

Reader

des Förderprogramms für energetische Biomassenutzung



7. Statuskonferenz **Bioenergie. Flexibel und integriert in die nächste Epoche!**

**20 – 21
NOV 2017
LEIPZIG**

Reader

des Förderprogramms für energetische Biomassenutzung

**20 – 21
NOV 2017
LEIPZIG**

7. Statuskonferenz **Bioenergie. Flexibel und integriert in die nächste Epoche!**



**Energetische
Biomassenutzung**

www.energetische-biomassenutzung.de/statuskonferenz

Gefördert durch



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Projektträger



Programmbegleitung



Medienpartner



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

09:00

09:30

10:00

10:30

11:00

11:30

12:00

12:30

13:00

13:30

14:00

14:30

15:00

15:30

16:00

16:30

17:00

17:30

18:00

19:30

Registrierung

Willkommen

Saal 1 AB

Block A
Impulsgeber

Saal 1 AB

Mittagspause
Posterausstellung
Wissenschaft trifft Wirtschaft



Impulsgeber

Saal 1 AB

Nachgefragt:

Podiumsdiskussion zu Bioenergie. Flexibel und integriert in die nächste Epoche!

Saal 1 AB

Nachmittagspause



Block B
Arbeitsgruppen

AG Wärmemarkt

Saal 2 B

AG Strommarkt

Saal 1 A

AG Normierung | Standardisierung

Saal 1 CD

Netzwerktreffen

mit Posterslam „The stage is yours“

im DaCapo, Leipzig



Block C

Neues aus dem Förderprogramm

Saal 1 AB

Vormittagspause



Aktuelle Ergebnisse aus dem Förderprogramm

Resümee aus den Arbeitsgruppen

Saal 1 AB

Mittagspause

Posterausstellung

Wissenschaft trifft Wirtschaft



Block D

Bioenergie-Foren, Teil I

Forum I Effiziente Technologien Biogas

Forum III Effiziente Technologien Verbrennung/
Vergasung

Forum V Flexibel im Strom- und Wärmemarkt

Forum VII Optimierte Reststoff- & Abfallverwertung II

Nachmittagspause



Bioenergie-Foren, Teil II

Forum II Optimierte Reststoff- & Abfallverwertung I

Forum IV Intelligente Emissionsminderung

Forum VI Integriert ins Energiesystem

Forum VIII Bioökonomie

Gute Heimreise!



Netzwerk: KUBUS

Passwort:

Leipziger_KUBUS_2017!

INHALT

Grußwort	9
Special Issue	11
Programm	12

KEYNOTES

Herausforderungen und Erfolgsfaktoren für die Umsetzung der Energiewende – mit einem speziellen Exkurs zur Bioenergieerzeugung (<i>Karin Arnold</i>)	20
Brauchen wir Biomasse mit CCS um das Klima zu stabilisieren? (<i>Gunnar Luderer</i>)	21
Innovation und Technologietransfer: Unterstützung durch Standardisierung und Normung (<i>Volker Seibicke</i>)	22

ABSTRACTS

Forum I: Effiziente Technologien Biogas

Laserrückreflexions-basierte Analyse der Größenverteilung von Partikeln zur Optimierung des Einsatzes von Ultraschall in Gäranlagen (<i>Stefan Junne</i>)	28
Biogas-Messprogramm III: Herausforderungen bei der Bewertung der Energieeffizienz von Biogasanlagen (<i>Jan Postel</i>)	29
Adsorberschäume zur Entfernung von Schwefelwasserstoff aus Biogas – Verfahrensentwicklung und Erprobung (<i>Marc Lincke</i>)	30
Investigation on mixing in laboratory digester using an artificial substrate	31
Investigation on mixing in laboratory digester using an artificial substrate (<i>Fosca Conti</i>)	31
Energieeffiziente Biogasaufbereitung mit Ionischen Flüssigkeiten (<i>Markus Roschitz</i>)	32

Forum II: Optimierte Rest- und Abfallverwertung I

Hemmnisanalyse für den dynamisierten Ausbau der Vergärung kommunalen Bioguts in Deutschland (Bio-DYN) (<i>Thomas Turk</i>)	33
Alternatives Entsorgungssystem für internationale Schiffsabfälle zur Energieerzeugung (<i>Maik Orth</i>)	34
Aquatische Makrophyten – ökologisch und ökonomisch optimierte Nutzung (<i>Andreas Zehnsdorf</i>)	36
Spurenelemente als pH-Steuerung für mikrobielle Kettenverlängerung (<i>Micheal Zechendorf</i>)	37
Potenziale, optimierte Erfassung und stofflich-energetische Verwertung von Nahrungs- und Küchenabfällen (Bio-OPTI) (<i>Felix Richter</i>)	39

Forum III: Effiziente Technologien Verbrennung/Vergasung

Kombination aus intelligenter Regelung und permanenter Überwachung für einen sachgemäßen Betrieb von Biomasseheizkesseln in der Praxis (<i>Niro Akbary</i>)	40
Impedanzspektroskopische Diagnostik an SOFC Stacks (<i>Tobias Herrmann</i>)	41
Optimierung der thermischen Biomassenutzung durch Autoklavierung - BioAuto (<i>Marvin Scherzinger</i>)	42
Betrieb einer Demonstrationsanlage bestehend aus Biomassevergaser und Mikrogasturbine (<i>Timo Zornek</i>)	43

Ash-to-Gas: Mikrobielle Biomethan-Erzeugung mit Wasserstoff aus der thermischen Vergasung von Biomasse mit Nährstoffen aus Vergasungsrückständen (<i>Thomas Trabold</i>)	44
Theoretische und experimentelle Entwicklung eines neuartigen biomassebefeuerten Klein-KWK-Dampfmotors mit einer elektrischen Leistung von bis zu 30 kW (<i>Dennis Krüger</i>)	45
Stand und Ausblick der Bioenergienutzung in Japan unter besonderer Berücksichtigung torrefizierter Biomasse (<i>Takahiro Yoshida</i>)	46

Forum IV: Intelligente Emissionsminderung

Integrierte Abgasreinigung mit intelligenter Regelung für einen ökonomischen und ökologischen Betrieb von automatischen und handbeschickten Biomasseverbrennungsanlagen in der Praxis (<i>Mohammad Aleysa</i>)	48
Emissionsminderung bei der energetischen Nutzung alternativer Brennstoffe – kombinierte Minderung von Staub und gasförmigen Schadstoffen (<i>Mario König</i>)	49
Innovative sekundärseitige Ansätze zur Minderung von NO _x und Staubemissionen bei Biomassefeuerungen (<i>Julian Walberer</i>)	50
Entwicklung des elektrostatischen Staubabscheidesystems für Biomassefeuerungen der IZES gGmbH: Letzte Anpassungen zu einem marktreifen Produkt (<i>Dennis Hövelmann</i>)	52
Abgasreinigung bei der energetischen Verwertung von biogenen Reststoffen durch kombinierte Abscheidung von Feinstäuben und Schadgasen (<i>Ingo Hartmann</i>)	53

Forum V: Flexibel im Strom- und Wärmemarkt

OptiMand – Optimierter Einsatz von Mühlennachprodukten zur bedarfsgerechten Bioenergieproduktion durch innovative Überwachungs-, Mess- und Regelungsmethoden (<i>Eric Mauky</i>)	54
FlexFuture – Integration von Biogasanlagen in Netze mit hohem Anteil fluktuierender Stromerzeuger (<i>Katharina Bär</i>)	55
Flexibilisierung von Wärmekatastern – heute schon an morgen denken (<i>Bernhard Wern</i>)	57
ThermoFlex – Nachgärer als Wärmespeicher für flexible Biogasanlagen (<i>Ingolf Seick</i>)	58
Bewertung von Hochtemperaturspeichern zur Flexibilisierung von BiomasseHKW (<i>Matthias Stark</i>)	59

Forum VI: Integriert ins Energiesystem

Optimierter Einsatz von Biomasse im Strom- und Gebäudesektor in Deutschland unter Berücksichtigung des Biomasseangebots und der Klimaschutzziele (<i>Klaus Hennenberg & Matthias Koch</i>)	61
Szenarien und Modellierung des Wärmesektors in Deutschland bis 2050 (<i>Nora Szarka</i>)	62
Integration von Biogasanlagen in den Netzwiederaufbau und in Inselnetzen (<i>Dirk Kirchner</i>)	63
Systemkosten von Bioenergie und fluktuierenden Erneuerbaren am Strommarkt (<i>Benjamin Fleischer</i>)	64
Gebäudeenergieversorgung mit „grünem“ Wasserstoff (<i>Andreas Herrmann</i>)	65

Forum VII: Optimierte Rest- und Abfallverwertung II

Optimierung der Erfassung, Aufbereitung und stofflich-energetischen Verwertung von Grüngut in Deutschland (Grün-OPTI) (<i>Felix Richter</i>)	66
Charakterisierung unterschiedlicher Laubabfallfraktionen für die energetische Nutzung – Zwischenergebnisse des Projekts SET-Laub (<i>Esther Stahl</i>)	67
Langzeitmonitoring der Hackschnitzelqualität zur Optimierung des Brennstoffmanagements eines Biomasseheizkraftwerks (<i>Thomas Plankenbühler</i>)	68
Optimierte Abfallverwertung im Zentrum für Ressourcen und Energie (<i>Ronja Grumbrecht</i>)	69
Verwertungskonzepte für Holzaschen aus Natur belassenen Brennstoffen – ein vorläufiger Sachstandsbericht (<i>Christian Letalik</i>)	70

Forum VIII: Bioökonomie

Landwirtschaftliche multifunktionale Produktsysteme in der Bioökonomie mit und ohne Nutzungskaskaden – ein lebenszyklusbasierter Vergleich (<i>Natalia Matiz</i>)	71
Nachhaltigkeit von Bioenergie im Kontext der Bioökonomie: Ergebnisse aus der IEA „Bioenergy Roadmap“ (<i>Uwe Fritsche</i>)	73
Biogasanlagen – fester Bestandteil der Bioökonomie? Potentiale von Biogasanlagen in zukünftigen Infrastrukturen (<i>Jörg Kretzschmar</i>)	74
Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung neuer Produkte der Bioökonomie – Erfahrungen aus dem Spitzenclusterprojekt (<i>Stefan Majer</i>)	75

Die Neuen im Förderprogramm 78

POSTER

I Biogene Methanisierung optimieren & Raffineriekonzepte

Photosynthetische Bio-Wasserstoffproduktion mit dem Purpurbakterium <i>Rhodospirillum rubrum</i> ohne Licht (<i>Caroline Autenrieth</i>)	80
Dezentrale Wasserstoffherstellung mittels autothermer Reformierung von Biogas (<i>Isabel Frenzel</i>)	81
Ermittlung des Spurenelement- und Nährstoffbedarfs der biogenen Methanisierung von Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid (<i>Matthias Gruttmann</i>)	82
BioMates – Intermediate aus halmgutartiger Biomasse zur Einspeisung in konventionelle Raffinerien (<i>Volker Heil</i>)	83
Biologische Wasserstoffproduktion durch Fruchtsaftfermentation in <i>Rhodobacter sphaeroides</i> Stamm 2.4.1 (<i>Nadine Wappler</i>)	84

II Thermische Biomassenutzung kosten-, energie- und umwelteffizient

Low-Emission-Verbrennungssystem (LEVS) – Zur Verbrennung von festen Brennstoffen in Vergaserkesseln (<i>Mohammad Aleysa</i>)	85
Intelligentes Kombinationssystem zur regelungstechnischen Optimierung der Verbrennung und zur Vermeidung der Fehlbedienung in Biomasseheizkesseln durch den Einsatz der O ₂ /CO _e -Sonden (<i>Mohammad Aleysa</i>)	86
Perspektiven einer schlackearmen Biomasseverwertung in Heizkesseln kleiner Leistung durch gezielte Integration einer Vergasungsstufe (<i>Maria Gilbert</i>)	87
FuE-Projekt „Ionen-Elektrofilter“ – Abscheidung von Verbrennungsaerosolen durch Ionenwind (<i>Thomas Birnbaum</i>)	88
Projekt EmMA: Emissionsmonitoring Kleinf Feuerungsanlagen	
Precious fertilizer or hazardous waste? – Field tests of an electrostatic precipitator in different small scaled biomass boilers: Chemical and physical properties of different ash fractions (<i>Dennis Hövelmann</i>)	89
Entwicklung von kosten-, energie- und umwelteffizienten Verbrennungstechnologien für Biomassefeuerungen mit Hilfe der CFD-Simulation (<i>Winfried Juschka</i>)	90
Kleine Holzvergaser bis 250 kW _{el} – Zukunftschance oder Auslaufmodell?	
Small Scale Wood Gasification (CHP) – Dinosaur or Chance for the Future? Profitability and current opportunities in the heat market – post-EEG 2014 (<i>Christian Letalik</i>)	91
Dynamische Modellierung und Optimierung von Energieversorgungssystemen in Quartieren (<i>Anne Mädlow</i>)	92
BioAuto – Optimierung der thermischen Biomassenutzung durch Autoklavierung (<i>Marvin Scherzinger</i>)	93

III Biogasnutzung flexibel und effizient

Rohrglanzgras als Bioenergiegras – Optimierung der Biomasseausnutzung und der Bioakkumulation von Wertstoffen (Phalaris II) <i>(Erik Ferchau)</i>	94
Nutzung von Biomethan als Treibstoff für Landmaschinen <i>(Sascha Prehn)</i>	95
Reduktion der Formaldehyd- und Methanemissionen von Biogas-BHKW mittels Wasserstoffzugabe <i>(Florian Rau)</i>	96
Biogas in Bewegung – Dezentrale Nutzung von partiell aufbereitetem Biogas als Kraftstoff für landwirtschaftliche Fahrzeuge <i>(Abdessamad Saidi)</i>	97
ManBio – Entwicklung von technischen Maßnahmen zur Verbesserung des Gasmanagements von Biogasanlagen <i>(Matthias Stur)</i>	98
Der Einsatz der limnischen Hydrophyte Pistia stratiotes zur integrierten Biomasseproduktion und Verwertung mittels direkter Gärrestdüngung <i>(Tobias Wätzel)</i>	99
Optimierung konventioneller Biogasprozesse mittels anaerober Hochlast-Reaktoren und dem Einsatz biogener Reststoffe <i>(Tobias Weide)</i>	100

VI Systemisch betrachten

BMWi VKV-Netz: Steuerung virtueller Biogas-Cluster zur Stabilisierung regionaler Stromnetze <i>(Chris Eicke, Daniel Schirmer, Prof. Dr. Andreas Daum)</i>	101
Sektorübergreifende Flexibilitätsbereitstellung – Analyse des künftigen Systembeitrags flexibler Bioenergieanlagen <i>(Marlies Härdtlein)</i>	102
Flexible Biogasanlagen zur Systemintegration von fluktuierenden erneuerbaren Energien <i>(Markus Lauer)</i>	103
Entwicklung der Ertragspotenziale von stark flexiblen Biogasanlagen aus Preisprofilprognosen 2025 – 2035 <i>(Uwe Welteke-Fabricsius)</i>	104

WISSENSCHAFT TRIFFT WIRTSCHAFT

BINE Informationsdienst	106
Burkhardt Energie- & Gebäudetechnik	106
HoVal	107
Nationale Kontaktstelle Energie	107
Spanner Re ² GmbH	108

WORKSHOPS

KombiOpt – Entwicklung eines Energiemanagementsystems zur kombinierten Nutzung erneuerbarer Energien	110
FermKomp – Abgestimmte Effizienzsteigerung und Emissionsminderung der Feststofffermentation mit nachfolgender Kompostierung	111

Green Conference 112

Kontakt 113

Impressum 114

HERZLICH WILLKOMMEN

ZUR 7. STATUSKONFERENZ DES FÖRDERPROGRAMMS
„ENERGETISCHE BIOMASSENUTZUNG“



Die 7. Statuskonferenz versammelt an zwei Tagen unter dem Motto „Bioenergie: Flexibel und integriert in die nächste Epoche“ Bioenergieexperten in Leipzig. Wir diskutieren drängende Schüsselfragen: Wie können intelligente Bioenergie-Konzepte, wie konkrete System- und Marktlösungen gestaltet sein, die den Anforderungen nach Energie- und Kosteneffizienz, Versorgungssicherheit, Umweltverträglichkeit und schlussendlich auch sozialer Akzeptanz gerecht werden?

Keynotes stecken zum Auftakt der Konferenz die aktuellen Spannungsfelder der Bioenergie ab, die anschließend in einer Unterhausdebatte kritischer diskutiert werden. Am ersten Tag kommen weiterhin die neuen Arbeitsgruppen des Forschungsnetzwerks Bioenergie zu Wort, die sich neben dem Forschungsbedarf vorrangig mit Ansätzen für eine Methodenharmonisierung und mit politischen Handlungsempfehlungen beschäftigen.

