme Verbrennung zu erzielen. Hier wird das Sturzbrandprinzip für den Einsatz mit feinkörnigen Brennstoffen adaptiert. Beide Hauptkomponenten werden in ein Gesamtanlagenkonzept mit einer automatischen Verbrennungsregelung und einem Wärmeübertrager zur Warmwassernutzung überführt. Das Ziel ist es, mit der Anlage Emissionswerte für CO und VOC unter $20 \text{ mg}/\text{m}^3$ und für Staub unter $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ zu erreichen.

Zunächst wurden grundlegende Untersuchungen zur Dosierung und Verbrennung an einer Laboranlage durchgeführt. Einflüsse der Brennstoffkorngröße als auch der Ausgestaltung des Dosiergerätes auf die Brennstoffförderung wurden analysiert. Um im angestrebten Leistungsbereich eine kontinuierliche Brennstoffzufuhr zu gewährleisten, ist der Einsatz von feinkörnigem Material erforderlich, weshalb folgende Brennstoffvarianten favorisiert wurden: Brennstoffhäcksel (Korngröße 1–8 mm) und sogenannte „Mini-Pellets“ ($d = 4$ mm). Geeignete Parameter für die Herstellung der Mini-Pellets wurden im Rahmen einer Versuchsreihe ermittelt. Weiterhin erfolgte eine Anpassung der Abschermesser zur Produktion von Pellets mit einer definierten Längenverteilung. Als kritische Parameter bei der Dosierung erwiesen sich der Feinanteil und die Rieselfähigkeit der Materialien. Die Brennzone ist entscheidend für die Realisierung der angestrebten Emissionsziele. Beim Aufbau des Demonstrationsprototyps wird die Realisierung des Sturzbrandprinzips im kleinen Leistungsbereich durch die Anpassung der Rostkonstruktion und der Brennstoffkörnigkeit angestrebt. Bei bisherigen Untersuchungen wurde bereits deutlich, dass sehr feine Partikel (< 2 mm) ungünstig für den Verbrennungsverlauf sind, da sie mehrheitlich vom Rost ohne vorherige Pyrolyse und Vergasung mitgerissen und im nachgeschalteten Reaktor nicht mehr vollständig verbrannt werden. Weiterhin erfolgten Betrachtungen hinsichtlich geeigneter Größenverhältnisse sowie dem notwendigen Einsatz von dämmenden bzw. wärmespeichernden Materialien für die Feuerung. Dabei wurde diese als zylindrische Form abstrahiert und die Wärmeströme aus Wand- und Oberseiten analysiert. Zur Minimierung der Wärmeverluste sollte der Radius etwa das 0,6- bis 2,6-fache der Länge betragen. Bei einem üblichen Wandaufbau aus Schamott, Stahl und Dämmmaterial ist letzteres entscheidend für die Reduzierung der Wärmeverluste. Eine Dämmschicht von bis zu 6 cm ist unter Berücksichtigung eines möglichst ressourceneffizienten Materialeinsatzes sinnvoll.

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH, Leipzig

² Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig



Mirjam Müller

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig

Kontakt
+49 (0) 341 24 34 473
mirjam.mueller@dbfz.de

Oliver Mercker¹, Daniel Büchner²

Simulationsstudie zum Einfluss von Einzelraumfeuerungsstätten auf die Strom- und Gasnachfragespitzen repräsentativer Gebäude in TRNSYS

Kaminöfen, Netzdienlichkeit, Hybridsysteme, Gebäudesimulation, TRNSYS

Die Transformation der Energieversorgung im Zuge der Energiewende umfasst: (i) eine Dezentralisierung der Energiebereitstellung, (ii) eine Digitalisierung aller Lebensbereiche, (iii) eine dominierende Rolle von Solar- und Windenergie im Stromsektor sowie, damit einhergehend, (iv) eine hohe Volatilität der Erzeugung und (v) eine zunehmende Verschränkung der Energienutzungsbereiche: Strom, Wärme und Mobilität (Sektorenkopplung).

Da Solarenergie vor allem saisonal azyklische Erzeugungsmaxima in Bezug auf die Wärmebedarfsspitzen in Deutschland und auch die Windenergie im Winter Lücken aufweisen, braucht es für diese Zeiträume eine Absicherung der im Winter gleichzeitig hohen Bedarfe an Strom und Wärme. In der Öffentlichkeit wird meist über kosten- und investitionsintensive Speicherverfahren zur Überbrückung dieser Lücken diskutiert. Dabei wird das Potenzial der bereits etablierten Biomassefeuerungen als sektorenübergreifende Flexibilitätsoption oftmals übersehen, obwohl diese Anlagen prinzipiell einen signifikanten Beitrag zur Deckung von Lastspitzen leisten könnten.

Die im deutschen Markt installierten Einzelraumfeuerungen (ERF) haben heute zusammen eine thermische Kapazität von mindestens 80 bis 90 GW. Würden diese ERF als multivalente Anlagen in Kombination mit Wärmepumpen (WP) betrieben und zumindest teilweise systemdienlich (d. h. in Zeiten mit hoher Wärmenachfrage und geringer erneuerbarer Strombereitstellung) eingesetzt werden, könnten sie Strombedarfsspitzen von bis zu 30 GW vermeiden. Bei einer wachsenden Bedeutung von WP und Elektromobilität, könnte der zeitlich gesteuerte Einsatz von ERF zu einer maßgeblichen Entlastung des Stromnetzes und der Strombereitstellungskapazitäten in Hochlastzeiträumen mit geringer Stromeinspeisung aus Windkraft und PV-Anlagen beitragen. Von einer multivalenten Anlage mit Gastherme und ERF werden analoge Auswirkungen auf die Nachfragespitzen im Gasnetz erwartet.

Ziel der dem Poster zu Grunde liegenden Studie ist es, das derzeitige und zukünftige Potenzial der Biomasse-ERF zur Vermeidung von Strombedarfsspitzen durch WP und Gasnachfragespitzen durch Gasfeuerungen für den Status Quo und die Stützjahre 2030 und 2050 zu ermitteln. Dazu sollen vielversprechende ERF-Hybridsysteme, wie zum Beispiel:

- ERF + Wärmepumpe (WP),
- ERF + WP + Solarthermie (ST),
- ERF + Gastherme,
- ERF + Gastherme + ST,

untersucht sowie die Machbarkeit einer Aktivierung der AnlagenbetreiberInnen aufgezeigt und politische Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Als zentrales Werkzeug kommt das dynamische Systemsimulationsprogramm TRNSYS (Transient System Simulation Tool, siehe [KLEIN et.al. 2010]) zum Einsatz, mit dem die zeitlichen Verläufe der Strom- und Gasnachfrage ausgewählter Gebäude samt NutzerInnen und Anlagentechnik berechnet werden



OptDienE
03KB138

Ergänzend zu dem Beitrag von Herrn Büchner (DBFZ), der einen Überblick über das Projekt: „Optionen zum netz-dienlichen Betrieb von Einzelraumfeuerstätten“ (kurz: „OptDienE“) geben soll, wird auf dem Poster die Gebäudemodellierung in TRNSYS in den Fokus gerückt. Diese umfasst „nicht nur“ die Auswahl repräsentativer Gebäudetypen und Wärmeversorgungskonzepte anhand von statistischen Erhebungen (bezogen auf Deutschland: [LOGA et.al. 2015]) sowie die Bestimmung der für die Aufgabenstellung relevanten geometrischen und physikalischen Gebäudeeigenschaften, sondern auch Fragen der notwendigen Genauigkeit der Gebäudemodellierung hinsichtlich der erforderlichen Anzahl an thermischen Zonen, der Berücksichtigung interner konvektiver Wärmeübertragung durch Öffnungen (meist: Türen) zwischen den einzelnen Räumen eines Gebäudes [BARAKAT 1987] sowie der Abbildung des Verhaltens der NutzerInnen (bspw. im Umgang mit Raumsolltemperaturüberschreitungen – Stichwort: Lüftungsverhalten). Die wichtigsten Parameter der Untersuchung sind schematisch in der **Abbildung unten** dargestellt.

Auf dem Poster werden die Auswirkungen der eben genannten Modellaspekte auf den Gebäudeenergiebedarf sowie die Strom- und Gasnachfragespitzen der modellierten repräsentativen Gebäude dargestellt. Ebenso wird der Einfluss unterschiedlicher Betriebsweisen der ERF auf den Gebäudeenergiebedarf eingegangen.

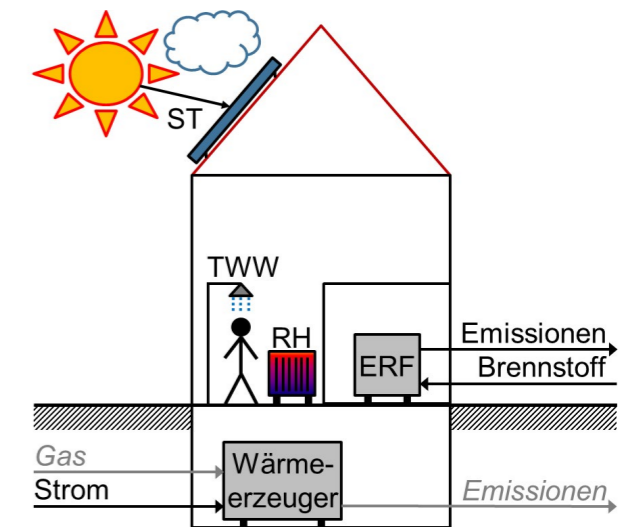


Abbildung: Schematische Darstellung der im Projekt betrachteten Aspekte. Als wichtige Parameter werden das Verhalten der BewohnerInnen, die Gebäudeeigenschaften, das Klima und die ERF-Betriebsweise variiert. Die Abkürzungen stehen für Solarthermie (ST), Trinkwarmwasser (TWW) und Raumheizung (RH).

Referenzen

- Klein, S. A.; Beckmann, W. A.; Mitchell, J. W. (2010): Trnsys 17 a TRaNsient SYstem Simulation program – Volume 1: Getting Started. University of Wisconsin-Madison: Solar Energy Laboratory, Wisconsin.
- Loga, T.; Stein, B.; Diefenbach, N.; Born, R. (2015): Deutsche Wohngebäudetypologie - Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt.
- Barakat, S. A. (1987): Inter-Zone Convective Heat Transfer in Buildings: A Review. In: *Journal of Solar Energy Engineering*. Mai 1987, Vol. 109/71.

Weitere Informationen

Weiterführende Informationen zum zu Grunde liegenden Projekt „OptDienE“ sowie die aktuellsten Veröffentlichungen hierzu finden sich auf der Homepage des Institut für Solarenergieforschung Hameln unter: <https://isfh.de/forschung/solare-systeme/projekte/optdiene/>

Oliver Mercker

Institut für Solarenergieforschung Hameln
Am Ohrberg 1,
31860 Emmerthal

Kontakt
+49 (0) 5151 999 645
o.mercker@isfh.de

¹ Institut für Solarenergieforschung Hameln

² DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH, Leipzig

Integration des Waldmanagements in Treibhausgasbilanzen

Holzenergie, Klimaschutz, Treibhausgasbilanz, Waldbewirtschaftung

In den nächsten Dekaden stellt die Reduktion von Treibhausgasemissionen im Rahmen des Klimaschutzes eine bedeutende Herausforderung dar. Diese kann nur mit einer gemeinsamen Anstrengung aller Wirtschaftssektoren erreicht werden. So nennt die Bundesregierung im Klimaschutzplan 2050 (BMU 2016) sektorale Treibhausgasminderungsziele. Für den Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Wald (*land use, land use change and forestry* – LULUCF) gilt, dass die derzeitige CO₂-Senke mit weiteren Maßnahmen gesichert werden soll. Laut dem Projektionsbericht der Bundesregierung (BUNDESREGIERUNG 2017) ist aber zu erwarten, dass die Senkenleistung von Wald und Holzprodukten in den nächsten Jahren zurückgeht und der LULUCF-Sektor zeitweise zu einer Quelle wird. Um das Ziel des Klimaschutzplans zu erreichen, sind daher die zukünftige Waldbewirtschaftung (durch die CO₂-Speicherleistung auf Waldflächen) und die Nutzung von Holzprodukten von Bedeutung. Für die Bewertung ihrer Wirksamkeit zur Treibhausgasminderung sind drei Prozesse relevant:

- » CO₂-Speicherleistung auf der Waldfläche (Speicherung von Kohlenstoff in Bäumen, Totholz, Streu und Boden),
- » Speicherleistung durch Holzprodukten und
- » zusätzliche Substitutionsleistung von Holzprodukten (Verdrängung von treibhausgasintensiveren Produkten wie Heizöl oder Stahlbeton).

Zentral ist dabei die Frage: In welchem Verhältnis steht die THG-Minderung durch die Holznutzung (Speicherleistung durch Holzprodukten plus Substitutionsleistung) mit der THG-Minderung durch die Speicherleistung auf der Waldfläche ohne Holznutzung? Ist die Speicherleistung auf der Waldfläche höher, sollte auf eine Holznutzung verzichtet werden, da so eine größere THG-Minderung erreicht werden kann.

Treibhausgasbilanzen sind eine anerkannte Methode, um Holzprodukte gegenüber einer fossilen Referenz zu bewerten. Für die energetische Nutzung von Waldholz werden in der Literatur THG-Minderungen von 80–95 % genannt. Dabei liegen bei Waldholz die Emissionen bei 5 bis 16 g CO₂-Äq./MJ und für die fossile Referenz bei 80 g CO₂-Äq./MJ. Im Hinblick auf die Waldbewirtschaftung wird in den THG-Bilanzen i.d.R. von einer konstanten Bewirtschaftung ausgegangen, d.h. es wird angenommen, dass die entnommene Menge Holz auf Nachbarflächen im größeren Umkreis wieder nachwächst, und somit keine CO₂-Emissionen für das entnommene Holz anzurechnen sind. Dies stellt aber eine starke Vereinfachung dar, da die Speicherleistung auf den benachbarten Flächen räumlich unabhängig von der Fläche ist, auf der Holz eingeschlagen wird.

Wird z. B. aufgrund einer Extensivierung der Waldbewirtschaftung die Holzentnahme verringert, so erhöht sich die Speicherleistung auf der Waldfläche, gleichzeitig sinken aber die Speicherleistung der Holzprodukte und die Substitutionsleistung. In THG-Bilanzen ist die Speicherleistung der Waldflächen und meist auch der Holzprodukte nicht berücksichtigt. Im Folgenden wird eine Methode am Beispiel der energetischen Holznutzung vorgestellt, mit der die Speicherleistung auf der Waldfläche in die THG-Bilanz integriert werden kann.