Am zweiten Tag stellen sich 15 neue Projekte im BMWi-Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“ vor. Die Schwerpunkte liegen im Bereich Energieeffizienz, Flexibilität oder auch in der Kombination verschiedener erneuerbarer Energien. Gebündelt zu acht ausgewählten Themenschwerpunkten bündeln die Bioenergie-Foren Fachfragen und bieten eine Plattform für den Austausch von Experten.

In einem abwechslungsreichen Rahmenprogramm erwartet Sie eine Posterausstellung mit aktuellen wissenschaftlichen Arbeiten. Parallel dazu stellen ausgewählte Praxispartner der Projekte aus dem Förderprogramm ihre Dienstleistungen und Produkte vor. Am Abend treffen sich Wissenschaftler ungewöhnlich unterhaltsam beim Netzwerken und Poster-Slamen.

Viel Erfolg und gutes Netzwerken wünscht

Ihre Programmbegleitung
des Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“

Medienpartner

EUWID
WIR MACHEN MÄRKTE TRANSPARENT.

WIFI

Network: **KUBUS**

Passwort: **Leipziger_KUBUS-2017!**

Konferenz-Reader ONLINE





SPECIAL ISSUE

EINREICHEN EINES WISSENSCHAFTLICHEN PAPERS

Sie haben erfolgreich ein Abstract zur 7. 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

Frist: 1. Februar 2018

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
- » Berücksichtigen Sie die Limitierung für die Anzahl und die Größe von Abbildungen
- » Geben Sie mindestens drei potentielle Gutachter aus drei verschiedenen Ländern an

Wählen Sie beim Upload Ihres Papers im Uploadsystem folgendes Special Issue aus: **Biomass energy use: Bioenergy – Flexible and integrated in the next age**

Autoren-Richtlinien:

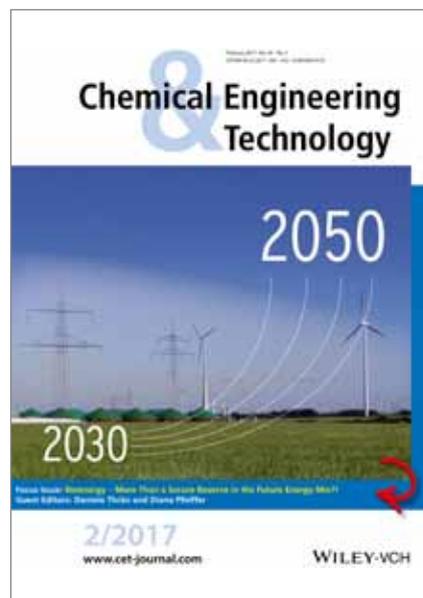
www.cet-journal.com (Link unter: FOR CONTRIBUTORS)

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

Auf Initiative des Förderprogramms



Energetische
Biomassenutzung



PROGRAMM

1. TAG

20. NOVEMBER 2017

10:00

Registrierung

10:30

Willkommen

Saal 1 AB

Block A

Impulsgeber

Saal 1 AB

Moderation: Dagmar Dehmer (Tagesspiegel)

10:45 – 11:05

Trends aus der Strommarktdiskussion

“Strom 2030”

Ralf Christmann (BMW)

11:15 – 11:35

Herausforderungen und Erfolgsfaktoren für die Umsetzung der Energiewende – mit einem speziellen Exkurs zur Bioenergie

Dr. Karin Arnold (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH)

11:45 – 12:05

Brauchen wir Biomasse mit CCS um das Klima zu stabilisieren?

Dr. Gunnar Luderer (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung – PIK)

Side-Workshop

Projekt KombiOpt

KUBUS | Saal 2 B

10:00 – 12:00

Entwicklung eines Energiemanagementsystems zur kombinierten Nutzung erneuerbarer Energien (FNR)

12:15 – 13:30 | Mittagspause

Foyer

13:30 – 13:55

Innovation und Technologietransfer:

Unterstützung durch Standardisierung und Normung

Volker Seibicke, Geschäftsführer DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Podiumsdiskussion zur Bioenergie

Moderation: Dagmar Dehmer (Tagesspiegel)

14:00 – 15:20 | Nachgefragt-

Flexibel und integriert in die nächste Epoche!

Es diskutieren: Dr. Karin Arnold, Wuppertal Institut | Dr. Gunnar Luderer, PIK | Dr. Volker Lenz, DBFZ/UFZ/Universität Leipzig

15:20 – 13:30 | Kaffeepause

Foyer

Side-Workshop

Projekt FermKomp

KUBUS | Saal 2 B

14:00 – 17:00

Abgestimmte Effizienzsteigerung und Emissionsminderung der Feststofffermentation mit nachfolgender Kompostierung

Block B

Arbeitsgruppen - Diskutieren Sie mit!

16:00 – 18:00

AG Wärmemarkt

Saal 2 B

AG Strommarkt

Saal 1A

AG Normierung & Standardisierung

Saal 1 CD

19:00 | Netzwerktreffen

mit Poster-Slam "The Stage is yours"

Da Capo

Karl-Heine-Str. 105, 04229 Leipzig

Ab Hauptbahnhof, Gleis 4



Straßenbahn Linie 14: (Richtung Plagwitz)
bis HST "Gießereistraße".

2. TAG

21. NOVEMBER 2017

Block C

Neues aus dem Förderprogramm

Saal 1AB

09:00 – 10:30 | 5' Präsentation

Die Neuen im Förderprogramm –

19 Projekte stellen sich vor

I Kombiniert & gekoppelt

1 BioWasteStirling – Verstromung von biogenen Reststoffen mit einem wirbelschichtgefeuerten Stirlingmotor (03KB122)

2 – mit Biomasse betriebenes Absorptionswärmepumpen- und Kälteanlagen-system (03KB127)

3 MiniGas – Dezentrale Strom- und Wärmeversorgung mittels Nutzung von teilaufbereitetem Biogas durch Mini-KWK-Anlagen (03KB131)

4 BreBiSorp – Brennwertnutzung an Biomassekesseln mittels angekoppelter Sorptionswärmepumpe (03KB133)

II Flexibel & regelbar im Strom- und Wärmemarkt

5 SNuKR – Steigerung des Nutzens von kleinen, biomassebefeuelten BHKWs durch bedarfsgerechte Regelung (03KB121)

6 BioHy – Energetische und ökonomische Optimierung von Biogasanlagen durch die getrennte Erzeugung von Biowasserstoff und Biomethan (03KB123)

7 ESTEBIS – Echtzeit-Steuerung von zweistufigen Biogasanlagen mit Hilfe eines Simulationsmodells (03KB132)

III Energie- und umwelteffizient verbrennen

8 EmiLy – Emissionsarmer Pelletkessel - Weiterentwicklung und Erprobung eines für alle Pelletqualitäten geeigneten 150 kW_{th} Biomassekessels als saubere und nachhaltige Alternative für den Wärmemarkt (03KB124)

9 BiotAB – Effizienzsteigerung bei der

2. TAG

21. NOVEMBER 2017

Energiegewinnung in Biomassekraftwerken durch die technische Anwendung eines Biobrennstoffkataloges (03KB125)

10 KliSchGa – Bio-chemisches “Klima-Schutz-Gas” aus hochfesten Industrie-Misch-Pellets zur Industriegas-Erzeugung (03KB126)

11 SCRcoat – Optimierung und Validierung von Verfahren zur kombinierten Reduktion von Feinstaub und sauren Schadgasen an Biomassefeuerungen (03KB128)

12 VergaOpt – Mittel- und langfristige Sicherung des Holzvergaseranlagenbestandes und Beitrag zu dessen weiterem Ausbau durch Erschließung preiswerter Brennstoffsortimente (03KB135)

IV Systemisch betrachten

13 OptiSys – Optimaler Anteil und Systembeitrag von Bioenergie in intelligenten Elektrizitäts- und KWK-Systemen in Deutschland (03KB129)

14 Smart – Bewertung des Marktpotenzials und Systembeitrags von integrierten Bioenergiekonzepten (03KB130)

15 Altholz-Quo_vadis – Zukünftige energetische Nutzungsoptionen von Altholz (03KB134)

10:30 – 11:00 | Pause
Foyer

12:45 – 14:15

Bioenergieforen - Teil I

Forum I
Effiziente Technologien Biogas

Forum III
Effiziente Technologien
Verbrennung/ Vergasung

Forum V
Flexibel im Strom- & Wärmemarkt

Forum VII
Optimierte Reststoff- und Abfall-
verwertung II

15:00 – 16:30

Bioenergieforen - Teil II

Forum II
Optimierte Reststoff- und Abfall-
verwertung I

Forum IV
Intelligente Emissionsminderung

Forum VI
Integriert ins Energiesystem

Forum VIII
Bioökonomie

2. TAG

21. NOVEMBER 2017

11:00 – 11:20

Aktuelle Ergebnisse aus dem Förderprogramm & Aussichten für die Zukunft
Daniela Thrän (DBFZ)

11:20 – 11:45

Resümee aus den Arbeitsgruppen
AG-Moderatoren

11:45 – 12:45 | Mittagspause

Foyer

Block D

Bioenergieforen

12:45 – 14:15

Forum I:
Effiziente Technologien Biogas

Saal 2 B

Forenleiter: Burkhardt Fassauer (Fraunhofer IKTS)

10'

Laserrückreflexions-basierte Analyse der Größenverteilung von Partikeln zur Optimierung des Einsatzes von Ultraschall in Gäranlagen

Stefan Junne (TU Berlin)

15'

Biogas-Messprogramm III: Herausforderungen bei der Bewertung der Energieeffizienz von Biogasanlagen

Jan Postel (DBFZ)

15'

Adsorbenschäume zur Entfernung von Schwefelwasserstoff aus Biogas – Verfahrensentwicklung und Erprobung

Marc Lincke (Fraunhofer IKTS)

15'

Investigation on mixing in laboratory digester using an artificial substrate
Investigation on mixing in laboratory digester using an artificial substrate

Fosca Conti (Institut für neue Energiesysteme (InES), Technische Hochschule Ingolstadt)

15'

Energieeffiziente Biogasaufbereitung mit Ionischen Flüssigkeiten

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

12:45 – 14:25

Forum III:
Effiziente Technologien Verbrennung/
Vergasung

Saal 1 A

Forenleiter: Mathias Gaderer (TU München)

10'

Kombinationssystem: Kombination aus intelligenter Regelung und permanenter Überwachung für einen sachgemäßen Betrieb von Biomasseheizkesseln in der Praxis

Niro Akbary (Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Abteilung Umwelt, Hygiene und Sensorik)

10'

Impedanzspektroskopische Diagnostik an SOFC Stacks

Tobias Herrmann (Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

10'

Optimierung der thermischen Biomassenutzung durch Autoklavierung - BioAuto

Marvin Scherzinger (TUHH, Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft)

15'

Betrieb einer Demonstrationsanlage bestehend aus Biomassevergaser und Mikrogasturbine

Timo Zornek (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.)

2. TAG

21. NOVEMBER 2017

15'

Ash-to-Gas: Mikrobielle Biomethan-Erzeugung mit Wasserstoff aus der thermischen Vergasung von Biomasse mit Nährstoffen aus Vergasungsrückständen

Thomas Trabold (FAU Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

15'

Theoretische und experimentelle Entwicklung eines neuartigen biomassebefeuerten Klein-KWK-Dampfmotors mit einer elektrischen Leistung von bis zu 30 kW

Dennis Krüger (DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH)

15'

EXKURS-Vortrag: Stand und Ausblick der Bioenergienutzung in Japan unter besonderer Berücksichtigung torrefizierter Biomasse (Takahiro Yoshida, FFPRI Forestry and Forest Products Research Institute)

12:45 – 14:15

Forum V:
Flexibel im Strom- und Wärmemarkt

Saal 1 B

Forenleiter: Bernd Krautkremer (Fraunhofer IWES)

15'

OptiMand - Optimierter Einsatz von Mühlenprodukten zur bedarfsgerechten Bioenergieproduktion durch innovative Überwachungs-, Mess- und Regelungsmethoden
Eric Mauky (DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH)

15'

FlexFuture- Integration von Biogasanlagen in Netze mit hohem Anteil fluktuierender Stromerzeuger

Katharina Bär (InES, Technische Hochschule Ingolstadt)

15'

Flexibilisierung von Wärmekatastern – heute schon an morgen denken

Bernhard Wern (IZES gGmbH)

15'

ThermoFlex - Nachgärer als Wärmespeicher für flexible Biogasanlagen

Ingolf Seick (Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich Wasser, Umwelt, Bau und Sicherheit)

15'

Bewertung von Hochtemperaturspeichern zur Flexibilisierung von BiomasseHKW

Matthias Stark (Technische Hochschule Ingolstadt – Institut für neue Energiesysteme)

12:45 – 14:15

Forum VII:
Optimierte Reststoff- und Abfallverwertung II

Saal 1 C

Forenleiter: Dominik Müller (FAU Nürnberg)

10'

Optimierung der Erfassung, Aufbereitung und stofflich-energetischen Verwertung von Grüngut in Deutschland (Grün-OPTI)

Felix Richter (Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH)

10'

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

Esther Stahl (Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT)

20'

Langzeitmonitoring der Hackschnitzelqualität zur Optimierung des Brennstoffmanagements eines Biomasseheizkraftwerks

Thomas Plankenbühler (Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

2. TAG

21. NOVEMBER 2017

20'

Optimierte Abfallverwertung im Zentrum für Ressourcen und Energie

Ronja Grumbrecht (Stadtreinigung Hamburg)

15'

Verwertungskonzepte für Holzaschen aus Natur belassenen Brennstoffen – ein vorläufiger Sachstandsbericht

Christian Letalik (C.A.R.M.E.N. e.V.)

14:15 – 15:00 | Pause

Foyer

Block D

Bioenergieforen, Teil II

15:00 – 16:30

Forum II:

Optimierte Reststoff- und Abfallverwertung I

Saal 2 B

Forenleiter: Michael Kern, Witzenhausen-Institut GmbH

10'

Hemmnisanalyse für den dynamisierten Ausbau der Vergärung kommunalen Bioguts in Deutschland (Bio-DYN)

Thomas Turk (Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH)

15'

Alternatives Entsorgungssystem internationaler Schiffsabfälle zur Energieerzeugung
Maik Orth (Innovations- und Bildungszentrum Hohen Luckow e.V.)

15'

Aquatische Makrophyten – ökologisch und ökonomisch optimierte Nutzung

Andreas Zehnsdorf (Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung)

15'

Spurenelemente als pH-Steuerung für mikrobielle Kettenverlängerung

Michael Zechendorf (DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH)

15'

Potenziale, optimierte Erfassung und stofflich-energetische Verwertung von Nahrungs- und Küchenabfällen (Bio-OPTI)

Felix Richter (Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH)

15:00 – 16:30

Forum IV:

Intelligente Emissionsminderung

Saal 1 A

Forenleiter: Bodo Groß, IZES gGmbH

15'

Integrierte Abgasreinigung mit intelligenter Regelung für einen ökonomischen und ökologischen Betrieb von automatischen und handbeschickten Biomasseverbrennungsanlagen in der Praxis

(Mohammad Aleysa, Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Abteilung Umwelt, Hygiene und Sensorik)

15'

Emissionsminderung bei der energetischen Nutzung alternativer Brennstoffe – kombinierte Minderung von Staub und gasförmigen Schadstoffen

(Mario König, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH)

15'

Innovative sekundärseitige Ansätze zur Minderung von NOx und Staubemissionen bei Biomassefeuerungen

(Julian Walberer, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT)

2. TAG

21. NOVEMBER 2017

15'

Entwicklung des elektrostatischen Staubabscheidesystems für Biomassefeuerungen der IZES gGmbH: Letzte Anpassungen zu einem marktreifen Produkt
(Dennis Hövelmann, IZES gGmbH)

15'

Abgasreinigung bei der energetischen Verwertung von biogenen Reststoffen durch kombinierte Abscheidung von Feinstäuben und Schadgasen
(Ingo Hartmann, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH)

15:00 – 16:30

Forum VI: Integriert ins Energiesystem

Saal 1 B

Forenleiter: Ludger Eltrop (IER)

10'

Optimierter Einsatz von Biomasse im Strom- und Gebäudesektor in Deutschland unter Berücksichtigung des Biomasseangebots und der Klimaschutzziele (Klaus Hennenberg & Matthias Koch, Öko-Institut e.V.)