Von 2020 bis 2050 wird im WEHAM Basisszenario (W_BS) eine Speicherleistung auf der Waldfläche von -665 Mio. t CO₂ ausgewiesen. Im WEHAM Holzpräferenzszenario (W_HPS) liegt dieser Wert aufgrund einer intensiveren Waldbewirtschaftung nur bei -17 Mio. t CO₂, so dass sich zwischen den beiden Szenarien eine Differenz von -648 Mio. t CO₂ ergibt. Gleichzeitig wird in dem Zeitraum im Holzpräferenzszenario 1.044 m³ mehr Holz entnommen, als im Basisszenario. Der

¹ Öko-Institut e.V., Darmstadt

² Öko-Institut e.V., Berlin

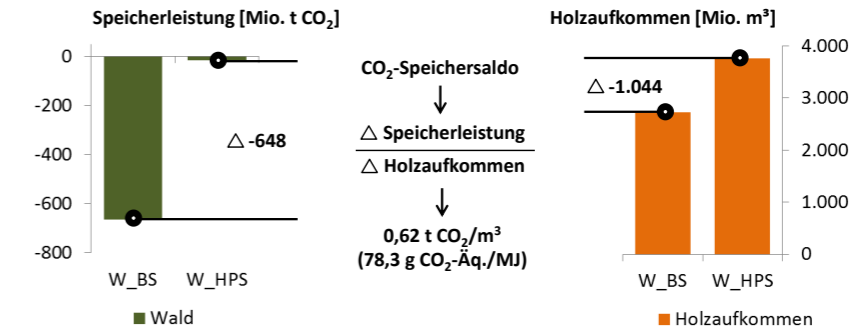


Abbildung 1

Beispielhafte Berechnung des CO₂-Speichersaldos anhand des WEHAM Basisszenarios (W_BS) und des WEHAM Holzpräferenzszenarios (W_HPS) für den Zeitraum 2020 bis 2050.

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von WEHAM Szenarien. W_HPS = WEHAM Holzpräferenzszenario, W_BS = WEHAM Basisszenario. Energiegehalt von Holz von 7.920 MJ/m³ (abgeleitet nach FNR 2018).

Quotient dieser beiden Differenzen ergibt einen CO₂-Speichersaldo je m³ Holz, der durch die geänderte Waldbewirtschaftung zusätzlich aus dem Wald entnommen wird. Dieser CO₂-Speichersaldo nimmt einen Wert von 0,62 t CO₂/m³ bzw. 78,3 g CO₂-Äq./MJ an (Abb. 1).

Um eine Aussage zu der gesamten Holzentnahme in einem Nutzungsszenario treffen zu können, ist es notwendig, den Vergleich gegenüber einem Nullnutzungsszenario durchzuführen. Ergebnisse aus Beispielen von Nullnutzungsszenarien aus der Literatur zeigen, dass der CO₂-Speichersaldo Werte von 100–20 g CO₂-Äq./MJ annehmen kann. Dieser CO₂-Speichersaldo kann direkt in THG-Bilanzen für Holzprodukte integriert werden. Im Fall der energetischen Nutzung von Waldholz kann erwartet werden, dass der Vergleich zur fossilen Referenz, bei Berücksichtigung des CO₂-Speichersaldos, häufig keine THG-Minderung mehr erreichen wird.

Die vorgestellte Berechnung des CO₂-Speichersaldos differenziert nicht im Hinblick auf die Holzentnahme unterschiedlicher Segmente und Baumarten. Dies ist grundsätzlich möglich, wie z. B. eine Allokation zwischen Waldrestholz (kein CO₂-Speichersaldo) und Stammholz (größerer CO₂-Speichersaldo). Bei einer stofflichen Nutzung ist zudem die Speicherleistung der Holzprodukte zu berücksichtigen. Derartig differenzierte Analysen sollten in zukünftigen Studien berücksichtigt werden.

Aus den Ergebnissen der vorgestellten Analysen kann geschlossen werden, dass es sinnvoll und möglich ist, CO₂-Effekte der Waldbewirtschaftung in THG-Bilanzen zu integrieren. So sollte für einen effektiven Klimaschutz jede Holznutzung geprüft werden, ob mit einem Unterlassen dieser Nutzung zu Gunsten der Speicherleistung im Wald eine höhere THG-Minderung erreicht werden kann.

Referenzen

BMUB (2016): Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit – (BMUB), Berlin.

Bundesregierung (2017): Projektionsbericht 2017 für Deutschland gemäß Verordnung (EU) Nr. 525/2013.

FNR (2018): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2018. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), Gülzow-Prüzen.

WEHAM Szenarien unter <https://www.weham-szenarien.de/> (zuletzt besucht am 11.4.2019)



Dr. Klaus Hennenberg

Öko-Institut e. V.

Rheinstr. 95, 64295 Darmstadt

Kontakt

+49 (0) 6151 8191 177

k.hennenberg@oeko.de

Takahiro Yoshida^{1,2}, Jasmin Boße¹ and Volker Lenz¹

Novel torrefaction technology for value-adding products from woody biomass toward low carbon emission

Biogenic solid fuels, carbon fibres, energy-optimized production

Torrefaction refers to the mild carbonization of biomass to temperature of approx. 250–300 °C, similar to roasting coffee or tea; this process improves the hydrophobicity, durability, and grinding of biomass without severe decomposition. The process has been aimed to upgrade solid densified biomass fuel for large scale power generation, but the economic feasibility is only achieved with high CO₂ prices. Rather high-value products for small-scale from torrefaction technology present much better economic opportunities. To maximize the productivity, it is essential to produce biochar in high yield, however, the biochar yield under current carbonization was 20–30% at most. In this study we aim to maximize biochar yield by combination of torrefaction and current carbonization, showing previous research and our thermogravimetric analyses. We will also discuss the possibility to biochar for value added product in local community.

Neuartige Torrefizierungstechnologie für die Herstellung von emissionsarmen hochwertigen Produkten aus holzartiger Biomasse

Biogene Festbrennstoffe, Kohlenstofffasern, energieoptimierte Produktion

Torrefizierung ist die milde Karbonisierung von Biomasse bei Temperaturen von ungefähr 250–300 °C, ähnlich dem Rösten von Kaffee oder Tee. Dieser Prozess verbessert die Wasserabweisung, Beständigkeit und Mahlbarkeit von Biomasse ohne starke Zersetzung. Der Prozess zielt darauf ab, biogene, verdichtete Festbrennstoffe für die Verwendung in Großkraftwerken aufzuwerten, was allerdings nur bei hohen CO₂-Preisen ökonomisch sinnvoll ist. Für Kleinanlagen hingegen, bieten hochwertige Produkte, die aus dem Torrefizierungsprozess entstehen, viel bessere ökonomische Verwertungschancen. Um die Effizienz zu maximieren, ist es notwendig Biokohle mit hoher Ausbeute herzustellen, wobei jedoch der Biokohleertrag bei der derzeit üblichen Karbonisierung höchstens 20–30 % beträgt. In dieser Studie soll der Biokohleertrag durch eine Kombination von Torrefizierung und herkömmlicher Karbonisierung maximiert werden. Dafür werden bisherige Forschungsergebnisse sowie die durchgeführte thermogravimetrische Analyse vorgestellt. Auch die Verwendungsmöglichkeiten der Biokohle als hochwertiges Produkt im regionalen Kontext werden diskutiert.

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig

² Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), Japan



Dr. Takahiro Yoshida

Forestry and Forest Products Research Institute
(Gastwissenschaftler am DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH)
1 Mastu-no-sato, Tsukuba, 305-8687, Japan

Kontakt
+81-29-829-8306
tyoshid@ffpri.affrc.go.jp

Rudolf Schaper

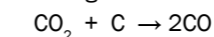
Kohlevergasungskraftwerk im Gas- und Dampfprozess mit CO₂-Nutzung

CO₂-Utilisation, BECCU, Vergasung, Gasturbine

Das BMWi veröffentlichte am 18.10.2018 im Bundesanzeiger eine Förderbekanntmachung. Wörtlich heißt es da: "CO₂-Technologien für Abscheidung und für Verwendung von CO₂ sollen verstärkt erforscht werden." (BUNDESANZEIGER 2018)

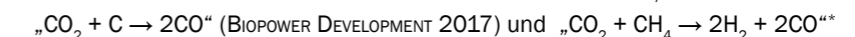
Diese Bekanntmachung könnte zu einem historischen Ereignis führen, denn eine Verwendung bzw. Umwandlung von CO₂ z. B. zu CO innerhalb einer CCU-Kette würde die CO₂-Bilanz weltweit für die Stromproduktion nachhaltig verbessern.

In diesem Kontext wurde am 14.05.2009 eine Erfindung unter dem Titel „Kohlevergasung mit dem Abgas von Gasturbinen“ offengelegt (SCHAPER 2009). Das System besteht aus einer Gasturbine, die einen Stromgenerator antreibt. Das Abgas dieser Gasturbine wird über ein Rohr in einen Kohlevergasungsreaktor eingeblasen. Dieser Reaktor wird sukzessive, nach dem Ausglühen und der Entfernung des Koks, wieder mit frischem Koks aufgefüllt. Das CO₂ im heißen Abgas der Gasturbine reduziert sich im Reaktor zu CO nach der Reduktionsgleichung:



Der Dampferzeuger nutzt über einen Wärmetauscher die abgegebene Abwärme des abzukühlenden Produktgases (Synthesegas) aus dem Kohlevergaser zur Dampferzeugung zum Antrieb der Dampfturbine mit Stromgenerator.

Im Kohlevergasungsreaktor laufen, aufgrund der hohen Verbrennungstemperatur von etwa 1,200 °C unter Sauerstoffmangel und in Anwesenheit eines Nickel-Katalysators, in der Reduktionszone zwei wesentliche chemische Reaktionen ab, und zwar:



Gemäß dieser Gleichungen bildet sich im Kohlevergasungsreaktor im Wesentlichen ein Gasgemenge aus Kohlenoxid und Wasserstoff. Dieses Gas wird nach erfolgter Abkühlung und Gasreinigung für den Antrieb der Gasturbine verwendet.

Stand der Technik

Eine ähnliche Anlage, wie oben skizziert, existiert bereits (nachhaltiges dezentrales Holzvergaserkraftwerk mit gekoppelter Mikrogasturbine (DeHoGas) (ZORNEK et al. 2016) mit folgendem Anlagenschema (Abb. 1): 1) Vergaseranlage mit der Brenngas-Erzeugung 2) Übergabestelle des Holzgases nach der Gasreinigung 3) Brenngasverdichter 4) Mikrogasturbine 5) Stromgenerator.

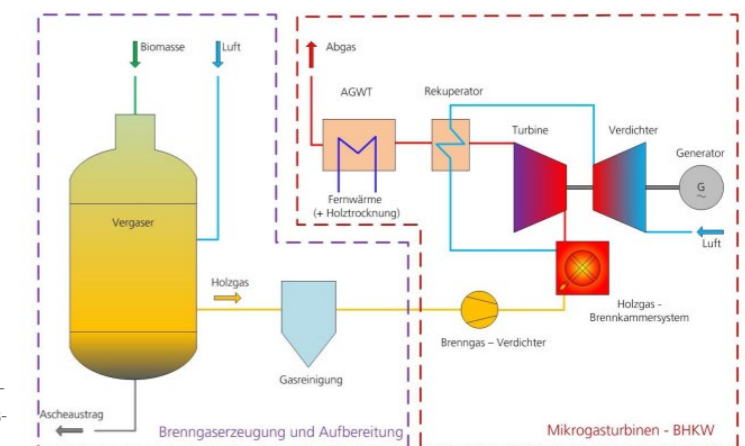


Abbildung 1: Nachhaltiges dezentrales Holzvergaserkraftwerk mit gekoppelter Mikrogasturbine (ZORNEK et al.2016)

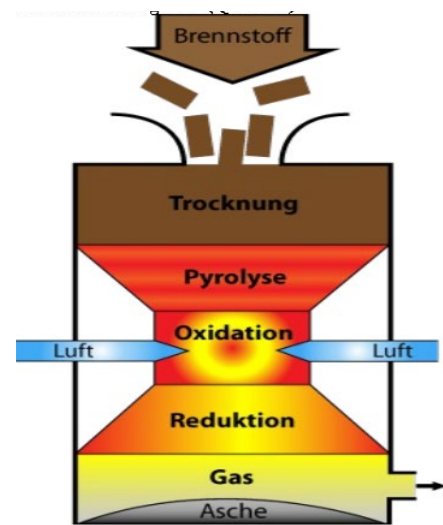


Abbildung 2: "Autothermer Festbett- Gleichstromvergaser" (BIOPOWER DEVELOPMENT 2017)

„Unter Berücksichtigung der nutzbaren Abwärme beträgt die Gesamteffizienz der Anlage 78 % [...]. Die berechneten Stromgestehungskosten liegen (-) bei 21 ct/kWh.“ (ZORNEK et al. 2016)

Beschreibung

Die Abbildung 2 zeigt die Zeichnung von einem effizienten Holzvergaser der Firma „Bio-Power“ (BIOPOWER DEVELOPMENT 2017).

Oben am Kopfende des Vergasers befindet sich die „Brennstoffzuleitung“ (BIOPOWER DEVELOPMENT 2017), in diesem Fall Holzschrottel. In der Mitte befindet sich die „Oxidationszone“, in die, nach erfolgter Anzündung, Luft eingeblasen wird. In dieser Zone herrscht eine Temperatur von 1.200 °C. Die Hitze dieser Zone verbreitet sich nach oben in die „Pyrolysezone“ und nach unten in die „Reduktionszone“.

In der „Pyrolysezone“ werden das „chemisch gebundene Wasser und andere Destillate ausgetrieben. Dabei entsteht ein „Schwelgas, welches hauptsächlich aus langkettigen Kohlenwasserstoffen und CO₂ besteht.“ (BIOPOWER DEVELOPMENT 2017). In der Reduktionszone (die weitgehendst sauerstofffrei ist), wird das CO₂ in CO ($C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO$)*, $H_2O + C \rightarrow CO + H_2$ * reduziert, was beweist, dass CO₂ tatsächlich in einem nennenswerten Maße durch diskontinuierliches Einblasen in die „Oxidationszone“ verwertet werden könnte, in welcher Menge dies möglich ist, muss noch erforscht werden.

Wenn nun zusätzliches CO₂ – z. B. in Form des Abgases der Gasturbine – durch eine Rohröffnung in die „Reduktionszone“ des Vergasers eingeblasen wird, müsste noch mehr CO₂ zu CO reduzierbar sein.

Referenzen

- Bundesanzeiger, Bekanntmachung, BAnz AT 18.10.2018 B1, S. 21
 Schaper R (2009): Patentanmeldung vom 14.05.2009 „Kohlevergasung mit dem Abgas von Gasturbinen“ (Erfinder: Rudolf Schaper)
 Zornek T et. al (2016): Nachhaltiges dezentrales Holzvergaserkraftwerk mit gekoppelter Mikrogasturbine; II Eingehende Darstellung, S.12, 2016
 Bio-Power Development (2017): www.bio-power.com/vergaser.html + Abbildung 3: Bio-Power Development, S. 3



Rudolf Schaper

Erfinder

Kieler Str. 26, 24631 Langwedel

Kontakt

+49 (0) 43 291 449rolfschaper@gmail.com

Samah Gouya

Entwicklungspfade der Bioenergietechnologien im deutschen Strom- und Fernwärmemarkt zur Erreichung der klimapolitischen Ziele

Bioenergie, Brownfield, Flexibilisierung, Repowering, Optimierung

Die Bioenergie trägt innerhalb der deutschen Energiewende in erheblichem Umfang zur erneuerbaren Strom- und Wärmeproduktion bei. So stammten 2015 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 angereizt und gefördert. Im Rahmen des EEGs erhielten Anlagen 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 worden ist, läuft für diesen Teil des Anlagenbestandes in den Jahren 2025 bis 2035 die EEG-Vergütung aus. Zukünftige Planungen zur erneuerbaren Stromproduktion sehen eine Steigerung der Anteile erneuerbarer Energien (EE) um 50 % bis 2030, um 80 % bis 2050 (BUNDESREGIERUNG 2010) und einen weiteren leichten Zubau der Biomasseverstromung vor (NITSCH et al. 2012). Darauf aufbauend wird die Stromerzeugung und installierte Leistung aus Biomasse im Rahmen von Energiekonzepten, dem Ausgleich fluktuierender erneuerbarer Energien oder dem Netzausbaubedarf fest einkalkuliert (KÖHLER et al. 2010). Außerdem führt die Nutzung von Flexiblen Bioenergietechnologien zur Reduzierung der Gesamtsystemkosten bei hohen EE-Anteile (FLEISCHER 2017).