10'

Szenarien und Modellierung des Wärmesektors in Deutschland bis 2050
(Nora Szarka, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH)

20'

Integration von Biogasanlagen in den Netzwiederaufbau und in Inselnetzen
(Dirk Kirchner, Fraunhofer IWES)

20'

Systemkosten von Bioenergie und fluktuierenden Erneuerbaren am Strommarkt
(Benjamin Fleischer, IER)

20'

Gebäudeenergieversorgung mit „grünem“ Wasserstoff
(Andreas Herrmann, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik)

15:00 – 16:30

Forum VIII: Bioökonomie

Saal 1 C

Forenleiter: Alberto Bezama (UFZ)

20'

Landwirtschaftliche multifunktionale Produktsysteme in der Bioökonomie mit und ohne Nutzungskaskaden – ein lebenszyklusbasierter Vergleich
(Natalia Matiz, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung)

20'

Nachhaltigkeit von Bioenergie im Kontext der Bioökonomie: Ergebnisse aus der IEA „Bioenergy Roadmap“
(Uwe Fritsche, IINAS – Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und –strategien GmbH)

20'

Biogasanlagen – fester Bestandteil der Bioökonomie? Potentiale von Biogasanlagen in zukünftigen Infrastrukturen
(Jörg Kretschmar, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH)

20'

Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung neuer Produkte der Bioökonomie – Erfahrungen aus dem Spitzenclusterprojekt
(Stefan Majer, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH)

16:30 – 17:00 | Snack

Foyer

Gute Heimreise!



KEYNOTES

Karin Arnold

Herausforderungen und Erfolgsfaktoren für die Umsetzung der Energiewende - mit einem speziellen Exkurs zur Bioenergie

Herausforderung Klimawandel; Zielszenarien 1,5°C vs. 2°C; globale Lösungsoptionen

Mit dem Pariser Klimaabkommen ist die Verpflichtung unterstrichen worden, die Erwärmung der globalen Mitteltemperatur auf 2°C, wenn möglich sogar 1,5°C zu begrenzen. Damit einher gehen aber unterschiedliche Szenarien, die eine Reduktion von Treibhausgasen auf ca. 80 % bzw. 95 % bis 2050 gegenüber 1990 vorsehen. Ein „Nachsteuern“ vom 80 %-Pfad auf den 95 %-Pfad wird mit höheren Kosten verbunden sein, so dass es sinnvoll erscheint, direkt die Transformation zu dem ambitionierteren Klimaschutzszenario anzusteuern. Die kombinierte Strategie zur „Deep Decarbonisation“ sieht Effizienz als wichtigstes Schlüsselement, gefolgt von der Decarbonisierung der Stromerzeugung. Ist beides gelungen, sollen sowohl Kraftstoffe, aber auch Industrieprozess elektrifiziert werden. Diese Kombination ist geeignet, um eine hohe Reduktion von Treibhausgasen zu erreichen.

Dabei kommt es im globalen Vergleich nicht so sehr auf die absoluten Emissionen aus Deutschland an. Die Aufgabe besteht darin, überzeugende Lösungen zu finden, die zeigen, dass ein decarbonisiertes Industrieland möglich ist. Diese Lösungen sollen im Land zur Anwendung kommen, so dass sie auch für andere Länder sichtbar, attraktiv und umsetzbar sind (Betonung der Vorreiter-Rolle).



Dr. Karin Arnold

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie
gGmbH
Döppersberg 19, 42103 Wuppertal

Kontakt
+49 (0) 202 2492 286
karin.arnold@wupperinst.org

Gunnar Luderer

Brauchen wir Biomasse mit CCS um das Klima zu stabilisieren?

CO₂-Emissionen, CCS

Die internationale Staatengemeinschaft hat sich im Paris Agreement auf das Ziel verständigt, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C zu begrenzen und strebt eine Klimastabilisierung auf unter 1,5 °C an. Die Bioenergie wird bei den globalen Klimaschutzanstrengungen um dieses Ziel zu erreichen eine zentrale Rolle spielen. Die Bioenergie ist ein besonders vielseitig einsetzbarer Energieträger, der es ermöglicht, fossile Energie aus Kohle, Öl und Gas nahezu funktionsgleich zu ersetzen. Beispielsweise gibt es derzeit keine Alternativen zu flüssigen Kohlenwasserstoffen für den Flugverkehr – Biokraftstoffe sind daher die nahezu einzige Option, um die spezifischen CO₂-Emissionen dieses Sektors zu senken. Der Wert der Bioenergie für den globalen Klimaschutz bestimmt sich aber auch durch die Möglichkeit durch Kombination mit Kohlenstoffabscheidung und Speicherung (CCS) der Atmosphäre netto CO₂ zu entziehen. In den meisten globalen Klimaschutzszenarien spielt diese Option eine wichtige Rolle.

Dem großen Potential der Bioenergie für die Vermeidung von CO₂-Emissionen stehen gewaltige Nachhaltigkeitsrisiken gegenüber. Der großskalige Anbau von Bioenergie könnte, auch über indirekte globale Agrarmärkte, die Abholzung von Wäldern befördern, und durch Nutzungskonkurrenz mit der Lebensmittelproduktion den Preis für Nahrungsmittel nach oben treiben. Um die Abhängigkeit von der Bioenergie zu begrenzen, müssen die aktuellen internationalen Klimaschutzanstrengungen massiv intensiviert sowie Energieeffizienz und Elektrifizierung von Energieverbräuchen, z. B. bei der Mobilität, deutlich beschleunigt werden. Nur so lässt sich der globale Klimaschutz mit anderen Nachhaltigkeitszielen vereinbaren.



Dr. Gunnar Luderer

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
Telegrafenberg A56, 14473 Potsdam

Kontakt
luderer@pik-potsdam.de

Innovation und Technologietransfer: Unterstützung durch Standardisierung und Normung

Im Bereich des DIN-Normenausschusses Materialprüfung (NMP) werden Normungsprojekte zum Thema „Biogene Festbrennstoffe“ im Arbeitsausschuss NA 062-05-82 AA „Biogene Festbrennstoffe“ bearbeitet.

Das Gremium spiegelt die Arbeiten der internationalen und europäischen Ebene. Es berät und kommentiert in dieser Funktion die Normungsprojekte aktiv während der Arbeiten innerhalb der internationalen und europäischen Arbeitsgruppen. Darüber werden neue Normungsthemen national als auch in die internationale und europäische Normung eingebracht.

Die Arbeiten der europäischen und internationalen Ebene finden im ISO/TC 238 „Solid biofuels“ „gebündelt“ statt. Aktuell können Sie sich mit Ihrer Expertise besonders bei den Normungsprojekten zur Sicherheit von biogenen Festbrennstoffen, z. B. ISO/CD 20024 “Solid biofuels – Safe handling and storage of solid biofuel pellets in commercial and industrial applications” einbringen und dieses auch auf internationaler Ebene mit Ihrem Fachwissen vertreten und unterstützen. Oder Sie bringen neue Erkenntnisse in die europäische bzw. internationale Normung ein.

DIN ist privatwirtschaftlich organisiert und ist zuständig für die Normung und Standardisierung von wirtschaftlich und gesellschaftlich relevanten Themen in Deutschland sowie auf europäischer und internationaler Ebene. Normen bieten ihren Anwendern eine bestimmte Rechtsicherheit, da sie transparent den Stand der Technik abbilden. Durch die strategische Nutzung der Normung und Standardisierung kann der technologisch-wissenschaftliche Vorsprung für die Marktführerschaft nachhaltig nutzbar gemacht werden. Normen und Standards bewirken Rationalisierungseffekte, die zu preisgünstigen Massenproduktionen führen und stellen damit eine entscheidende Voraussetzung dar, um die für Composites notwendige Verringerung der Herstellungskosten durch eine automatisierte Produktion sicherzustellen. Internationale Normung und Standardisierung öffnet Märkte für die Innovationen insbesondere von KMUs.

Innovation und Normung - schließt sich das aus? Das Gegenteil ist der Fall. Durch richtig platzierte Standardisierung ist es nachweislich möglich, innovative Themen schneller am Markt zu platzieren. Im Bereich innovativer und konvergenter Themen, wo oft noch kein Normungsgremium existiert, kann von heute auf morgen ein Workshop ins Leben gerufen werden. Mit der Erarbeitung eines Standards wie einer DIN SPEC (PAS) in einem solchen Workshop ist es beispielsweise möglich, die Marktdynamik aufzugreifen und in wenigen Monaten eine Spezifikation zu veröffentlichen.

Die Mitglieder des Workshops liefern den Inhalt und bestimmen die Geschwindigkeit, mit der das Dokument erarbeitet wird. DIN stellt die Sitzungsräume, moderiert und kümmert sich um das gesamte Projektmanagement. Bei Bedarf besteht die Möglichkeit, einen Entwurf des Standards zur Kommentierung zu veröffentlichen.

Dabei schließen sich Normung / Standardisierung und Patentierung nicht aus. Während es z. B. oft sinnvoll sein kann, den Kern eines neuen Prozesses oder eines neuen Produkts zu patentieren, bietet es sich an, zu den grundlegenden Anforderungen einen Standard zu erarbeiten. Beispielsweise bietet ein von DIN erarbeiteter Prüfstandard Sicherheit und schafft Vertrauen. Dadurch wird die Markterschließung unterstützt. DIN stellt sicher, dass sich der Standard nahtlos in das existierende Regelwerk einfügt.

Auch in laufenden oder bereits abgeschlossenen Projekten ist es möglich, Fördermittel für die Standardisierung zu beantragen: Fördermaßnahmen im Rahmen von ZIM oder AiF bieten oftmals die Option einer Anschlussförderung zur Markterschließung, die auch auf die Erarbeitung eines Standards anwendbar ist. Mit DIN-Connect bietet DIN selbst ein Förderprogramm zur Innovationsförderung an. Ziel ist es, den Zugang zur Standardisierung zu erleichtern.



Volker Seibicke

Deutsches Institut für Normung (DIN) e.V.
Am DIN-Platz, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin

Kontakt
+49 30 2601-2215
volker.seibicke@din.de

ARBEITSGRUPPEN

DISKUTIEREN SIE MIT - 20. NOVEMBER 2017 16:00-18:00 UHR

AG Strommarkt

Saal 1 A

Die AG Strommarkt stellt ihre ersten Aktivitäten und die neusten Ergebnisse aus dem Konsultationsprozess zum 7. Energieforschungsrahmenprogramm vor.

Diskutieren Sie künftige Forschungsbedarfe, Beteiligungsmöglichkeiten, sowie die neusten Ansätze im Bereich der Bewertung der Flexibilisierung von Bioenergie für die Anwendung im Methodenhandbuch des Programms.



Moderation:

Martin Dotzauer & Tino Barchmann (DBFZ)

Agenda

10'

Einleitung zum Relaunch der AG: Hintergrund & Aktivitäten der AG

10'

Vorstellungsrunde der Teilnehmer, Erwartungen & Adhoc-Agendavorschläge

85'

Methodendiskussion zur flexiblen Bioenergiebereitstellung (Methodenhandbuch des Förderprogramms):

» **45'**

Systemische Aspekte
(Marlies Härdtlein, IER Uni Stuttgart)

» **40'**

Indikatoren zur technischen Beschreibung
(Martin Dotzauer, DBFZ)

10'

Zusammenfassung & Ausblick
(Agendasetzung 2018/19 & Verantwortlichkeiten)

AG Wärmemarkt



Die AG Wärmemarkt stellt die ersten Aktivitäten, insbesondere das Statementpapier und die neusten Ergebnisse aus dem Konsultationsprozess zum 7. Energieforschungsrahmenprogramm vor.

Diskutieren Sie künftige Forschungsbedarfe und gemeinsame politische Beteiligungsmöglichkeiten.

Moderation:

Dr.-Ing. Volker Lenz (DBFZ)

Agenda

10'

Relaunch der AG: Ziele, Hintergrund & Aktivitäten der AG (Forschungsempfehlungen)

10'

Vorstellung der Teilnehmer, Erwartungen & Adhoc-Agendavorschläge

75'

Ausgetauscht „Wie bekommt man die Technologie in den Markt?“ – Offene Diskussion zum Fokusthema

Impulsvortrag:

„Wie die Akteure mitnehmen?“

Ein Blick über den Tellerrand – Einfache Grundsätze und typische Instrumente aus der Spieltheorie“

(Prof. Dr. Arnis Vilks, Lehrstuhl für Mikroökonomie, HHL Leipzig)

Impulsfragen:

- » Eine Frage des sozio-ökonomischen Entwicklungsbedarfs?
- » Eine Frage des gesellschaftlichen Zusammenspiels aller Akteure?
- » Was sind geeignete Instrumente, die Akteure anzureizen (MAP, Steuersenkungen, Förderungen etc.)?
- » Produkte: Welche Ergebnisse kann die AG Wärmemarkt generieren und in welche Prozesse können diese einspeist werden?

10'

Zusammenfassung & Ausblick

15'

Agendasetzung 2018/19 & Verantwortlichkeiten: offene Diskussion (z. B. Referenzbeispiele für SmartBiomassHeat, Workshopideen)

AG Normierung & Standardisierung



Die AG blickt vor allem auf die Themenbereiche Biogas und Festbrennstoffe (Feinstaub, Markthemmnisse) und diskutiert insbesondere folgende Fragestellungen.

Sub-AG Feinstaub & Markthemmnisse im Bereich Kleinfeuerungsanlagen

- » Wo liegen die zukünftigen Herausforderungen in der Feinstaubmessung und wie soll mit den Änderungen der Messvorschriften im Bereich Feinstaubmessung an Feuerungsanlagen umgegangen werden?
- » Wo liegen die Zulassungsschwierigkeiten für KMU im Bereich der Markteinführung von Komponenten und Modulen in Kleinfeuerungsanlagen (KFA) und was tun?
- » Diskutieren Sie die Hemmnisse bei der Emissionsmessung.
- » Diskutieren Sie legislative Markthemmnisse und die volkswirtschaftliche Bedeutung der Markteinführung von entsprechenden Komponenten und Modulen in KFA.
- » Geben Sie Empfehlungen für die zukünftigen Förderschwerpunkte des BMWi.

Moderation:

Dr. Ingo Hartmann & Tobias Ulbricht (DBFZ)

Agenda

10'

Einleitung: Hintergründe, Motivation und Zielstellung der Arbeitsgruppe

10'

Vorstellungsrunde der Teilnehmer und Erwartungen

90'

Ausgetauscht zu folgenden Themen:

A. FEINSTAUB

10'

Impulsvortrag:

Zukünftige Herausforderungen bei der Emissionsmessung (Grenzwerte, Messunsicherheiten, Rahmenbedingungen)

(Dr. Ingo Hartmann, Tobias Ulbricht DBFZ)

35'

Diskussion

B. Markthemmnisse im Bereich KFA

05'

Impulsvortrag:

Herausforderungen bei der Zulassung von Kesseln für Brennstoffe der 1. BImSchV (Gr. 8)

(Dr. Ingo Hartmann, Tobias Ulbricht, DBFZ)

05'

Impulsvortrag:

Herausforderungen bei der Zulassung und Markteinführung von Elektroabscheidern

(Dr. Hanns-Rudolf Paur, KIT)

35'

Diskussion

10'

Zusammenfassung & Agendasetzung 2017/18

AG Normierung & Standardisierung



Sub-AG Biogas

- » Welche technischen Anpassungen erfordert ein flexibler Betrieb von Biogasanlagen?
- » Diskutieren Sie die notwendige Komponenten und Betriebsweisen und ermitteln Sie den Forschungsbedarf für den flexibilisierten Anlagenbetrieb als Input für zukünftige Förderschwerpunkte.

Moderation:

Dr.-Ing. Jan Liebetrau (DBFZ)

Agenda

10'

Einleitung: Hintergründe, Motivation und Zielstellung der Arbeitsgruppe

10'

Vorstellungsrunde der Teilnehmer und Erwartungen

90'

Ausgetauscht:

Diskussion zu „Technischen Bedingungen für den flexiblen Anlagenbetrieb“

A. Welche technischen Anpassungen erfordert ein flexibler Betrieb von Biogasanlagen? (Betriebssicherheit | Emissionen | Effizienz)

- » Was ist Stand der Technik / Was ist bereits an den Anlagen umgesetzt?
- » Was fehlt an den Anlagen?

B. Forschungsbedarf

C. Regulierungsbedarf

D. Produkte (Positionspapier)

10'

Zusammenfassung & Agendasetzung 2017/18

ABSTRACTS

BIOENERGIEFOREN

Stefan Junne¹, Chiara Barillaro¹, Holger Hielscher², Friedel H. Schwartz³, Peter Neubauer¹

Laserrückreflexions-basierte Analyse der Größenverteilung von Partikeln zur Optimierung des Einsatzes von Ultraschall in Gäranlagen



Lasersize

Vorbehandlung, Ultraschall, Laserlichtrückreflexion, Partikelgrößenverteilung, Monitoring

Hintergrund/Ziel

Im Projekt wird ein neuartiges Verfahren auf Basis der Laserlichtrückreflexion zur in situ Messung der Größenverteilung von Partikeln adaptiert, um die Aufbereitung von Substraten sowie die Behandlung der Flüssigphase des Biogasprozesses mittels Ultraschall in Echtzeit zu optimieren. Die Messung soll robust und direkt in der Flüssigphase von Reaktoren anwendbar sein. Durch die Maßnahmen wird eine Erhöhung der Substratflexibilität und Stabilisierung der Prozesse bei Substratwechseln angestrebt.

Methoden

Durch die Messung der Partikelgrößen in einem weiten Bereich von wenigen bis mehreren hundert µm kann der Einfluss des Leistungseintrages durch Ultraschall quantifiziert werden. Untersuchungen im Labormaßstab in Durchflusszellen und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Aufschlussverfahren sollen dazu dienen, sowohl die Überwachungsstrategie selber, aber auch die Prozessparameter der verwendeten Methoden zu optimieren. Gleichzeitig soll untersucht werden, inwiefern die Messung der Partikelgrößenverteilung dazu geeignet ist, eine Vorhersage über die Verwertbarkeit der Substrate zu liefern, d.h. ob zum Beispiel kleine Partikel zu einer schnelleren Umsetzung der Substrate im biotechnologischen Prozess führen. Anhand der Ergebnisse kann dann darauf geschlossen werden, ob und wie eine Vorbehandlung anhand der erzeugten Partikelgrößenverteilung zu wählen ist.

Ergebnisse

Zunächst wurde mittels einer Reinkultur der mögliche Arbeitsbereich von mechanisch/thermischen Aufschlussmethoden in der Flüssigphase festgelegt, innerhalb dessen keine nennenswerte Schädigung der Zellen festzustellen war. Daraufhin wurden die Auswirkungen auf biologisch inaktive Partikel untersucht. Die Ergebnisse aus dem Labormaßstab zeigen, dass die Laserlichtrückreflexion dazu geeignet ist, die Partikelgrößenverteilung und die Auswirkungen von Aufschlussmethoden direkt in der Flüssigphase von Gärprozessen zu quantifizieren. Gleichzeitig kann der Zusammenhang zwischen der Partikelgrößenverteilung und der biologischen Aktivität in Batch-Gärtests bewertet werden. Anhand der Ergebnisse leiten sich Empfehlungen für den Betrieb ab, die in einer zweiten Phase an industriellen Anlagen überprüft werden.

Weitere Informationen

<https://www.energetische-biomassenutzung.de/projekte-partner/details/project/show/Project/lasersize-490/>

¹ Technische Universität Berlin, Institut für Biotechnologie, Fachgebiet Bioverfahrenstechnik

² Devad GmbH

³ S+E Sequip GmbH



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

Jan Postel, Marcel Pohl

Biogas-Messprogramm III: Herausforderungen bei der Bewertung der Energieeffizienz von Biogasanlagen

Biogas, Messprogramm, Energieeffizienz, Methode, Brennstoffausnutzungsgrad

Das Biogas-Messprogramm III hat zum Ziel, Biogasanlagen mit ihrem derzeitigen technischen Stand zu erfassen, bezüglich ihrer Effizienz zu bewerten und mittels einer vergleichenden Analyse konkreter Effizienzkriterien gegenüberzustellen. Es werden 60 Biogasanlagen für jeweils ein Jahr messtechnisch belgeitet und mit Hilfe von z. T. neuartiger Methoden der Effizienzbewertung untersucht. Hinzu kommt eine gründliche chemische Analytik aller Prozessstufen im monatlichen Turnus. Die Bewertung der Biogasanlagen erfolgt über eine Massen- und Energiebilanzierung des biologischen Gärprozesses sowie des Gesamtprozesses der Biogasproduktion und -nutzung.

Es existiert eine Vielzahl möglicher Effizienzbewertungsansätze (z. B. FISCHER et al. 2016, DJATKOV et al. 2014), welche sich in ihren Betrachtungsgrenzen, ihrem Detaillierungsgrad, ihrer Datengrundlage und schlussendlich in ihren Effizienzkennzahlen unterscheiden (HAVUKAINEN et al. 2014). Je nach verwendeter Methode erhält man unterschiedliche Aussagen zur Effizienz des Prozesses oder der Prozessstufe. Eine nicht unerhebliche Hürde bei der Bewertung von landwirtschaftlichen Biogasanlagen stellt die prinzipielle Verfügbarkeit der Primärdaten dar. Des Weiteren werden produzierte Biogas- und Gärrestmengen durch die Biogasanlagenbetreiber oftmals nicht erfasst oder nur abgeschätzt, sodass eine Massenbilanz des biologischen Prozesses nur mit unzureichender Genauigkeit durchgeführt werden kann.

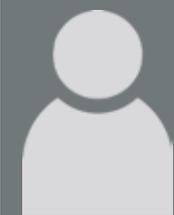
Ziel ist es daher, eine geeignete Methode anzuwenden, welche die Fehler in der Bilanzkette – verursacht durch ungenaue Messdatenerhebung und Fehlerfortpflanzung – minimiert. Zudem stellt die Differenzierung der energetischen Bilanzierung in einen biologischen Prozess und die nachfolgende Konversion eine betreiberfreundliche Bewertungsgrundlage für Schwächen im Prozesszustand in Aussicht.

Literatur

Djatkov, D.; Effenberger, M.; Martinov, M. (2014): Method for assessing and improving the efficiency of agricultural biogas plants based on fuzzy logic and expert systems. *Applied Energy* 134, pp. 163–175, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.08.021>

Fischer El., Postel J., Ehrendreich F., Nelles M. (2016): Energetische Bewertung von landwirtschaftlichen Biogasanlagen mit Hilfe des mittleren Brennstoffausnutzungsgrades, *LANDTECHNIK* 71(4), S. 139–154; <http://dx.doi.org/10.15150/lt.2016.3132>

Havukainen, J.; Uusitalo, V.; Niskanen, A.; Kapustina, V.; Horttanainen, M. (2014): Evaluation of methods for estimating energy performance of biogas production. *Renewable Energy* (66), pp. 232–240, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.12.011>



Jan Postel

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

Kontakt
+49 (0) 341 2434 424
Jan.Postel@dbfz.de

Marc Lincke¹, Uwe Petasch¹, Alexander Michaelis¹, Uwe Gaitzsch², Gunnar Walther², Robin Kolvenbach³, Andreas Tillman³, Klaus-Dieter Zanter⁴, Michael Tietze⁵

Adsorberschäume zur Entfernung von Schwefelwasserstoff aus Biogas - Verfahrensentwicklung und Erprobung



SuRIOx

Gasreinigung, Entschwefelung, Biogas, metallischer Schaum, Eisen, Schwefelwasserstoff

Ein wesentlicher Verfahrensschritt bei der effizienten Nutzung von Biogas vor Ort (BHKW) bzw. am Ort der Wärmenutzung (Einspeisung ins Erdgasnetz) stellt die Entfernung von Schwefelwasserstoff (H_2S) dar. Dieser Reinigungsschritt ist für die Biogasqualität von zentraler Bedeutung, da durch H_2S verursachte Korrosionsschädigungen vermieden werden müssen. Im speziellen Fall der Gaseinspeisung wird der H_2S -Gehalt durch die Arbeitsblätter G260 und G262 des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfachs e.V. (DVGW) geregelt und darf maximal 5 mg/m^3 betragen.

Ziel des Verbundprojektes SuRIOx ist die material- und verfahrenstechnische Entwicklung und Erprobung eines Entschwefelungssystems, welches für die Feinentschwefelung geeignet ist. Das zu entwickelnde Adsorbermaterial besteht aus einem metallischen Schaum als Trägermaterial und einer speziell zur Entschwefelung geeigneten eisenhaltigen Sorbens. Für dieses Adsorbermaterial sollen die einzelnen Verfahrensschritte der Biogasentschwefelung, der In-Situ Reaktivierung sowie der Ex-Situ Regeneration mit Schwefelrückgewinnung entwickelt und erprobt werden. Im Vergleich zu den bestehenden Entschwefelungsverfahren (z. B. Aktivkohle) weist dieses Verfahren mehrere ökologische und ökonomische Vorteile auf, wie z. B. die Rückgewinnung von Schwefel, Adsorbermaterial ist thermische regenerierbar und soll eine sehr hohe Recyclingquote aufweisen. Der gewonnene Schwefel kann als Grundchemikalie vermarktet werden.

Im Vortrag werden die Ergebnisse zu folgenden Projektschwerpunkten vorgestellt:

- » Entwicklung und Herstellung Adsorbermaterial (Beschichtung, Kalzinierung)
- » Verfahrenstechnische Erprobung Entschwefelung und In-Situ Reaktivierung (Labor)
- » Verfahrenstechnische Erprobung der thermischen Ex-Situ Regeneration mit Schwefelrückgewinnung (Labor)
- » Konstruktion und Aufbau Versuchsstand im Technikum GICON

¹ Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS), Dresden

² Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM), Außenstelle Dresden

³ Alantum Europe GmbH, München

⁴ Emission Partner GmbH, Saterland-Ramsloh

⁵ GICON Großmann Ingenieur Consult GmbH, Dresden



Marc Lincke

Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS)

Winterbergstr. 28, 01277 Dresden

Kontakt

+49 (0) 351 2553 7766

marc.lincke@ikts.fraunhofer.de

Fosca Conti^{1,2}, Leonhard Wiedemann¹, Matthias Sonnleitner¹, Abdessamad Saidi¹, Markus Goldbrunner¹

Investigation on mixing in laboratory digester using an artificial substrate

laboratory digester, artificial chemical substrate, mixing process, stirring configurations, particle image velocimetry (PIV) technique

Investigating the mixing process in digesters is a necessary precursor for successful design, operation, and increased efficiency in biogas plants. However, observation of mixing in digesters under real conditions is complex and cost intensive. Therefore, laboratory scale experiments emerge as a convenient and appropriate approach to investigate the mixing in full-scale anaerobic digesters. The research is funded by the German Federal Ministry of Education and Research within the program "Forschung an Fachhochschule" under grant Nr. BioOpt-Mix, 03FH031PVa.

Based on the theory of similarity, at the Institute of new Energy Systems of the Technische Hochschule Ingolstadt, a 1:12 scale digester model is set up and an artificial chemical substrate made by cellulose is selected to mimic the rheology of real biomass. Different mixing regimes are configured using propellers and paddle stirrers located in varying positions. Optical and acoustic techniques are employed to observe the fluid dynamics. The experimental data are used to validate a computational model.

A 0.3 wt% water-cellulose mixture was prepared and stirred in the laboratory digester in three mixing configurations. The fluid velocity of the substrate was observed in the 3D space using particle image velocimetry (PIV) and acoustic Doppler velocimetry (ADV). Data obtained from the two experimental techniques were compared to a computational fluid dynamics (CFD) model. Additionally, flow characteristics were visualized by coloring and decoloring the fluid throughout mixing. Torque moment and power consumption of the propellers and paddle stirrers were recorded periodically to assess the mixing performance.

In this contribution, the laboratory setup and the principal results on the flow velocity, power consumption and torque developed during mixing are presented and discussed. The experimental results illustrate the digester mixing quality in various propeller and stirrer configurations, and are used to validate a numeric computational fluid dynamic study.

References

Conti, F.; Wiedemann, L.; Janus, T.; Sonnleitner, M.; Zörner, W.; Goldbrunner, M. (2016): Mixing in biogas digesters: correlation between laboratory experiments on artificial substrate and simulations with computational fluid dynamics. Proceeding of 10. Rostock Bioenergy Forum, Rostock, pp. 445-450.

¹ Ingolstadt University of Applied Sciences, Institute for new Energy Systems (InES)

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

Kontakt

+49 (0) 841 9348 6468
fosca.conti@thi.de

Markus Roschitz¹, Felix Ortloff¹, Fank Graf¹, Thomas Kolb^{1,2}

Energieeffiziente Biogasaufbereitung mit Ionischen Flüssigkeiten

Biogasaufbereitung, Chemische Absorption, CO₂-Entfernung, Ionische Flüssigkeiten

Das Aufbereiten von Rohbiogas mit den derzeit verfügbaren Technologien ist ein sehr energie- und kostenintensiver Teilschritt bei der Produktion von Biomethan. Für kleinere Biogasanlagen stellt die Aufbereitung und Einspeisung von Rohbiogas derzeit keine wirtschaftlich sinnvolle Alternative dar. Aus diesem Grund wird derzeit der überwiegende Anteil des in Deutschland produzierten Biogases in kleinen Blockheizkraftwerken direkt verstromt. Steht allerdings kein Wärmeabnehmer bereit, wird ein erheblicher Teil der freiwerdenden Energie nicht genutzt. Es ist entsprechend von besonderem Interesse, die Gasaufbereitung, insbesondere die CO₂-Entfernung, hinsichtlich Energie- und Kostenbedarf zu optimieren.

Die üblicherweise angewendete Optimierungsstrategie bei chemischen Gaswäschen besteht darin, neuartige Waschmedien mit geringerer Absorptionenthalpie zu entwickeln. Beispiele für verbesserte Absorptionsmedien sind aMDEA (MDEA+PZ, aq), wässrige Aminosäuresalze und der Einsatz von Ammoniaklösungen im sog. „chilled ammonia“ Verfahren. Am Engler-Bunte-Institut wird seit mehreren Jahren ein alternatives Aufbereitungskonzept entwickelt: Die isotherm betriebene chemische Druckwechselabsorption mit ionischen Flüssigkeiten (IL). Hierbei liegt der Fokus auf der Entwicklung und Charakterisierung neuer ionischer Waschflüssigkeiten sowie auf der Ausarbeitung eines speziell auf die Vorteile von ionischen Flüssigkeiten angepassten Betriebskonzeptes. Das Konzept sieht vor, die thermische Energie zur Regeneration der Waschflüssigkeit dem System durch Angleichen von Absorptions- und Regenerationstemperatur nicht mehr von extern zuführen zu müssen, sondern die Regenerationsreaktion direkt aus dem Enthalpiestrom der Flüssigkeit zu speisen. Im Gegensatz zu konventionellen chemischen Wäschen wird beim avisierten Konzept die chemische Triebkraft zur Desorption von CO₂ durch moderates Vakuum realisiert. Durch die mittleren Absorptions- und Regenerationstemperaturen (ca. 80 °C) können die sonst auftretenden Nachteile von ionischen Flüssigkeiten (hohe Viskosität, langsamer Stoffübergang) größtenteils überwunden werden.

Erste Abschätzungen zum Energiebedarf des Verfahrens versprechen signifikante Einsparpotenziale (> 50 %) im Vergleich zum Stand der Technik. Durch die energetischen Einsparungen können die höheren Investitionen für die ionischen Waschflüssigkeiten nach kurzer Zeit kompensiert werden. Im Beitrag wird das Konzept des Aufbereitungsverfahrens und der aktuelle Entwicklungsstand am DVGW-EBI vorgestellt. Es wird detailliert auf die Auswahl und Charakterisierung der Waschflüssigkeiten, aber auch auf praktische Aspekte, wie Ergebnisse aus Laboruntersuchungen zum Verfahren in einem Mini-Plant eingegangen. Abschließend wird die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens im Vergleich zum Stand der Technik bewertet.

¹ DVGW Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), Karlsruhe

² Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), Karlsruhe



Markus Roschitz

DVGW Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut
des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)
Engler-Bunte-Ring 3, 76131 Karlsruhe

Kontakt
+49 (0) 721 96402 72
roschitz@dvgw-ebi.de

Werner Sprick, Michael Kern, Thomas Turk, Thomas Raussen

Hemmnisanalyse für den dynamisierten Ausbau der Vergärung kommunalen Bioguts in Deutschland (Bio-DYN)



Bio-Dyn

Biogut, Potenziale, Vergärung, Biogas, Hemmnisanalyse, Flexibilisierung

Zur Minderung der Treibhausgasemissionen kann die Vergärung kommunalen Bioguts einen wesentlichen Beitrag leisten, da hier einerseits ein Abfallstoff verwertet wird und das erzeugte Biogas zudem speicherbar sowie flexibel einsetzbar ist. Der Ausbau der Kaskadennutzung, d.h. der stofflichen und energetischen Nutzung von Bioabfällen, der in den Jahren 2006-2013 einen dynamischen Verlauf genommen hatte, ist auf kommunaler Ebene jedoch ins Stocken geraten. Mit den Gründen dafür setzt sich das Projekt Bio-DYN auseinander.

Zentrales Anliegen ist die systematische Identifikation und Analyse von Hemmnissen und Erfolgsfaktoren bei der Umsetzung von Projekten zur Vergärung von kommunalem Biogut. Ebenso werden Erfahrungen mit einer akzeptanzfördernden Kommunikationsstrategie zur Dynamisierung des Ausbauprozesses in die Forschungen einbezogen. Erfahrungen der Betreiber mit dem Anlagenbetrieb werden erhoben und kommuniziert.

Ein zusätzlicher Fokus der praxisnahen Studie, welche auf Interviews mit 40 öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträgern basiert, soll auf der ebenfalls zögerlichen Flexibilisierung der Stromeinspeisung aus Biogutvergärungsanlagen liegen. Klar definierte Medien (Diskussionspapiere, Broschüren, Vorträge, etc.) werden die Ergebnisse in der Politik (Bundes-, Länder- und Kommunalebene) sowie der Branche (Ingenieure, Anlagenhersteller und -betreiber) verbreiten und wesentlich zu einer realitätsnahen Bewertung der Projekte zur Vergärung kommunalen Bioguts beitragen.