Ziel der Forschung ist; die Bewertung von Entwicklungskorridoren für Bioenergietechnologien innerhalb des Strom- und Fernwärmemarkts ausgehend vom heutigen Stand, mit Blick auf die klimapolitischen Ziele. Hierfür werden unterschiedliche Szenarien entwickelt und anhand eines Strommarktmodells (E2M2-Bio) analysiert und bewertet.

Im Strommarktmodell „E2M2-Bio“ wurden bereits die Biomassetechnologien mit Blick auf Flexibilisierung detailliert abgebildet. Um die Betrachtung des Anlagenbestandes wurde der Brownfield-Ansatz angewendet. Dabei werden alle Technologien zur Strom- und Fernwärmeerzeugung implementiert und berücksichtigt. Für die bestehenden Bioenergieanlagen werden zusätzlich Repowering-Maßnahmen integriert.

Mit Hilfe des Modells „E2M2-Bio“ werden der optimale Einsatz und die optimale Investition in den Kraftwerkspark für die Jahre 2020 bis 2050 berechnet. Als „optimal“ wird hierbei eine Situation aus Systemsicht mit möglichst niedrigen Kosten angenommen. Aus der Einsatzoptimierung werden folgende Ergebnisse ermittelt:

- » die erzeugten Strommengen der Bioenergie und der einzelnen Erzeugungstechnologien und der Anteil des Stroms aus Bioenergie bzw. erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung
- » die jährlichen Gesamtsystemkosten für Strom- und Fernwärmeerzeugung

Referenzen

- Bundesregierung (2010) Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin, 2010
 Fleischer, B. (2017): Systemkosten von Bioenergie und fluktuierenden Erneuerbaren am Strommarkt. 7. Statuskonferenz Energetische Nutzung von Biomasse, 21 Nov (Leipzig).
 Kohler, S.; Agricola, A.; Seidel, H. (2010): Dena-Netzstudie II.: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2010
 Nitsch J. et al. (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. URL http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/eimport/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitsstudie2011_bf.pdf. - abgerufen am 2013-04-2



Samah Gouya

Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung (IER) – Universität Stuttgart
 Heßbrühstraße 49 A, 70565 Stuttgart

Kontakt

+49 (0) 711 685-87855
 samah.gouya@ier.uni-stuttgart.de

Oswaldo Romero Romero^{1,2}, Ernesto Barrera Cardoso¹, Edelvy Bravo Amarante¹, Katia Caraballoso Granado¹, Michael Hartmann²

Die mögliche Rolle von Biomasse in einer zukünftigen erneuerbaren Energiematrix - Fallstudie Sancti Spíritus, Kuba

Biomasse, Bioenergie, Energiematrix, Energieerzeugung, erneuerbare Energien

Es ist notwendig, die Struktur der derzeitigen Energiematrix durch eine zu ändern, die nur auf erneuerbaren Energiequellen basiert, um damit die Qualität und Stabilität der Energieversorgung sicherzustellen, die Ölimporte und die Umweltauswirkungen des Energiesektors zu reduzieren, sowie finanzielle Rentabilität und energetische Souveränität zu erreichen. Diese Arbeit zeigt das Potenzial von Biomasse, um zu einer Veränderung der kubanischen Energiematrix in der Provinz Sancti Spíritus beizutragen, basierend auf den wissenschaftlichen Ergebnissen der Universität Sancti Spíritus „José Martí Pérez“, UNISS.

Im Beitrag wird gezeigt, anhand einer provinziellen Energiediagnose aus dem Jahr 2014, welche Bedeutung die energetische Nutzung verschiedener Arten von Biomasse zu einer 100 % erneuerbaren Energiematrix in der Provinz Sancti Spíritus haben würde. Die theoretische Umsetzung erneuerbarer Energiepotenziale aufgrund der Nutzung verfügbarer Biomasse, die durch Untersuchungen der UNISS ermittelt wurden, ist berücksichtigt. Darunter ist die Steigerung der Kraft-Wärme-Kopplung mit Bagasse in der Zuckerindustrie, die Energieerzeugung von Biogas durch biologische Vergärung verschiedener Rückstände und die Röstung der Marabu-Biomasse enthalten. Der gesamte Beitrag der Biomassepotenziale zu der Erneuerbareenergiematrix ist, unter Berücksichtigung ihrer Integration mit anderen erneuerbaren Energienutzungsformen, bewertet. Ein wichtiges Ergebniss des Beitrags ist, dass die Nutzung der von UNISS ermittelten energetischen Biomassepotenziale durch ihre Integration mit anderen aus erneuerbarer Energiequellen von der kubanischen Regierung geförderten Projekte zur kompletten Umwandlung der Strommatrix beitragen würde. Wichtig ist zu betonen, dass im Jahr 2014 nur 6 % aus erneuerbaren Quellen kamen, jedoch auf einen Gesamtbeitrag von 100 % des Stroms aus erneuerbaren Energien hätte kommen können, wenn die wissenschaftlichen Ergebnisse der UNISS umgesetzt worden wären. In dieser Matrix würde Biomasse über 90 % aller erneuerbaren Energien beitragen, was die Bedeutung der Bioenergie im Zukunftsenergemarkt der Entwicklungsländer betont.

Referenzen

- Romero O (2005): Metodología para incrementar el aporte de electricidad con bagazo y alternativa de combustible para generar fuera de zafra. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba.
- Contreras LM, Pereda-Reyes I, Romero-Romero O, Martínez-Castro Y, Finco A (2014): Energetic, environmental and economic potentialities of the anaerobic treatment of rice straw for the case of the Cuban enterprise 'Sur del Jíbaro'. International Journal of Global Energy Issues, Vol.37, No. 5/6.
- Barrera, EL, Romero O, López L, Chong L (2009): Adaptación y modificación de la estrategia para la transferencia tecnológica de un proceso químico a la producción de biogás con fines energéticos en escenarios de la industria azucarera. Revista Centro Azúcar. ISBN. 0253 5757.
- López-González L.M, Pereda-Reyes I., Romero-Romero O. (2017): Anaerobic codigestion of sugarcane pressmud with vinasse on methane yield. Waste Management doi: 10.1016/j.wasman.2017.07.016
- López-González LM, Romero-Romero O, Barrera Cardoso E (2007): La producción de biogás en la empresa Melanio Hernández: una alternativa energética. Revista Centro Azúcar. Vol 34, ISSN 0253 5777. 83-86.
- Jiménez J, Theuerl S, Bergmann I, Klocke M, Guerra G, Romero-Romero O (2016): Prokaryote community dynamics in anaerobic co-digestion of swine manure, rice straw and industrial clay residual. Water Science & Technology. Vol.74, No 4. 824-835.
- Abreu Naranjo R, Conesa JA, Foppa Pedretti E, Romero Romero O (2012): Kinetic analysis: Simultaneous modelling of pyrolysis and combustion processes of dichrostachys cinerea. *Biomass and Bioenergy*. 170-175, (36).