Werner Sprick

Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und
Energie GmbH
Werner-Eisenberg-Weg 1, 37213 Witzenhausen

Kontakt
+49 (0) 5542 9380 18
w.sprick@witzenhausen-institut.de

Jessica Hudde, Maik Orth, Bassel Ibrahim, Stefan König, Fabian Bröcker

Alternatives Entsorgungssystem für internationale Schiffsabfälle zur Energieerzeugung



WAS2E

Biogas, Abfall, Pyrolyse, hydrothermale Carbonisierung, Biokohle, Keimreduzierung, Hydrolyse, Oberflächenfermentation, flexible Gaserzeugung

Steigende Passagierzahlen auf Kreuzfahrtschiffen führen nicht nur zu wirtschaftlichem Wachstum sondern 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. Aktuell werden Speisereste von Kreuzfahrtschiffen trotz ihres hohen Energiegehalts überwiegend zu Lasten der Umwelt in die Meere geleitet. Landseitig wird die energetische Nutzung dieser Stoffe sehr stark durch die VO (EG) Nr. 1069/2009, die Abfälle hinsichtlich ihres Gesundheitsrisikos für Mensch und Tier kategorisiert und entsprechende Entsorgungspflichten definiert, eingeschränkt. Die energetische Nutzung ist derzeit nicht bzw. nur unter sehr ineffizienten Bedingungen möglich.

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung einer angepassten anaeroben Verwertung der Abfälle von Kreuzfahrtschiffen an Land unter Berücksichtigung der hygienischen Unbedenklichkeit. Bei erfolgreicher Entwicklung soll dieses Verfahren als alternative Verarbeitungsmethode in die Durchführungsverordnung VO (EG) Nr. 142/2011 aufgenommen werden. Dazu arbeitet das Projektkonsortium sehr eng mit dem Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei MV als zulassende Behörde zusammen.

Forschungsschwerpunkte

Um die hygienische Unbedenklichkeit des zu entwickelnden Gesamtverfahrens zu realisieren, soll der Anaerobstufe eine Verkohlung nachgeschaltet werden. Pyrolyse- bzw. HTC-Verfahren sollen dabei hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit miteinander verglichen werden. Zum Nachweis der hygienischen Unbedenklichkeit werden gezielt ausgewählte Keime in den Prozess eingebracht. Das Behandlungs- und Entsorgungssystem betrachtet neben der erzeugten Biokohle auch das entstehende Prozesswasser, das ebenfalls hygienisiert und entsorgt werden muss.

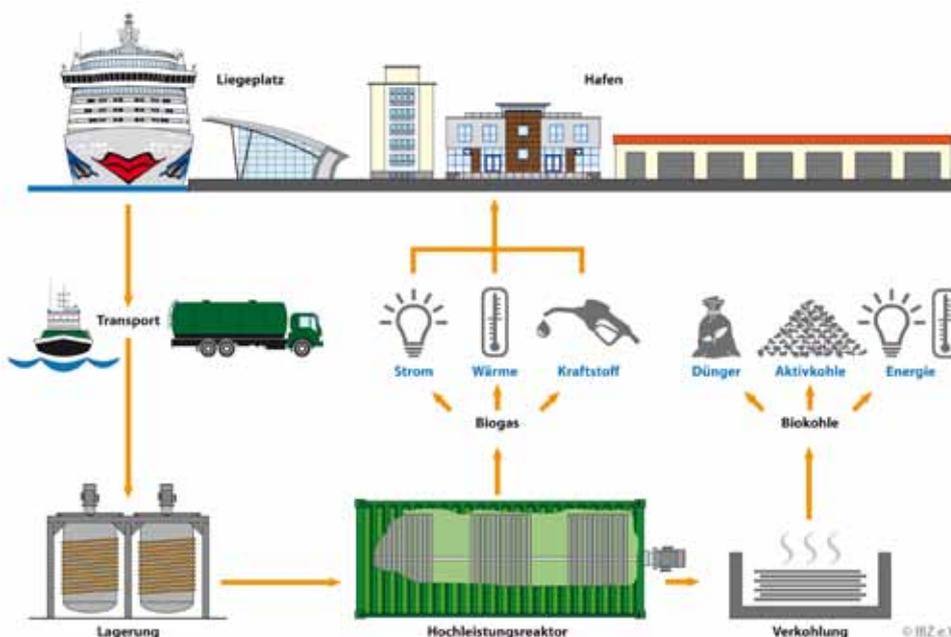


Abbildung 1
Verfahrensschema
der Entsorgung von
Schiffsabfällen zur
Energieerzeugung

Das Kreuzfahrtgeschäft ist saisonal und findet auf der Ostsee überwiegend in den Sommermonaten statt. Für die geplante Biogasanlage stehen in den Wintermonaten somit keine Frischsubstrate zur Verfügung. Um der Saisonalität zu entgegen, werden verschiedene Betriebsoptionen hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Umsetzbarkeit untersucht:

- » Kontinuierlicher Betrieb erfordert die Lagerung eines Teils der Substrate
- » Saisonaler Betrieb nur während der Kreuzfahrtsaison
- » Saisonaler Teillastbetrieb durch Lagerung kleiner Chargen energiereicher Fraktionen, die überwiegend während der Wintermonate gefüttert werden

Bei Speiseresten und Abwasserschlämme handelt es sich überwiegend um leicht abbaubare Substrate, die zum einen an Bord der Schiffe aber auch am Standort der Biogasanlage gelagert werden müssen. Hier sind Lagerungsverfahren notwendig, die einen biologischen Abbau vorab und die Bildung von Gasen unterbinden. Das Projektteam zielt hier auf eine bakterielle Versauerung ab, die sich durch einen niedrigen Energieaufwand auszeichnet. Optimale Lagerungsparameter sind dabei durch Lagerungsversuche mit unterschiedlichen Parametereinstellungen zu ermitteln.

Durch die leichte Abbaubarkeit der Substrate sind grundsätzlich 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. Gegenüber dem Stand der Technik soll aber nicht nur die Flüssigphase den Fermenter passieren, sondern der gesamte Substratsrom.

Ergebnisse

Der Vortrag bezieht sich insbesondere auf die Hintergründe und Ziele der Projektidee. Als Ergebnisse werden die Potentiale hinsichtlich Biomasseaufkommen, Energie, monetärer Wert und CO₂-Vermeidung am Beispiel des Rostocker Überseehafens gezeigt. Weiterhin werden erste Ergebnisse der Lagerungsversuche, der Oberflächenfermentation und der Keimreduzierung vorgestellt.

Literatur

- Hudde, J.; Orth, M.; Ibrahim, B.; König, K.; Bröcker, F.: 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.: Reststoffpotentiale zur Biogaserzeugung schlummern im Rumpf. In: Biogas Journal. Ausgabe 1. 2017. S. 64 f.
- Hudde, J.; Orth, M.: Biogaserzeugung aus Rest- und Abfallstoffen von Kreuzfahrtschiffen. In: Tagungsband 23. Energiesymposium Stralsund 2016. S. 75 ff.



Jessica Hudde

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

Kontakt
+49 (0) 3829574 124
jessica.hudde@ibz-hl.de

Andreas Zehnsdorf¹, Lucie Moeller¹, Aline Bauer¹, Harald Wedwitschka², Walter Stinner², Sandra Roth³, Markus Röhl³, Vasco Brummer⁴, Carsten Herbes⁴

Aquatische Makrophyten - ökologisch und ökonomisch optimierte Nutzung

Aquatische Makrophyten, Biogas, Silage, Biomassepotenzial, Stakeholderanalyse

Wasserpflanzen sind wichtige Elemente aquatischer Ökosysteme. Allerdings produzieren sie oft große Mengen an Biomasse, die im Rahmen der Gewässerunterhaltung entfernt werden muss. Statt diese Wasserpflanzen ungenutzt zu entsorgen, könnten sie auch ökonomisch und ökologisch sinnvoll genutzt werden, z.B. als Substrat für Biogasanlagen. Auf dieser Idee basiert das von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe geförderte Forschungsprojekt "AquaMak" (BMEL-Projekt 22403013, Laufzeit: 2014-2017). Die Projektpartner Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ) und Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU) ermittelten zunächst die in Deutschland jährlich anfallenden Mengen geernteter Wasserpflanzen und bewerteten die technische Machbarkeit sowie die Kosten und Akzeptanz verschiedener Nutzungspfade. Im Vortrag wird eine Übersicht über alle wesentlichen Ergebnisse des Verbundprojektes gegeben:

- » Datenerhebung zum Anfall von Wasserpflanzenbiomasse bei Entkrautungsmaßnahmen in deutschen Fließ- und Stillgewässern: Auf der Basis der erhobenen Daten kann geschätzt werden, dass deutschlandweit insgesamt ca. 100.000 Tonnen Frischmasse pro Jahr mit Mähbooten geerntet werden.
- » Stakeholderanalyse zu Wasserpflanzen und deren Entfernung: Sechzehn qualitative Interviews mit Wasserverbänden, Segel- und Kanusportlern, Tourismusverbänden, Naturschützern etc. wurden durchgeführt und einschlägige Presseberichte analysiert.
- » Begutachtung der Ernteguteigenschaften: Der Sedimentanteil in den 39 Proben des Wasserpflanzenernteguts war nicht höher als in konventionellen Substraten wie Mais- und Grassilage. Die Konzentrationen von Makroelementen waren vergleichbar mit Grassilagen. Die spezifischen Methanerträge der frischen Pflanzen bewegten sich im Bereich zwischen 142 und 309 mL_N/g oTS.
- » Entwicklung eines Silierverfahrens für die Konservierung der aquatischen Biomasse: 432 Silagevarianten der Wasserpflanze *Elodea nuttallii* und Getreidestroh mit verschiedenen Silierhilfsmittelkombinationen wurden getestet. Die Silagen zeigten ein relativ hohes Methanpotenzial von 250 mL_NCH₄/g oTS. Eine ausgewählte Mischsilage mit den besten Eigenschaften wurde in kontinuierlichen Langzeitversuchen getestet. Dabei wurden die hohen Gasertragspotentiale bestätigt.

¹ Department Umwelt- und Biotechnologisches Zentrum des UFZ, Leipzig

² DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

³ Institute for International Research on Sustainable Management and Renewable Energy (ISR) der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen

⁴ Institut für Landschaft und Umwelt (ILU) der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen



Andreas Zehnsdorf

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
Permoserstraße 15, 04318, Leipzig

Kontakt

+49 (0) 341 235 1850
andreas.zehnsdorf@ufz.de
www.ufz.de/aquamak

Michael Dittrich-Zechendorf¹, Heike Sträuber², Franziska Schäfer¹, Michael Tietze³, Matthias Leiker⁴, Jürgen Pröter¹, Franziska Bühligen², Sabine Kleinsteuber²

Spurenelemente als pH-Steuerung für mikrobielle Kettenverlängerung | Emission reduction with trace elements in waste-biogas plants



Spurenelemente

Biogas; Bioabfall, anaerobe Vergärung, Spurenelemente

The background of this joint project was to optimize the anaerobic digestion (AD) of bio-waste (organic fraction of household waste) for energy production considering the amount of existing and necessary trace-elements (TEs) in the fermentation process.

The objective was to verify the effect of TE addition on the acidification step (acidogenic fermentation (AF)) of a two stage biogas production system and to implement these results in the process. Furthermore, the re-complexation of existing TEs by FerroSorp® DGμ was examined with batch-tests.

Methods/techniques

As a first step, AF was established as batch process. An internally developed percolation reactor with integrated liquid-storage was used for these batch-tests. Maize-silage as a model feedstock was used as substrate without and with different TEs. The resulting percolate was analysed with T-RFLP to examine the differences in the microbial community composition.

AF of bio-waste was carried out without and with different TE additives. The produced percolate was used as substrate for methanogenesis in a second up-flow leach bed reactor. Finally these two stages were combined as a closed process (loop of process liquids).

Continuous stirred tank reactors were used for TE bioavailability tests. Therefore, re-suspended and sieved dried distiller's grain stillage (DDGS) was fermented in a high-load process with various modifications of FerroSorp®. The desulfurization performance of the process was used as an indicator for TE bioavailability and measured as H₂S concentration in the produced biogas.

As a main result the volatile fatty acids (VFA) production from the reference feedstock maize-silage could be increased with FerroSorp® DGμ compared to fermentation without trace

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig

² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Leipzig

³ GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH, Dresden

⁴ P.U.S. Produktions- und Umweltservice GmbH, Lauta

element addition.

However, it was not possible to produce the same concentration of VFA with bio-waste as feedstock. After few days of AF, methane was produced in the first stage of the system despite a low pH of 5.5 resulting in a degradation of the VFA (and an increasing pH up to 7.2).

This effect increased in the semi-continuously operated two-stage process. A separation of the metabolic stages did not succeed. However, the overall specific methane yield was improved and therefore leading to a higher energy output from the same amount of feedstock.

The fermentation of maize-silage with different additives showed a difference towards the VFA composition. Without additives mainly lactic and acetic acid were produced, while mainly butyric acid and later in progress lactic acid were produced using FerroSorp® DGμ. The overall yield (in terms of biogas production) with TEs could also be improved. In pilot scale, an increase of biogas production using FerroSorp® DGμ in the two-stage GICON® process was also recorded.

Conclusions

The biogas yield from bio-waste using a two-stage process could be improved with the addition of FerroSorp® DGμ to the acidification stage. However, a real separation of the process stages (VFA/methane production) could not be established as methane production occurred already in the acidification stage.



Michael Dittrich-Zechendorf

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

Kontakt
+49 (0) 341 2434 565
michael.zechendorf@dbfz.de

Felix Richter, Michael Kern, Thomas Raussen, Jörg Siepenkothen, Markus Blume

Potenziale, optimierte Erfassung und stofflich-energetische Verwertung von Nahrungs- und Küchenabfällen (Bio-OPTI)



Bio-OPTI

Biogut, Nahrungs- und Küchenabfälle, Potenziale, Biogas, Stoffstrommanagement

Obwohl das deutsche Abfallrecht eine Getrenntsammlung von überlassungspflichtigen Bioabfällen seit 01.01.2015 vorschreibt, werden Nahrungs- und Küchenabfälle (NuK) zu einem mehrheitlichen Anteil weiterhin über den Restmüll anstatt über die Biotonne (als Biogut) entsorgt (RICHTER et al. 2017). Als Folge davon stehen diese energiereichen Substrate für eine optimale Verwertung in integrierten Vergärungs- und Kompostierungsanlagen nicht zur Verfügung, was in der Praxis häufig zu geringeren als bei der Anlagenplanung angenommenen Gaserträgen führt. Vor diesem Hintergrund wurden im Forschungsvorhaben Bio-OPTI

- (i) Potenziale von NuK in Deutschland ermittelt,
- (ii) Optimierungsansätze zur Getrennterfassung von NuK entwickelt,
- (iii) die Auswirkung einer verstärkten Getrennterfassung von NuK auf deren optimale Verwertung untersucht sowie
- (iv) die damit verbundene Klima- und Ressourcenrelevanz abgeschätzt.

Neben Abfallanalysen und Stoffstrommodellierungen wurden zur Ergebnisfindung auch Befragungen von Anlagenbetreibern und -herstellern durchgeführt.

Das Gesamtpotenzial von NuK in Deutschland wurde auf rund 80 kg/E*a geschätzt, von denen lediglich 20 % bereits über die Biotonne erfasst werden. In verschiedenen Szenarien wurde eine Vermeidung von NuK um 10 % sowie eine gesteigerte Getrennterfassung von NuK um bis zu 63 % angenommen. Um diese Steigerungen zu erreichen, ist eine optimierte Ausgestaltung der Erfassungssysteme durch die öRE hinsichtlich des Abfuhrintervalls, des Anschluss- und Benutzungszwangs, des Gebührensystems, der Abfallsatzung, des Umgangs mit Fremdstoffen sowie der Öffentlichkeitsarbeit notwendig.

Bei der Prozesskettenmodellierung einer integrierten stofflich-energetischen Verwertung auf Basis der entwickelten Szenarien zeigten sich qualitative und quantitative Veränderungen aller Input- und Outputgrößen mit Konsequenzen für den Anlagenbetrieb, vor allem im Bereich der Biogutaufbereitung und der Kompostkonfektionierung. Diese Einschätzung teilten auch die Anlagenhersteller, sowie die Anlagenbetreiber, die insgesamt die prognostizierten Veränderungen als umsetzbar betrachteten, allerdings nur mit Zusatzaufwendungen im Bereich des Stoffstrommanagements und der Anlagentechnik. In den entwickelten Szenarien ist eine erhöhte Einsparung an Treibhausgasen und fossilen Energien von bis zu 30 % im Vergleich zum Status quo möglich.