¹ Energieforschungszentrum Universität Sancti Spíritus, Kuba

² SRH Hochschule Berlin



Prof. Dr. Oswaldo Romero Romero

Energieforschungszentrum Universität Sancti Spíritus, Kuba. CEEPI - UNISS
Avenida de los mártires No 360 CP 60100 Sancti Spíritus, Cuba

Kontakt
+49 (0) 15777291249
osvarom@yahoo.com

Matthias Edel, Stefan Siegemund, Toni Reinholz¹

Bio-LNG - eine erneuerbare und emissionsarme Alternative im Straßengüter- und Schiffsverkehr

Die Verflüssigung von Biomethan (Bio-LNG) ist ein Verfahren, das in großtechnischem Maßstab bereits seit vielen Jahren bei fossilem Erdgas (Liquified Natural Gas LNG) angewandt wird. Bio-LNG besitzt die selben Verbrennungseigenschaften wie LNG, hat jedoch als erneuerbarer Energieträger eine deutlich bessere Treibhausgasbilanz. Bio-LNG adressiert folglich die drängendsten Herausforderungen im Verkehr: Senkung der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen bis 2030, Einhaltung der Feinstaub- und Stickoxid-Grenzwerte in den Städten sowie Reduktion der Schwefeldioxidemissionen in der Schifffahrt.

Aufgrund der relativ hohen Energiedichte eignet sich Bio-LNG bereits heute für den Straßengüterverkehr und die Schifffahrt. Infolge der verbesserten politischen Rahmenbedingungen und Förderprogramme hat LNG im Straßengüterverkehr und in der Schifffahrt zuletzt an Dynamik gewonnen. Gemäß der Szenarien der dena Bio-LNG Studie könnte die LNG-Nachfrage auf 35 – 117 PJ im Jahr 2030 steigen. Diese Nachfrage könnte vollständig durch Bio-LNG gedeckt werden, da das erschließbare Biogaspotenzial in Deutschland 424 – 697 PJ beträgt. Davon sind 20 -30 % noch unerschlossene Abfall- und Reststoffe. Zwischen 131-151 PJ könnten aus rund 2.000 Biogasanlagen mobilisiert werden, die in den nächsten 10 – 15 Jahren ihren Anspruch auf EEG-Vergütung verlieren und sich aufgrund der Anlagengröße für eine Umrüstung auf Biomethan bzw. Bio-LNG besonders gut eignen. Für die Zeit ab 2030 ist damit zu rechnen, dass auch aus erneuerbarem Strom erzeugtes LNG (PtLNG) wettbewerbsfähiger werden könnte und das Potenzial an erneuerbaren Gasen erhöht.

Eine erfolgreiche Etablierung von Bio-LNG im Straßengüterverkehr und in der Schifffahrt könnte rund 7 Mio. tCO_{2aq} bis 2030 einsparen und zusätzlich einen wichtigen Beitrag zur Senkung lokaler Emissionen leisten.

Um das Potenzial von Bio-LNG zur Treibhausgasminderung zu heben, ist die THG-Quote das zentrale Instrument. Sollen die politisch gesetzten Klimaziele des Verkehrs erreicht werden, ist eine Anhebung der THG-Quote – über das bisher in der RED II diskutierte Maß notwendig. Für die Ausgestaltung der THG-Quote ist der Deckel für Biokraftstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen zu berücksichtigen, wodurch die Erhöhung des Volumens von Biokraftstoffen vor allem auf Basis von Abfall und Reststoffen basieren wird. Ebenfalls muss der anvisierte Ausbau der Elektromobilität entsprechend Berücksichtigung finden.

Die THG-Quote könnte zusätzlich dazu genutzt werden, Biokraftstoffe und später auch synthetische erneuerbare Kraftstoffe in der Schifffahrt zu etablieren, indem das Inverkehrbringen von Biokraftstoffen in der Schifffahrt auf die Quotenverpflichtung der Mineralölunternehmen angerechnet wird. Für die Schifffahrt wäre der Einsatz von Biokraftstoffen kostenneutral, für die Mineralölwirtschaft eine zusätzliche Option, fortschrittliche Biokraftstoffe wie Bio-LNG auf die THG-Quote anzurechnen.

Ein weiteres Instrument zur Senkung der Emissionen im Straßenschwerlastverkehr ist die Ergänzung der Mautgebühren um eine THG-Komponente. Dabei müsste die Höhe der THG-Komponente so ausgestaltet werden, dass sich der administrative Aufwand auch bei kleineren Spediteuren lohnt. Bis die Einführung einer THG-Komponente durch EU-Recht möglich ist, sollte die Mautbefreiung für emissionsarme Lkw beibehalten bzw. mindestens anteilig beibehalten werden, um den Markthochlauf von LNG-Lkw zu unterstützen.

Die verpflichtende Verringerung der durchschnittlichen CO₂-Flottengrenzwerte für neu zugelassene schwere Nutzfahrzeuge um 30% bis 2030 ist aus Sicht der Fahrzeughersteller ambitioniert. Wenn die Anzahl der Neuzulassungen von Elektro-Lkw und Effizienzmaßnahmen nicht im erforderlichen Maße erfolgt, stellt die Anrechnung von erneuerbaren Kraftstoffen, wie Bio-LNG und PtLNG, eine Option dar, um Strafzahlungen zu vermeiden, gleichzeitig aber Emissionen durch Inverkehrbringung emissionsarmer Kraftstoffe zu reduzieren.

Um bereits kurzfristig die Erzeugung von Bio-LNG zu beschleunigen und auf der Seite der Produzenten Investitionssicherheit zu schaffen, könnte die Befreiung von der EEG-Umlage für die Herstellung von erneuerbarem LNG sowie zeitlich und mengenmäßig begrenzte Ausschreibung von Bio-LNG-Produktionsmengen eine praktikable Option sein.

WORKSHOPS

Stefan Siegemund

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Chausseestraße 128a
10115 Berlin

- 16.09.2019 | BioplanW: 47 Modellkonzepte für eine klimaneutrale Wärmeversorgung – Ergebnispräsentation des BioplanW Projektes zu Systemlösungen Bioenergie im Wärmesektor im Kontext zukünftiger Entwicklungen
- 19.09.2019 | 4. Expertenworkshop „OptiSys - Optimaler Anteil und Systembeitrag von Bioenergie in gekoppelten Elektrizitäts- und KWK-Systemen in Deutschland“

WORKSHOP

BIOPLAN W

16. SEPTEMBER 2019 | 12:00 - 16:00 UHR

47 Modellkonzepte für eine klimaneutrale Wärmeversorgung – Ergebnispräsentation zu Systemlösungen Bioenergie im Wärmesektor im Kontext zukünftiger Entwicklungen

Thema

Biomassebasierte Energie leistet als erneuerbare Energie (EE), insbesondere bei der Wärmebereitstellung, schon heute und auch zukünftig einen Beitrag zu einer zuverlässigen, bezahlbaren sowie umweltschonenden Transformation des Energiesystems.

Um gerade im Wärmebereich kosteneffiziente und umweltverträgliche Lösungen zu identifizieren, müssen eine Reihe von Randbedingungen beachtet, neue Technologiekonzepte bewertet und ihre Anwendung und Auswirkungen in verschiedenen Wärmemärkten analysiert werden.