Literatur

Felix Richter, Thomas Raussen, Hans-Jörg Siepenkothen, Jana Wagner, Michael Kern (2017): Nahrungs- und Küchenabfälle – Potenziale, Nutzung und Auswirkungen auf die Prozesskette Biogutverwertung (Forschungsvorhaben Bio-OPTI). In: K. Wiemer, M. Kern, T. Raussen (Hrsg.): Bio- und Sekundärrohstoffverwertung XII, stofflich - energetisch. Witzhausen 2017, S. 237 -256.



Dr. Felix Richter

Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und
Energie GmbH
Werner-Eisenberg-Weg 1, 37213 Witzenhausen

Kontakt
+49 (0) 5542 938025
f.richter@witzhausen-institut.de

Mohammad Aleysa, Niro Akbary

Kombination aus intelligenter Regelung und permanenter Überwachung für einen sachgemäßen Betrieb von Biomasseheizkesseln in der Praxis



Kombinationssystem

Praxisgerechtes Monitoring von Heizkesseln, permanente Überwachung, intelligente Regelung, Biomasseheizkessel, Kombinationssystem, sachgemäßer Betrieb von Biomasseheizkesseln

In diesem wissenschaftlichen Beitrag (Vortrag) geht es um ein Kombinationssystem zu einer intelligenten Regelung und permanenten Überwachung von Biomasseheizkesseln durch den Einsatz von O_2/CO_e -Sensorik. Dieses Kombinationssystem wurde im Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP erfunden und wird im Rahmen eines laufenden Forschungsprojekts (Kombinationssystem, Förderkennzeichen: 03KB109A) entwickelt, welches vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) durch den Projektträger Jülich (PtJ) gefördert wird.

Der Betreiber von Biomasseheizkesseln hat einen großen Einfluss sowohl auf den Brennstoff als auch auf die Verbrennungstechnik. Daher soll die permanente Überwachung des Betriebs zu einer positiven Entwicklung des Betreiberhaltens und somit zu einer effizienten und umweltverträglichen Energiebereitstellung beitragen. Durch intelligente innovative Regelalgorithmen kann der Heizkessel unabhängig von dem eingesetzten Brennstoff eine sachgemäße Verbrennung aufgrund einer präzisen Verbrennungsluftzufuhr gewährleisten. Beim Auftreten von Komplikationen bzw. Betriebsstörungen, die sich regelungstechnisch nicht beheben lassen (z. B. beim Einsatz illegaler Brennstoffe wie Abfälle), wird der Betreiber über die Fehler sowie über die möglichen Ursachen per E-Mail und SMS informiert. Durch diese frühzeitige Fehlererkennung und -beseitigung werden keine gefährlichen Schadstoffe (z. B. Feinstaub, CO , C_nH_m , PAKs usw.) entstehen. Im Rahmen dieses Vortrags werden die Prinzipien der Regelung und Überwachung auf Basis der O_2/CO_e -Sensorik mit den bisher erreichten Forschungsergebnissen vorgestellt. Im Rahmen des oben erwähnten Projekts wurde festgestellt, dass durch die Kombination der Regelung mit der permanenten Überwachung nicht nur eine bedeutsame Reduzierung der staub- und gasförmigen Emissionen erreicht sondern auch eine deutliche Erhöhung des Wirkungsgrads im Praxisbetrieb (über 93 %) gewährleistet werden kann.



Mohammad Aleysa

Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Abteilung
Umwelt, Hygiene und Sensorik
Nobelstraße 12, 70569-Stuttgart

Kontakt

+49 (0) 711 970 3455
niro.akbary@ibp.fraunhofer.de
mohammad.aleysa@ibp.fraunhofer.de

Tobias Herrmann, Marius Dillig, Jürgen Karl

Impedanzspektroskopische Diagnostik an SOFC Stacks



FlexSOFC

SOFC, Online Diagnose, State-of-health, Impedanzspektroskopie

Die elektrochemische Umsetzung von Biosyngas in Hochtemperaturbrennstoffzellen ist eine effiziente Möglichkeit zur dezentralen Bereitstellung von Strom und Wärme. Eines der Kernprobleme ist hierbei die fluktuierende Brenngaszusammensetzung im Produktgasstrom der thermochemischen Vergasung. Diese entsteht beispielsweise durch den Einsatz von minderwertigen, uneinheitlichen Brennstoffen und unterschiedlichen Feuchtegraden. Infolge dessen, kann es bei hohen Brennstoffausnutzungsgraden zu einer lokalen Brennstoffverarmung an der Anode kommen, welche den Zellstack schnell altern lässt (HAUTH et al. 2011).

Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung einer Online-Diagnostik, welche es möglich macht einen SOFC-Stack degradations sicher mit fluktuierenden Brenngaszusammensetzungen zu betreiben. Dazu wird der momentane Stackzustand im laufenden Betrieb mit Hilfe der elektrochemischen Impedanzspektroskopietopologie analysiert, die in einen Wechselrichter mit ripplestromfreier Topologie (NOVUM Engineering) implementiert ist.

Das Projekt umfasst die Integration der Impedanzanalyse an einen 1kW_{el} -SOFC-Stacks des Lehrstuhls für Energieverfahrenstechnik (FAU), die Methodenentwicklung zur Diagnosefunktion sowie die Erstellung eines Modulregelkonzepts. Im späteren Verlauf soll die entwickelte Methode an einer realen Holzvergasungsanlage der Firma Spanner demonstriert werden.

Der Konferenzbeitrag liefert einen Überblick über die Motivation und Problematik der Kopplung von Vergasung und Hochtemperaturbrennstoffzelle. Anschließend werden erste Projektergebnisse präsentiert. Diese zeigen die erfolgreiche Kopplung von Impedanzspektroskopiediagnostik an einem SOFC-Stack. Die Impedanzspektren werden auf ihre Aussagekraft hin untersucht und deren Nutzungspotential hinsichtlich der Onlinediagnose wird diskutiert.

Literatur

Hauth, M.; Lerch, W.; König, K.; Karl, J. (2011): Impact of Naphthalene on the Performance of SOFCs during Operation with Synthetic Wood Gas. In: Journal of Power Sources 196.17 (2011): 7144–7151. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2010.09.007>



Tobias Herrmann

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

Kontakt
+49 (0) 911 530 29022
tobias.herrmann@fau.de

Daniel Christ, Marvin Scherzinger, Martin Kaltschmitt

Optimierung der thermischen Biomassenutzung durch Autoklavierung - BioAuto



BioAuto

Biomasse, Autoklavierung, biogene Festbrennstoffe, Schadstoffentfrachtung

Einige biogene Stoffe wie z. B. Laub und Grünschnitt können im aktuellen Stoffstrommanagement der Stadtreinigung Hamburg (SRH) entweder nicht oder nur sehr ineffizient energetisch genutzt werden. Für einen Einsatz in bereits bestehenden Konversionsverfahren wie z. B. der anaeroben Vergärung sind diese Stoffströme ebenfalls nicht geeignet. Deshalb soll untersucht werden, ob mit Hilfe des Verfahrens der Autoklavierung ausgewählte organische (Abfall-)Stoffströme von Schad- und Störstoffen befreit sowie einfach und energieeffizient entwässert werden können, um einen lagerfähigen und höherwertigen Festbrennstoff zu erzeugen, der dann ökonomisch darstellbar als Energieträger genutzt werden kann.

Um dieses Ziel zu erreichen werden zunächst die zu untersuchenden Stoffströme umfassend charakterisiert. Anschließend werden die Auswirkungen und Konsequenzen der Autoklavierung auf die untersuchte Biomasse analysiert und quantifiziert. Dies geschieht zunächst im Technikums- und danach in einem Demonstrationsmaßstab. Dabei sollen primär um die Veränderungen der Stoffströme im Bereich des Heizwertes, des Wassergehaltes und der Schadstoffzusammensetzung untersucht und insbesondere quantifiziert werden. Zusätzlich werden die bei der Autoklavierung auftretenden Nebenstoffströme wie z. B. die aus der Autoklavierung freigesetzte flüssige Phase ebenfalls auf mögliche energetische und stoffliche Nutzungsoptionen hin untersucht; hierbei steht bisher vor allem das Biogasbildungspotenzial der kondensierten Brüden im Fokus.

Ausgehend von diesen Voruntersuchungen soll eine Demonstrationsanlage ausgelegt und an einem Standort der Stadtreinigung Hamburg errichtet werden; dabei liegt der Fokus auf der Integration in die bereits vorhandene Infrastruktur. Danach erfolgt eine Testung und Optimierung dieser Anlage. Projektbegleitend erfolgen eine Bilanzierung des gesamten Prozesses sowie eine Bewertung anhand ökonomischer und ökologischer Kriterien zur Einordnung der Autoklavierung in das Stoffstrommanagement der Stadtreinigung Hamburg.

Dieses Projekt soll zeigen, dass der Prozess der Autoklavierung die Brennstoffqualität sowie die Lagerfähigkeit einiger Stoffströme kostengünstig verbessern kann. Dadurch kann die thermische Nutzung derartiger Stoffe attraktiver gestaltet und sowohl klimaschädliche Emissionen durch eine Nichtnutzung als auch Klimagase durch eine danach mögliche Substitution fossiler Energieträger verhindert werden.



Marvin Scherzinger

Technische Universität Hamburg (TUHH), Institut
für Umwelttechnik und Energiewirtschaft (IUE)
Eissendorfer Straße 40, 21073 Hamburg

Kontakt
+49 (0) 40 428 78 48 29
marvin.scherzinger@tuhh.de

Timo Zornek

Betrieb einer Demonstrationsanlage bestehend aus Biomassevergaser und Mikrogasturbine



DeHoGas

KWK, Mikrogasturbine, Verbrennung, Vergasung, Biomasse

Das Projekt „Nachhaltiges dezentrales Holzvergaserkraftwerk mit gekoppelter Mikrogasturbine (DeHoGas)“ befasste sich mit der Kopplung von Mikrogasturbinen mit atmosphärischen Festbettvergasern zur dezentralen Kraft-Wärmeerzeugung mit Biomasse. Mikrogasturbinen gelten als sehr brennstoffflexibel und wartungsarm, weshalb sich deren Einsatz für die Nutzung von Produktgasen aus der Biomassevergasung anbietet. Da kommerzielle Mikrogasturbinen jedoch für Erdgas ausgelegt sind, war die Kopplung mit einem Festbettvergaser bislang nicht möglich. Grund hierfür sind die im Vergleich zu Erdgas unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften der Produktgase.

Wesentliche Schwerpunkte des Projekts waren deshalb die Entwicklung eines neuen Brennkammersystems, die Implementierung in die Mikrogasturbine und die Erprobung der Brennkammer sowie des gesamten Anlagenverbunds in einer Demonstrationsanlage. Das Design des Brennkammersystems leitet sich vom Konzept der flammenlosen Oxidation (FLOX®) der Fa. WS Wärmeprozessestechnik ab. Damit unterscheidet es sich von konventionell in Gasturbinen eingesetzten Drall-Brennern. Die Untersuchungen des Brennkammersystems in atmosphärischen Brennerprüfständen sowie im Mikrogasturbinenprüfstand ergaben ein stabiles Verbrennungsverhalten bei verschiedenen Gaszusammensetzungen und thermischen Leistungen.

Mit der erfolgreichen Charakterisierung des gekoppelten Anlagenbetriebs konnte die Funktionalität des Brennkammersystems und die Eignung der Mikrogasturbine für den Betrieb mit Produktgasen aus der Vergasung auch unter realen Bedingungen demonstriert werden. Selbst bei starken Schwankungen der Gaszusammensetzungen zeigte die Mikrogasturbine ein stabiles Betriebsverhalten. Die gemessenen Schadstoffemissionen lagen über den gesamten Betriebsbereich deutlich unter den geforderten Grenzwerten der TA Luft 2002. Betriebseinschränkungen ergaben sich durch den Luftverdichter und die Leistungselektronik, da sich deren Betriebspunkte im Vergleich zum Erdgasbetrieb verschieben. Anhand der Ergebnisse und numerischer Simulationen konnten Optimierungspotentiale und notwendige Entwicklungsschritte abgeleitet werden. Das entwickelte Brennkammersystem ermöglicht nun den Betrieb der Mikrogasturbine mit wasserstoffhaltigen Schwachgasen.



Timo Zornek

Institution: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart

Kontakt
+49 (0) 711 6862 323
timo.zornek@dlr.de

Thomas Trabold, Marius Dillig, Jürgen Karl

Ash-to-Gas: Mikrobielle Biomethan-Erzeugung mit Wasserstoff aus der thermischen Vergasung von Biomasse mit Nährstoffen aus Vergasungsrückständen



Ash-to-Gas

Vergasung, Biologische Methanisierung

Bestimmte Archaeen sind in der Lage H_2 und CO_2 zu Methan umzusetzen (SAHM 1981). Diese Fähigkeit wird von Forschungseinrichtungen und forschungsnahen Unternehmen zur Erdgas-substitution herangezogen. Hierbei wird zumeist Gas aus einer Biogasanlage mit Wasserstoff aus der Elektrolyse weiterveredelt, um die Einspeisekriterien ins Erdgasnetz zu erfüllen (THEMA 2016).

Einen neuen Ansatz verfolgt das seit Anfang 2015 vom BMWi geförderte Projekt Ash-to-Gas. Der Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik (EVT) der Universität Erlangen-Nürnberg, die MicroPyros GmbH und Fraunhofer UMSICHT arbeiten hier an einer Möglichkeit, über Vergasung erzeugtes Holzgas mikrobiologisch umzusetzen. Die Idee ist, das im Holzgas enthaltene CO_2 und H_2 zur Methanisierung zu nutzen und nur geringe Mengen an H_2 über die Elektrolyse beizusteuern, um die Stöchiometrie herzustellen. Gleichzeitig bietet sich die große Möglichkeit, Nährstoffe für die Mikroorganismen durch die Asche des Vergasers bereitzustellen. Einen etwaigen Biofiltereffekt für Schadstoffe aus der Asche gilt es noch zu erforschen, genauso wie die Fähigkeit der verwendeten Archaeen-Teere umzusetzen oder zumindest zu tolerieren (WOLF et al. 2015; TRKMIC et al. 2016).

Im Zuge dieses Projektes wurde am EVT ein 7 L-Rührfermenter aufgebaut (vgl. Abb. 1), in dem die Mikroorganismen zunächst mit synthetischem Holzgas versorgt werden, um das Betriebsverhalten der Mikroorganismen in Abhängigkeit der Gasqualität zu untersuchen. Anschließend soll die Fermenteranlage an einen allothermen Wasserdampfvergaser gekoppelt werden, der mit Holzpellets betrieben wird.

Im Rahmen des Beitrags, sollen neben einem Statusbericht auf einzelne Kernpunkte des Projektes wie die Fermenterentwicklung, oder die Bereitstellung von Nährstoffen durch Asche näher eingegangen werden.



Abbildung 1
7L-Rührfermenter des EVT mit Glaslaterne während des Betriebs

Literatur

- Sahm, H. (1981): Biologie der Methan-Bildung. In: Chem.-Ing.-Tech., vol. 53, no. 11, pp. 854–863, 1981. DOI: 10.1002/cite.330531105
- Thema, M. (2016): Biological Methanation-State of the art in science and technology. Nürnberg, 2016.
- Wolff, M.; Brotsack, R.; Karl, J. (2015): Allothermal Steam Gasification With Biological Methanation: Bio Methane From Lignocellulosic Feedstock. In: EUBCE, Wien, pp. 1–6, 2015.
- Trkmic, M.; Kienzl, N.; Retschitzegger, S. (2016): Characterisation and Environmental Impact Assessment of Biomass Ash in Dependency on Combustion Conditions, In: 24th European Biomass Conference and Exhibition, 2016, p. 11.



Thomas Trabold

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

Kontakt
+49 (0) 911 530 29027
thomas.trabold@fau.de

Dennis Krüger¹, Thomas Zeng¹, Emin Açikkalp^{1,2}, Marco Söllner^{3,4}, Andreas Ortwein¹, Holger Burkhardt³, Werner Klenk³, Michael Deichsel⁴

Theoretische und experimentelle Entwicklung eines neuartigen biomassebe-feuerten Klein-KWK-Dampfmotors mit einer elektrischen Leistung von bis zu 30 kW



DampfKWK

KWK, Dampfmotor, Biomasse, Simulation, Verbrennung

Im zukünftigen, von fluktuierenden Energiequellen geprägten Energiesystem werden kleine, biomassegefeuerte KWK Anlagen 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 können und damit zur notwendigen Netzstabilität und Versorgungssicherheit beitragen (THRÄN 2015). Doch gerade im Wärmebereich gibt es noch Optimierungspotenzial. So kann durch eine adaptive Übertragung von KWK-Anlagen auf Biomassefeuerungsanlagen eine wirtschaftliche und energetische Optimierung solcher Anlagenkonzepte erreicht werden.