Innerhalb des BioplanW Projektes wurden – unter umfassender Berücksichtigung der politischen Zielstellungen und Rahmenbedingungen im Wärmebereich sowie auf Basis von vorliegenden Biomassepotenzialabschätzungen, Energieszenarien und Technologieinformationen – die Entwicklungsperspektiven der Wärmeerzeugung aus Biomasse systematisch entwickelt.

Als Ergebnis des Vorhabens liegt eine bisher nicht vorhandene, fundierte Grundlage für die Ausgestaltung einer zuverlässigen, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Wärmebereitstellung (Bioenergie und weitere erneuerbare Energien) vor. Aus den im Vorhaben gewonnenen Erkenntnissen können Handlungsempfehlungen für die Ausgestaltung gesetzlicher Regelungen, bei der Definition von Förderschwerpunkten und sonstigen politischen Instrumente abgeleitet werden.

Kontakt

Henryk Haufe
+49 (0) 341 2434 388
henryk.haufe@dbfz.de

Agenda

12:00 – 12:30

Begrüßung und Einführung in das Projekt (DBFZ)

12:30 – 12:45

Darstellung betrachteter Zukunftsszenarien
Dr. Nora Szarka (DBFZ)

12:45 – 13:30

Vorstellung des methodischen Ansatzes und der Technologieauswahl
Matthias Jordan (UFZ)

13:30 – 13:45

Pause

13:45 – 15:30

Vorstellung der Modellierungsergebnisse und Handlungsempfehlungen
Prof. Dr. Daniela Thrän (DBFZ)

15:30 – 16:00

Abschlussdiskussion

16:00

Verabschiedung der Teilnehmer



BioPlanW
03KB113

Projektpartner



WORKSHOP

OPTISYS

19. SEPTEMBER 2019 | 09:00 - 15:00 UHR

4. Experten-Workshop des Projektes „OptiSys - Optimaler Anteil und Systembeitrag von Bioenergie in gekoppelten Elektrizitäts- und KWK-Systemen in Deutschland“

Thema

Die Einspeisung fluktuierender erneuerbarer Energien wird in den nächsten Jahren deutlich steigen und den verstärkten Einsatz von Flexibilitätsoptionen erforderlich machen. Im Rahmen des Projektes OptiSys wird eine systemische Bewertung der sektorübergreifenden Flexibilitätsbereitstellung durch Bioenergieanlagen in der gekoppelten Strom-, Wärme- und Kraftstoffherzeugung durchgeführt.

Ziel der Workshop-Reihe „Modellierung trifft Praxis“ des Projektes OptiSys ist es, durch das Expertengremium eine Verbindung zwischen Wissenschaftlern und Praktikern herzustellen. Durch das Abdecken unterschiedlicher Themen- und Anwendungsgebiete können sowohl Annahmen als auch die Ergebnisse des Projektes mit den externen Expertinnen und Experten diskutiert und validiert werden.

Der vierte und letzte Workshop soll die besondere Rolle der Biomasse in den Sektoren Transport, Strom und Wärme hervorheben. Durch Variationen können Wechselwirkungen identifiziert und Einflussfaktoren auf die Rolle der Bioenergie in den Sektoren abgeleitet werden.

Kontakt

Dr. Gisela Wachinger
+49 (0) 711-810410403
wachinger@dialogik-expert.de

Agenda

09:00

Begrüßung und Einführung in den Projektstand und -ziele
Dr. Ludger Eltrop (IER) Prof. Dr. Uwe Holzhammer (THI)

09:15

Vorstellungsrunde und Erklärung des weiteren Ablaufs
Dr. Gisela Wachinger (Dialogik)

09:20

Themenblock 1:
Wirkungszusammenhänge zwischen Transport-, Strom- und Wärmesektor Sylvio Nagel (IER)

11:20

Imbiss und Austausch

12:30

Themenblock 2:
Methodenhandbuch zur Abbildung von Bioenergie in Systemmodellen Tanja Mast (THI)

14:45

Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick des restlichen Projektes
Dr. Ludger Eltrop (IER) Prof. Dr. Uwe Holzhammer (THI)

15:00

Kaffee und Abschluss

Projektpartner



MEDIENKOOPERATION

MIT AUSGEWÄHLTEN ANGEBOTEN AUF DER STATUSKONFERENZ

greenjobs.de / eejobs.de

Für alle, die in den Bereichen Erneuerbare Energien, Klima- und Umweltschutz arbeiten wollen, ist greenjobs.de eine der ersten Anlaufstellen im deutschsprachigen Raum.

greenjobs.de richtet sich an Stellensuchende mit ausgewiesenem Ausbildungs- und/oder Berufshintergrund in allen "grünen Branchen" sowie an Unternehmen und Institutionen, die an Lösungen für eine ökologisch nachhaltigere Zukunft arbeiten. greenjobs.de hat dabei seit dem Start im Jahr 2000 darauf geachtet, nicht nur den engeren klassischen „Ökobereich“ abzudecken, sondern die ganze Bandbreite umweltbezogener Arbeit zu erfassen. greenjobs.de bedient dabei alle Zukunftsmärkte, von erneuerbaren Energien, Energieeffizienz und Klimaschutz über Umwelttechnologien bis hin zu nachhaltiger Mobilität und Biolebensmitteln.

greenjobs.de wurde von Uwe Trenkner und Jan Strohschein erdacht und entwickelt. Stellenanbieter berichten uns regelmäßig, dass sie mit Hilfe von greenjobs.de ihre offenen Stellen schnell mit gut qualifizierten Personen besetzen konnten.

Die Idee zu einer Website mit Jobangeboten aus dem Umwelt- und nachhaltigen Energiebereich kam uns Anfang 2000. Selbst interessiert an solchen Angeboten, vermissten wir eine Jobbörse mit einer solchen Spezialisierung. Nach rund einem halben Jahr Vorlaufzeit ging greenjobs.de am 1. September 2000 an den Start. Seit dem Jahr 2002 hat greenjobs.de seine Basis in Potsdam.

**Greenjobs.de / eejobs.de auf der Statuskonferenz:
Stand mit ausgewählten Jobangeboten im Foyer**



EUWID Neue Energie

Mit EUWID Neue Energie haben Sie Trends und neue Geschäftsmodelle im Zuge der Energiewende in Deutschland jederzeit im Blick. Wöchentlich bringt EUWID Neue Energie die Informationen, die für das Verständnis des Umbauprozesses am Energiemarkt wichtig sind, auf den Punkt. Die Publikation verdichtet die tagesaktuellen Entwicklungen zu Trends, trennt wichtige von weniger wichtigen Informationen und analysiert die Hintergründe.



neue energie

Neue energie ist eine führende Publikation für Klimaschutz und Energiewende im deutschsprachigen Raum. Sie liefert spannende Hintergrundberichte und Reportagen zu aktuellen Themen aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Im Internet ist der Qualitätsjournalismus unter www.neueenergie.net zu finden.



Energiekommune

Die Webseite Energiekommune.info ist ein journalistisches Angebot, das sich als der Infodienst für die lokale Energiewende versteht. Es richtet sich an die auf lokaler und regionaler Ebene aktiven Bürger, Politiker und Unternehmer, die sich für einen verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien, für mehr Effizienz und einen bewussteren Umgang mit Energie engagieren. Energiekommune ist sowohl digital als auch als Printversion erhältlich.

Adresse

greenjobs GmbH
Siemensstr. 24
14482 Potsdam

Kontakt

Philipp Toebe
philipp.toebe@greenjobs.de
(0331) 24 37 12 82
(0152) 32 18 13 74

Web

www.greenjobs.de
www.eejobs.de



GREEN CONFERENCE

UMWELTFREUNDLICH UND NACHHALTIG

Veranstaltungen sind verbunden mit einem hohen Energieaufwand, vermehrter Abfallproduktion und gesteigertem Verkehrsaufkommen. Mit vielen aufeinander abgestimmten Maßnahmen bemühen wir uns, die Auswirkungen auf unsere Umwelt so gering wie möglich zu halten.