Hierfür wird in dem vom BMWi geförderten Projekt „Dampf-KWK – Entwicklung eines Klein-KWK-Dampfmotors zur Nachrüstung von Feuerungsanlagen im mittleren Leistungsbereich“ (FKZ: 03KB118) ein Wärmeübertragungssystem zur Dampferzeugung entwickelt, um mit vertretbarem Aufwand ein Dampf-KWK-System mit 10–30 kW_{el} an einer existierenden Biomassefeuerung erstmalig zu demonstrieren. Hierbei werden zunächst mögliche Problemfelder bei der regelungstechnischen und thermodynamischen Integration der Einzelkomponenten Feuerung, Verdampfer und Dampfmotor in die Gesamtanlage anhand von Simulationen identifiziert.

Im vorliegenden Beitrag werden diese theoretisch gewonnenen Erkenntnisse mit Hilfe von experimentell gewonnenen Daten validiert. In diesem Zusammenhang soll der Einfluss kritischer Parameter wie z. B. die Wärmeübertragung vom heißen Abgasstrom auf das Arbeitsmedium des Stromerzeugers (insbesondere Dampf und Ethanol) sowie die oftmals relativ hohe Staubbelastung, die zu einer hohen Verschmutzungsneigung des Wärmeübertragers führt, hinsichtlich der Anlageneffizienz bewertet werden, um optimale Betriebsbedingungen dieses neuartigen biomassebefeuerten Klein-KWK-Dampfmotors abzuleiten.

Literatur

Thrän, D. (ed.) (2015): Smart bioenergy. technologies and concepts for a more flexible bioenergy provision in future. Springer International Publishing – ISBN: 978-3-319-16192-1

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig

² Bilecik S.E. University, Engineering Faculty, Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, Bilecik/Turkey

³ Burkhardt GmbH, Mühlhausen

⁴ Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, Fakultät Maschinenbau und Versorgungstechnik



Thomas Zeng

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

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

Takahiro Yoshida

Stand und Ausblick der Bioenergienutzung in Japan unter besonderer Berücksichtigung torrefizierter Biomasse

Bioenergie, Japan, torrefiziertes Holz

Hintergrund

In Japan sind 67 % der Landfläche mit Wald bedeckt, was einem geschätzten Gesamtvolumen von etwa 5 Mrd. m³ entspricht. Der Holzverbrauch in Japan beträgt ca. 75 Mio. m³ wobei die Nutzungsrate aus heimischen Wäldern mit ca. 35 % noch recht gering ist. Gleichzeitig importiert Japan mehr als 90 % seines Primärenergiebedarfs. Mit zu den früheren Deutschen Einspeisetarife vergleichbaren Regelungen versucht Japan die energetische Nutzung der eigenen Holzressourcen zu steigern und hat damit ein gewisses Risiko, dass die gleichen kontraproduktiven Entwicklungen wie in Deutschland eintreten. Ein schnellerer Umstieg auf eine smarte Bioenergie könnte den Einfluss und die soziale Akzeptanz insbesondere in den kleinteiligen ländlichen Regionen steigern. Die Torrefizierung von Holzmaterialien für kleinskalige Anwendungen könnte eine vielversprechende Möglichkeit sein.

Forschungsschwerpunkt

Erforscht wird der Stand der Forstwirtschaft und der Holznutzung für Bioenergie, die möglichen zukünftigen Entwicklungen mit besonderem Fokus auf kleine bis mittelgroße Torrefizierungsanlagen für Holz und die technischen und wirtschaftlichen Vorteile der Verwendung der TorrPellets in Konversionsanlagen kleiner Leistung.

Maßnahmen

Kontinuierlich wird die Entwicklung der Holznutzung für Bioenergie beobachtet und gegenüber den Veränderungen der Einspeisetarife diskutiert. Für kleine Anlagen ist die Pelletierung ein vielversprechender Weg um die Brennstoffqualität zu verbessern. Jedoch benötigt die Pelletierung im Vergleich zur Holzhackschnitzelherstellung zusätzliche Energie während des Prozesses. Es entstehen auch zusätzliche Kosten. Die Torrefizierung des Ausgangsmaterials oder der Pellets ist ein weiterer energieverbrauchender und kostenintensiver Verfahrensschritt. Daher ist es nicht sicher, dass die Gesamtkosten der torrefizierten Pellets am Brennstoffmarkt akzeptiert werden. Im Zuge der Kooperation zwischen dem FFPRI (Japan) und dem DBFZ (Deutschland) findet intensive Forschung zur Herstellung und Verwendung von torrefizierten Holzpellets statt. Ein Aspekt dieser Arbeit ist die Suche nach wirtschaftlich tragbaren Anwendungsfällen. In Japan hat die Beheizung von Gewächshäusern einen bedeutenden Anteil am Wärmebedarf, der bisher aus Öl gedeckt wird. Japans politischer Strategie folgend die energetische Biomassennutzung auszubauen, erforscht das FFPRI die Herstellung torrefizierter Holzhackschnitzel in einem kontinuierlichen Prozess mittels eines Drehrohrofens von Actree (Abb. 1) und anschließender Pelletierung in Zusammenarbeit mit Sanyo Trading, die über die notwendige Pelletierungstechnologie und -erfahrung verfügen. Unsere Forschungsgruppe hat erfolgreich torrefizierte Holzhackschnitzel aus feuchter japanischer Zeder und europäischer Fichte hergestellt. Erste Verbrennungsversuche der Produkte haben stattgefunden (Abb. 2) und die Wirtschaftlichkeit wird weiter untersucht.



Abbildung 1
Drehrohrofen in der Versuchsanlage und torrefizierte Pellets aus japanischer Zeder (FFPRI, Takahiro Yoshida)



Abbildung 2 Verbrennungsversuch mit torrefizierten Pellets in einem Gewächshaus (FFPRI, Takahiro Yoshida)

Ergebnisse

Japan verfügt über beachtliche Holzressourcen für die stoffliche als auch energetische Verwendung. Ohne Anreize wird die notwendige Infrastruktur zum Erschließen dieser Ressourcen nicht eingerichtet. Daher wurde ein Einspeisetarif durch die japanische Regierung eingeführt, was zu einem Anstieg an Biomasseverstromungsanlagen führt. Aufgrund der fehlenden Anreize oder Regularien für KWK-Anwendungen, haben sehr viele neue Bioenergieanlagen keine angemessene Wärmenutzung. Das Smart Bioenergy Konzept könnte helfen die Zustimmung für Zuschüsse und Anlagen dieser Art zu steigern.

Am Beispiel der torrefizierten Holzpellets wird die Wirtschaftlichkeit auch im Vergleich zu den Bedingungen in Deutschland geprüft.



Dr. Takahiro Yoshida

FFPRI
Forestry and Forest Products Research Institute
1 Mastu-no-sato, Tsukuba, 305-8687, Japan

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

Mohammad Aleysa, Souha Meriee, Niro Akbary

Integrierte Abgasreinigung mit intelligenter Regelung für einen ökonomischen und ökologischen Betrieb von automatischen und handbeschickten Biomasseverbrennungsanlagen in der Praxis



LEVS

Integrierte Abgasreinigung, zweistufige Verbrennung, Vielbrennstoffvergasertechnik, Zyklonbrennkammer, Einbautentechnik, intelligente Regelung, Vergaserkessel

In diesem wissenschaftlichen Beitrag wird eine neuartige Verbrennungstechnologie, das sogenannte LEVS: Low-Emission-Verbrennungssystem vorgestellt, welches eine ökologische und ökonomische Verbrennung von festen Brennstoffen mit unterschiedlichen verbrennungstechnischen Eigenschaften ermöglicht. Diese Technologie wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes entwickelt, welches vom BMWi über den Jülich-Projektträger bzw. unter dem Förderkennzeichen O3KB093A finanziert wurde. Bei diesem Forschungsprojekt ist es gelungen, eine Verbrennungstechnik zu entwickeln, mit der die Emissions- und Effizienzanforderungen der 1. BImSchV sowie der künftigen Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG ohne weitere Sekundärmaßnahmen zur Abgasentstaubung oder weiteren Abgasbehandlung im Praxisbetrieb eingehalten werden können.

Im Rahmen dieses wissenschaftlichen Beitrags wird das Low-Emission-Verbrennungssystem mit den Neuheiten bzw. Besonderheiten sowie mit den erreichten Forschungsergebnissen bei dem handbeschickten Betrieb (Vergaserkessel) präsentiert. Zu den Forschungsergebnissen gehören die Minderung der staub- und gasförmigen Emissionen sowie die Verbesserung der Verbrennungseffizienz, welche zur Minderung der CO₂-Emissionen führt. Außerdem wird die verwendete SPS-Regelung vorgestellt, welche einen stabilen und intelligenten Betrieb bei der Verbrennung problematischer Brennstoffe gewährleistet. Darüber hinaus wird das Konzept zur Weiterentwicklung des Low-Emission-Verbrennungssystems für automatisch beschickte Heizkessel als Vielbrennstoffvergasertechnik zur Verbrennung von problematischen Brennstoffen wie z. B. Agrar- und Restbrennstoffe sowie Abfälle vorgestellt.

Der Abschlussbericht des LEVS-Projekts (O3KB093):

https://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/user_upload/Steckbriefe/dokumente/O3KB093_Abschlussbericht_Fraunhofer_IBP.pdf



Dr. Mohammad Aleysa

Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Abteilung
Umwelt, Hygiene und Sensorik
Nobelstraße 12, 70569-Stuttgart

Kontakt

+49 (0) 711 970 3455
mohammad.aleysa@ibp.fraunhofer.de

Mirjam Müller, Mario König, Ingo Hartmann

Emissionsminderung bei der energetischen Nutzung alternativer Brennstoffe - kombinierte Minderung von Staub und gasförmigen Schadstoffen



SCR-Filter

Biomasseverbrennung, Emissionsminderung, Alternative Brennstoffe

Bei der Verbrennung von landwirtschaftlichen Reststoffen treten erhöhte Staubemissionen und gasförmige Verbindungen wie NO, SO₂ und HCl auf. Verfahren zur sekundären Minderung dieser Schadstoffe sind zwar bereits für Großanlagen im Megawattbereich verfügbar, im kleineren Leistungsbereich jedoch nicht wirtschaftlich einsetzbar.

Ziel des Vorhabens „SCR-Filter – Demonstration von Verfahren zur kombinierten Reduktion von Stickoxiden und Feinstaub an Biomassefeuerungen“ war es, ein Verfahren zur Entstaubung von Abgasen mit simultaner Reduktion von Stickoxiden für Feuerungsanlagen zu entwickeln, welches wirtschaftlich im dezentralen Leistungsbereich (bis 1 MW) eingesetzt werden kann. An dem Forschungsvorhaben waren das DBFZ gemeinsam mit den Partnern Industrietechnik Barleben GmbH, dem Fraunhofer IFF und der Dr. Weigel Anlagenbau GmbH beteiligt. Das eingesetzte Abgasreinigungssystem basiert auf einem katalytisch beschichteten Gewebematerial, welches die Kombination von Staubabscheidung und selektiver katalytischer Reduktion (SCR) von NO_x mit dem Einsatz eines vor dem Filter in das Abgas eingedüsten Reduktionsmittels (32,5 %-ige Harnstofflösung) ermöglicht.

Es wurden Untersuchungen mit Holzhackschnitzel, Strohpellets und Mischpellets durchgeführt. Mit dem bisherigen Aufbau wurden Abscheidegrade von 80–90 % für Staub erreicht. Für Stroh als auch die Mischbrennstoffe konnten damit die aktuellen Grenzwerte eingehalten werden. Der zukünftige Grenzwert von 20 mg/m³ (bezogen auf 6 Vol.-% O₂) konnte jedoch nicht in jedem Fall unterschritten werden. In einem Folgeprojekt sollen Optimierungsansätze umgesetzt werden, um die Staubabscheideleistung des Filters noch weiter zu erhöhen. Auf den SCR-Prozess haben verschiedene Parameter einen Einfluss: Temperatur am Filter und im Abgasstrang, das Konzentrationsniveau der Stickoxide und des eingedüsten Reduktionsmittels als auch Katalysatorgifte sowie die Anströmung der Filterfläche. Mit dem derzeit aufgebauten System können bereits Minderungsraten von 50–60 % unter Beachtung eines möglichst geringen NH₃-Schlupfes erreicht werden. Damit können bei Agrarbrennstoffen Reingaskonzentrationen von 225–300 mg/m³ (bezogen auf 6 Vol.-% O₂) bei einer Filtertemperatur von 230–240 °C erreicht werden. Der zusätzliche Einsatz eines Precoatmaterials soll das Wirkungsspektrum der kombinierten Anlage zukünftig erweitern und für eine Minderung von SO₂ und HCl sorgen.



Mirjam Müller

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

Kontakt
+49 (0) 341 2434 473
mirjam.mueller@dbfz.de

Julian Walberer, Giovanni Mateus, Martin Meiller, Robert Daschner, Andreas Hornung

Innovative sekundärseitige Ansätze zur Minderung von NO_x und Staubemissionen bei Biomassefeuerungen

SCR Verfahren, kombinierte NO_x- und Staubabscheidung, Biomassefeuerungen

Vor dem Hintergrund der Anpassung der TA-Luft bzw. der Einführung einer neuen BImSchV drohen deutliche Verschärfungen bestehender Emissionsgrenzwerte, insbesondere für NO_x und Staub. Besonders Biomassefeuerungen im Leistungsbereich zwischen 1 MW und 5 MW stehen vor großen technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen (ALTER 2017). Aus diesem Grund müssen zukünftig neue Lösungen bereitgestellt werden mit denen die neuen Grenzwerte zuverlässig eingehalten werden und weiterhin ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist.

Forschungsschwerpunkte

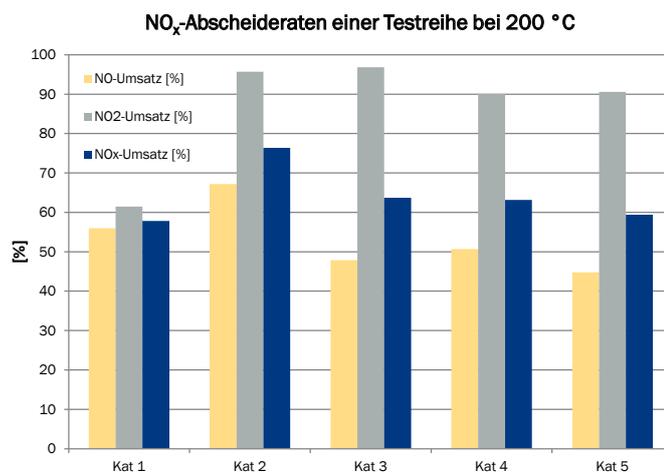
Fraunhofer UMSICHT arbeitet seit Jahren an primärseitigen sowie sekundärseitigen Technologien zur Vermeidung und Verminderung schädlicher Emissionen bei der Verbrennung von Biomasse (MEILLER et al. 2017; MEILLER 2016). Aufgrund unterschiedlicher Ursachen ist in den letzten Jahren verstärkt die Problematik der NO_x- sowie (Fein)staubemissionen in den öffentlichen Fokus gerückt. Im Rahmen des Vortrags wird ein Konzept vorgestellt, welches von Fraunhofer UMSICHT in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner entwickelt wurde und die kombinierte Abscheidung von Feinstaub und Stickoxiden in einem Verfahrensschritt bei dezentralen Biomassefeuerungen im kleinen und mittleren Leistungsbereich zum Ziel hat. Der Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten liegt in der Herstellung kostengünstiger Katalysatoren die bereits in sehr niedrigen Temperaturbereichen einen ausreichend hohen Abscheidegrad erreichen.

Maßnahmen

Eine konventionelle Abgasreinigung aus separatem Staubfilter und SCR-Verfahren (SCHÜTTENHELM 2009) ist für kleine und mittlere Biomassefeuerungen wirtschaftlich nicht darstellbar. Durch die Entwicklung eines katalytisch-aktiven Filters zur kombinierten Abscheidung von Staub und Stickoxiden soll jedoch Betreibern eine kompakte, nachrüstbare Lösung bereitgestellt werden, welche auch ökonomisch realisierbar ist. Um dies zu erreichen wurde ein Verfahren entwickelt um Katalysatoren effizient in keramische Festkörper einzubringen und darüber hinaus gezielt nach kostengünstigen Katalysatoren gesucht, die bereits in niedrigen Temperaturbereichen (150 - 200 °C) eine ausreichende katalytische Aktivität zeigen.