Tagungsort

Der Leipziger KUBUS wird vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ betrieben, das nach EMAS III zertifiziert ist. Durch den Bau im Jahr 2004 wurden ökologische Aspekte berücksichtigt, z. B. wird das Foyer geothermisch beheizt, eine beschichtete Glasfassade reduziert die Wärmebelastung. Die Wärmerückgewinnung der Räume erfolgt durch Abluft. Abfalltrennung ist obligatorisch.

Veganes und vegetarisches Catering

Auf der 8. Statuskonferenz wird mit Blick auf die Klimabilanz auf Fleisch verzichtet und ausschließlich veganes sowie vegetarisches Essen angeboten. Viele Speisen beruhen auf saisonalen Produkten aus der Region - wenn möglich aus ökologischem Anbau - bei deren Erzeugung und Verarbeitung möglichst wenige Treibhausgase entstanden sind. Eine genaue Kalkulation der Caterer Quagga Leipzig, Salon Mexiko und der Moritzbastei soll helfen, unnötige Essensreste zu vermeiden.

Foodsharing - Lebensmittel spenden:

Die foodsharing-Initiative rettet ungewollte und überproduzierte Lebensmittel auf der Veranstaltung.

[Foodsharing.de](https://www.foodsharing.de)

<https://www.zugutfuertonne.de/neuigkeiten>

Abfallvermeidung

Benötigtes Konferenzmaterial erhalten die Teilnehmenden bei der Registrierung zur Konferenz. Info-Flyer und Publikationen liegen ebenfalls im Empfangsbereich aus.

Mobilität

Die 8. Statuskonferenz findet verkehrsgünstig gut gelegen im Leipziger KUBUS statt. Vom Hauptbahnhof aus erreichen die Teilnehmenden den KUBUS in 15 min Fahrzeit mit den öffentlichen Leipziger Verkehrsbetrieben (Tram 3/3E, Richtung Taucha oder Sommerfeld bis Haltestelle Torgauer / Permoserstraße). Sollten Teilnehmende mit dem Auto außerhalb von Leipzig anreisen, erreichen diese von der A14 kommend (Abfahrt Leipzig-Ost, Richtung Stadtzentrum in die Permoserstraße) den KUBUS in nur wenigen Minuten. Die Veranstalter empfehlen jedoch die An- und Abreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln.

Der KUBUS ist an das Stationsnetz des Fahrradverleihers nextbike angeschlossen. Für die Nutzung ist eine einmalige Registrierung in der nextbike-App notwendig.

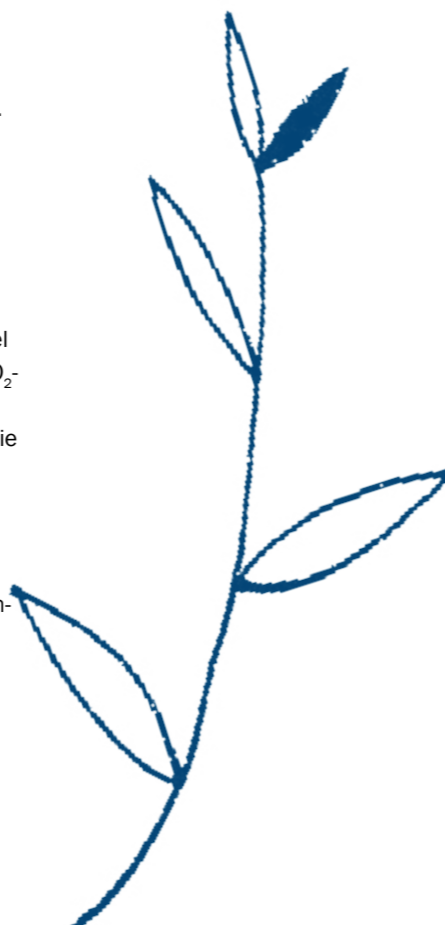
CO₂-Emissionen ausgleichen

Durch die Wahl der Tagungsstätte, des Caterings und der genutzten Verkehrsmittel haben wir als Veranstalter versucht, die CO₂-Emissionen, die mit der Durchführung der Veranstaltung verbunden sind, so gering wie möglich zu halten.

Teilnehmende selbst können ebenfalls zu einer besseren Klimabilanz beitragen und die CO₂-Emissionen beispielsweise ihrer An- und Abreise über entsprechende Anbieter kompensieren:

Atmosfair >> www.atmosfair.de

My Climate >> de.myclimate.org



Begleitvorhaben BMW-Förderbereich



**Energetische
Biomassenutzung**

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (DBFZ)

Torgauer Straße 116
04347 Leipzig

Projektleitung (zweite v. l.)

Prof. Dr. Daniela Thraen
Telefon: +49 (0) 341-2434-435
E-Mail: Daniela.Thraen@dbfz.de

Projektkoordination (zweite v. r.)

Diana Pfeiffer
Telefon: +49 (0) 341-2434-554
E-Mail: Diana.Pfeiffer@dbfz.de

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (erste v. l.)

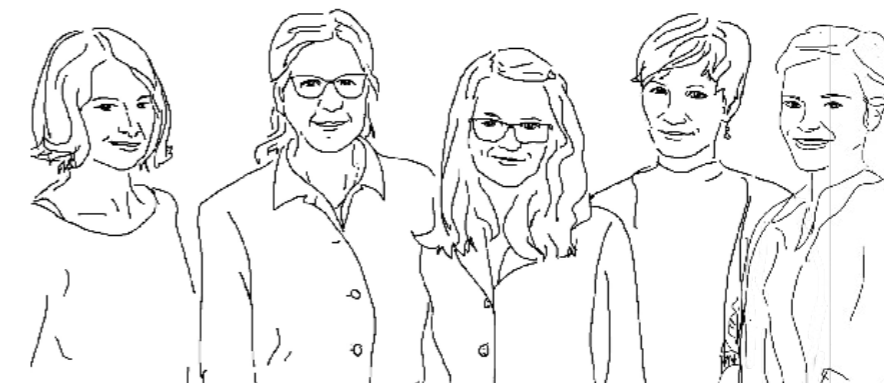
Anne Mesecke
Telefon: +49 (0) 341-2434-439
E-Mail: Anne.Mesecke@dbfz.de

Publikationen (zweite v. r.)

Angela Gröber
Telefon: +49 (0) 341-2434-457
E-Mail: Angela.Groeber@dbfz.de

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (erste v. r.)

Bianca Stur
Telefon: +49 (0) 341-2434-582
E-Mail: Bianca.Stur@dbfz.de



Förderbereich



Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektträger



Begleitvorhaben



Impressum

Herausgeber

Daniela Thrän, Diana Pfeiffer

Kontakt

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig
Telefon: +49 (0)341 2434-554
Telefax: +49 (0)341 2434-133
E-Mail: diana.pfeiffer@dbfz.de
www.energetische-biomassenutzung.de

Geschäftsführung

Wissenschaftlicher Geschäftsführer: Prof. Dr. mont. Michael Nelles
Administrativer Geschäftsführer: Dipl.-Kfm. (FH) LL.M. Daniel Mayer

Bildnachweis

Titel: DBFZ

Jeder Autor ist für die korrekte und rechtskonforme Verwendung seiner Darstellungen und Bilder selbst verantwortlich.

Layout & Herstellung

Angela Gröber, Diana Pfeiffer, Anne Mesecke, Bianca Stur

Förderung

Erstellt mit finanziellen Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)

ISSN 2698-6809

ISBN 978-3-946629-27-6