Ergebnisse

Bei der Aktivierung der Träger wurden zwei unterschiedliche Verfahren entwickelt. Sowohl beim Imprägnierungs- als auch dem Verkapselungsverfahren konnten aktivierte Filterkerzen mit hohen Abscheideraten hergestellt werden. Die Ermittlung der NO_x-Abscheideraten erfolgte in einem bei Fraunhofer UMSICHT konzipierten Prüfstand (Abbildung 1), welcher es ermöglicht verschiedene NO_x-Konzentrationen und somit unterschiedliche Abgasqualitäten zu simulieren. Eine Beaufschlagung der Katalysatoren mit Katalysatorgiften (z. B. HCl, SO₂) kann hier ebenfalls getestet und somit die Degradation der kombinierten Filter bestimmt werden. Des Weiteren wurde im Rahmen des Projekts eine Vielzahl unterschiedlicher Katalysatorvarianten getestet. Dabei konnten Vorzugsvarianten mit sehr hohen Abscheideraten für NO_x von etwa 80 % (Abbildung 1) entwickelt werden, deren Ergebnisse im Rahmen dieses Vortrags näher erläutert werden.



Abbildung

Prüfstand für katalytische Filter bei Fraunhofer UMSICHT (links) sowie Abscheideraten von verschiedenen Katalysatoren (rechts)

Ausblick

Im nächsten Schritt soll eine Umsetzung in einer Demonstrationsanlage erfolgen und so die Praxistauglichkeit gezeigt werden. Dazu wird mit Hilfe eines Industriepartners im Technikum von Fraunhofer UMSICHT ein Prototyp errichtet, welcher mit Biomassefeuerungen im mittleren bis kleinen Leistungsbereich über einen längeren Zeitraum betrieben wird.

Literatur

Alter, N. (17. Mai 2017): Neue Anforderungen an Holzfeuerungen * Ökodesign-Richtlinie * TA-Luft-Nachfolgeregelung, 21. Sitzung des Arbeitskreises Holzfeuerungen, Straubing.

Meiller, M.; Daschner, R.; Walberer, J.; Hornung, A. (2017): Boiler design with solid-gaseous fuel staging to reduce NO_x emissions and optimize load flexibility. In: Chemical Engineering & Technology, Volume 40, Issue 2 February, 2017, p. 289–297.

Meiller, M. (07. März 2016): Optimierung der Fraktionsabscheidegrade elektrostatischer Staubabscheider beim Einsatz in Biomassefeuerungen, 7. Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen, Leipzig

Schüttenhelm, W. (19.-20. Februar 2009): SCR-Anwendungen zur Entstickung von Abgasen in Verbrennungsanlage, 6. Potsdamer Fachtagung.



Julian Walberer

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT)

An der Maxhütte 1, 92237 Sulzbach-Rosenberg

Kontakt

+49 (0) 9661 908 416

julian.walberer@umsicht.fraunhofer.de

Alexander Berhardt, Bodo Groß, Stephan Schulte, Dennis Hövelmann*

Entwicklung des elektrostatischen Staubabscheidesystems für Biomassefeuerungen der IZES gGmbH: Letzte Anpassungen zu einem marktreifen Produkt



IntEleKt

Biomassekessel, Elektrostatische Staubabscheidung, Intelligente Regelung, Elektroabscheider, Betriebsqualität Elektroabscheider, Chemische & Physikalische Holzascheanalyse, Filterasche

Die IZES gGmbH befasst sich, aufgrund der Neufassung der 1. BImSchV vom 22. März 2010, seit einigen Jahren mit dem Thema der Emissionsminderung bei kleinen Biomasseheizkesseln durch den Einsatz geeigneter elektrostatischer Staubabscheidesysteme. Derzeit wird in Zusammenarbeit mit der HOVAL AG ein elektrostatisches Staubabscheidesystem zu einem marktreifen Produkt weiterentwickelt. Das innerhalb des Programms „Energetische Biomassenutzung“ geförderte IntEleKt Projekt (Integrierter Elektroabscheider im Kleinserientest), soll vor allem die Systemeigenschaften „Langzeittauglichkeit, Massentauglichkeit und Breiten- bzw. Nutzertauglichkeit“ nachweisen bzw. herstellen, sodass 2018 ein marktreifes Produkt verfügbar ist. Derzeit wird der Elektroabscheider in insgesamt 16 Feldtestanlagen getestet, die sich bezüglich des Kesseltyps „Holzhackschnitzel-, Pellet- und Stückholzkessel“ und der Nennwärmeleistung (bis max. 160 kW_{th}) unterscheiden.

Das Herzstück des Filtersystems bildet auf der Hochspannungsseite der Elektrostatische Filter Controller (kurz: EFC). Dieser realisiert einerseits die Bereitstellung der benötigten Hochspannung und andererseits die mit einem intelligenten Algorithmus arbeitende Regelung des Elektroabscheiders. Diese Regelung wurde während der vergangenen Heizsaison 2016/17 hinsichtlich einer maximalen Abscheideleistung bei gleichzeitig niedrigen Überschlagszahlen entwickelt und soll im Vortrag erläutert werden. Hierbei wird grundlegend auf die unterschiedlichen Arten von Spannungsentladungen im Elektroabscheider, auf verschiedene Konzepte zum Umgang mit diesen Entladungen und auf die damit einhergehenden Probleme und Risiken (Betriebsqualität) eingegangen. Als weitere Besonderheit kann die Regelungseinheit über multiple Netzwerke aus der Ferne online ausgelesen und gewartet werden, sodass zu jederzeit eine zentralisierte Erfassung und Überwachung aller im Feldtest befindlichen Elektroabscheider durchgeführt wird. Hierzu werden entsprechende Ergebnisse und Beispiele gezeigt.

Die zweite Kernkomponente wird durch die Filterstrecke dargestellt. Diese wurde in der vergangenen Heizsaison 2016/17 ebenfalls komplett überarbeitet: Neben detaillierten CFD gestützten Strömungsoptimierungen, wurde in der vergangenen Heizsaison der Eigenbau einer leistungsfähigeren Sprühelektrodenform identifiziert und getestet. Dabei wurde die Notwendigkeit von Reinigungseinrichtungen sowohl an den Sprüh-, wie auch an den Niederschlagslektroden zur Ermöglichung dauerhaft hoher Abscheidegrade theoretisch und experimentell bewiesen. Demnach wird aktuell eine manuelle oder optional automatisierte Reinigungsvorrichtung entwickelt um diese in der kommenden Heizperiode 2017/18 in den bestehenden Feldtestanlagen testen zu können.

In den Untersuchungen wird der Fokus vor allem auf die Bewertung der Qualität der Aschen im Hinblick auf eventuell nötige Entsorgungs- oder gar möglicher Verwertungsmethoden gelegt.



Dennis Hövelmann

IZES gGmbH

Altenkesseler Straße 17 A1, 66115 Saarbrücken

Kontakt

+49 (0) 681 844 972 12

gross@izes.de

hoevelmann@izes.de

René Bindig¹, Christian Thiel¹, Ingo Hartmann¹, Friedrich Prill², Hans-Joachim Schmid², Sascha Schiller²

Abgasreinigung bei der energetischen Verwertung von biogenen Reststoffen durch kombinierte Abscheidung von Feinstäuben und Schadgasen

Abgasreinigung, Feinstaub, Schadgase, Partikelfiltersystem

Biomassefeuerungsanlagen, welche mit biogenen Reststoffen (z. B. halmgutartige Brennstoffe) betrieben werden, emittieren neben Staub auch vermehrt saure Schadgase, wie Chlorwasserstoff oder Schwefeldioxid. Für die Zulassung genehmigungsbedürftiger kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen greift dabei im Normalfall die Regelung nach TA Luft. Nach dieser darf z. B. die Konzentration von Chlorwasserstoff im Abgas einen Wert von 30 mg/m³ nicht überschreiten.

Um die geforderten Grenzwerte für Feinstaub und Chlorwasserstoff an entsprechenden Feuerungsanlagen einzuhalten, wurde in einem gemeinsamen Forschungsprojekt von Uni Paderborn, Firma Hellmich und DBFZ ein Filtersystem zur kombinierten Abscheidung von Feinstäuben und sauren Schadgasen entwickelt.

Die kombinierte Abscheidung basiert dabei auf der Verwendung von Sorbensmaterial, welches gleichzeitig zur Bindung der sauren Abgasbestandteile und als Filterhilfsmittel zur Abscheidung auch ultrafeiner Stäube dient. Die Entwicklung erfolgte mittels Maßstabsvergrößerung in drei Stufen (Labor-/Technikums-/reale Feldanlage), u. a. auch um die Erfolgchancen im Hinblick auf die Praxistauglichkeit zu erhöhen.

Im Rahmen der ersten beiden Entwicklungsstufen erfolgte die Bestimmung der Prozessparameter, welche die beste Trenneffizienz hinsichtlich Staub und Chlorwasserstoff in Abhängigkeit der Einflussparameter Sorbensmaterial, Sorbensmenge, Abgasemperatur, Feuchtigkeitsgehalt, Konzentration von Chlorwasserstoff, Kontaktzeit zwischen Abgas und Sorbens sowie Filterflächenbelastung liefern. Im Rahmen der dritten Entwicklungsstufe wurden die gewonnen Erkenntnisse auf ein Filtersystem im realen Maßstab übertragen und dessen Funktionstüchtigkeit an einer realen Feldanlage nachgewiesen.

Ein weiteres Projektziel war es, die Sorbensmaterialien möglichst ökonomisch einzusetzen. Dazu wurden Versuche durchgeführt, teilbeladene Sorbensmaterialien und Asche aus dem Verbrennungsprozess zu recyklieren. Untersuchungen mit Reisspelzenasche zeigten das Potential für diese Anwendung.

Dieses Forschungsprojekt wurde von der AiF Projekt GmbH unterstützt.

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig

² Universität Paderborn, Fakultät für Maschinenbau, Lehrstuhl für Partikelverfahrenstechnik (PVT)



Dr. Ingo Hartmann

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

Kontakt
+49 (0)341 2434 541
ingo.hartmann@dbfz.de

Eric Mauky¹, Jörg Kretzschmar¹, Jürgen Pröter¹, Hartmann Hieber², Bernhard Stollberg³, Mathias Fritzsche³, Gert Wermuth³

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



OptiMand

Biogas, Flexibilisierung, Fütterung, Getreidereststoffe, Online-Messung

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. Für die flexible Biogasproduktion aus den benannten Reststoffen wird eine modellgestützte Prozessregelung (MAUKY et al. 2016) weiterentwickelt und am Prozess validiert. Um in Zukunft eine an die flexible Biogasproduktion angepasste Prozessüberwachung zu ermöglichen werden im Projekt zwei online Sensoren zur Erfassung flüchtiger organischer Säuren im Gasstrom sowie im Gärrest weiterentwickelt. (Halbleitersensor und mikrobielle elektrochemische Sensorplattform [KRETZSCHMAR et al. 2016]). Beide Sensoren sollen im Projekt an die Prozessbedingungen angepasst, miteinander verglichen und bei erfolgreicher Entwicklung schlussendlich in die Regelung integriert werden.

Literatur

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. In: 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. In: Chem. Eng. Technol. 39, pp. 637–642.

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig

² ICR - International Consulting Bureaux Weimar

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



Eric Mauky

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

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

Katharina Bär, Matthias Sonnleitner, Wilfried Zörner

FlexFuture- Integration von Biogasanlagen in Netze mit hohem Anteil fluktuierender Stromerzeuger



FlexFuture

Bioenergie, Biogas, Photovoltaik, Netzverknüpfungspunkt, Gemischt-ganzzahlige Optimierung, Monitoring

Hintergrund

Der steigende Anteil erneuerbarer, fluktuierender Erzeuger im deutschen Stromnetz bringt die Verteil- und Übertragungsnetze bereits heute an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit. Konkret wurden Redispatch-Maßnahmen von 4560 GWh alleine im ersten Quartal 2016 (BUNDESNETZAGENTUR 2016) vorgenommen und 8070 GWh im ersten bis dritten Quartal 2016 (BDEW 2017). Ansätze, diese Herausforderungen zu bewältigen, bestehen im Netzausbau und der Errichtung von Stromspeichern. Dafür sind jedoch hohe Investitionen erforderlich und entsprechende Baumaßnahmen erst nach langer Planungs- und Umsetzungsdauer realisierbar. Alternativ können Bioenergieanlagen, insbesondere Biogasanlagen, die Speicherbarkeit ihres Energieträgers nutzen, flexibel Strom und Wärme zu erzeugen und damit als ausgleichendes Element zu den fluktuierenden Stromerzeugern agieren.

In diesem Beitrag sollen die Ergebnisse des Projekts „FlexFuture - Integration von Biogasanlagen in Netze mit hohem Anteil fluktuierender Stromerzeuger“ (Förderkennzeichen 03KB102A), gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, vorgestellt werden. Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer innovativen Steuerung für flexibel Strom produzierende Biogasanlagen, um im Sinne des Verteilnetzes Erzeugungs- bzw. Netzengpassmanagement zu betreiben. Folgende Teilziele werden hierbei verfolgt:

- » Simulation der Möglichkeiten zur Vermeidung von Netzüberlastung mittels flexibler Stromproduktion aus Biogasanlagen
- » Entwicklung von verteilnetz-orientierten Fahrplänen und einer innovativen Steuerung für Biogasanlagen
- » Monitoring der bedarfsorientierten Fahrweise einer Biogasanlage

Forschungsschwerpunkte

Im Laufe des Vorhabens werden Stromerzeugungskonzepte für Biogasanlagen erarbeitet, welche eine fluktuierende Einspeisung aus Photovoltaikanlagen ausgleichen. Es findet eine Maximierung des Umsatzes des Biogasanlagenbetreibers unter optimiertem Einsatz der Blockheizkraftwerke der Biogasanlage nach Wärme- oder Stromerzeugungsaspekten statt. Nebenbedingungen beziehungsweise einschränkende Aspekte der entwickelten Optimierung sind die Biogasspeicherkapazität, die Leistungsfähigkeit der Blockheizkraftwerke sowie der interne und externe Wärmebedarf. Die Stromerzeugung einer angrenzenden Photovoltaik-Anlage (PV) am selben Netzverknüpfungspunkt und die Bedürfnisse des angrenzenden Verteilnetzes mit einem hohen Anteil fluktuierender Stromerzeuger nahe der Biogasanlage sind ebenfalls berücksichtigt. Die Bedürfnisse des Verteilnetzes werden über die Preise der EPEX SPOT SE Day-Ahead Auction sowie saisonale und tageszeitliche Leistungskurven der angrenzenden PV-Anlage betrachtet. Nach der Simulation werden die optimierten Fahrpläne in die Steuerung der Demonstrationsbiogasanlage integriert. Der optimierte Biogasanlagenbetrieb wird durch ein laufendes Monitoring aufgezeichnet. So sollen Steuerung und der Gesamtbetrieb der Biogasanlage stetig verbessert und effizienter gestaltet werden.

Dies führt letztendlich zu einer kostenoptimierten Auslastung und Betriebsweise der angrenzenden Verteilnetze durch eine flexible Stromproduktion mit Biogasanlagen.

Maßnahmen

- » Simulation von flexibler Stromerzeugung unter Wärme-, Strompreis- und Verteilnetzorientierten Gesichtspunkten
- » Entwicklung und Implementierung einer innovativen, vorausschauenden Steuerung zur automatisierten Fahrplangestaltung für Biogasanlagen zur Verringerung der Verteilnetzbelastung
- » Messdatenerfassung, Monitoring (Leistungsschalter am Netzverknüpfungspunkt mit neuer Messtechnik, Messtechnik-Erweiterung des Biogasanlagenbetriebs)

Ergebnisse

- » Steuerung zur Vermeidung von Stromnetzengpässen, verursacht durch lokale PV-Einspeisung
- » Einspeisemanagement unter Berücksichtigung maximaler Einspeisekurven von PV-Anlagen

Die entwickelten und umgesetzten Optimierungsmaßnahmen können prinzipiell auf jede Biogasanlage übertragen werden und dienen somit als Grundlage für eine deutschlandweite Umsetzung der flexiblen Fahrweise an bestehenden und zukünftigen Biogasanlagen.

Literatur

BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2017): Redispatch in Deutschland Auswertung der Transparenzdaten, Berlin.
Bundesnetzagentur (2016): Quartalsbericht zu Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen - Erstes Quartal 2016, Bonn.



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

Bernhard Wern, Florian Noll

Flexibilisierung von Wärmekatastern - heute schon an morgen denken

Wärmekataster, Dynamisierung, kommunale Wärmewende, Planungstool

Zur integrierten Planung von Nahwärmenetzen müssen viele Aspekte berücksichtigt werden. Insbesondere die Wirtschaftlichkeitsplanungen hängen direkt zusammen mit parallelen Planungen anderer Infrastrukturen. Wärmekatastern wird dabei als integrales Planungsinstrument eine hohe Bedeutung für die lokale Wärmewende zugesprochen. Neben methodischen Schwächen bieten die aktuellen Wärmekatastersysteme jedoch keine Möglichkeit der Anpassung, Fortschreibung, Pflege oder zur Beantwortung individueller städteplanerischer Fragestellungen. Die erzeugten Ergebnisse verlieren in der Praxis daher schnell an Aktualität und haben folglich wenig Relevanz für die Fachplanung. Ziel des im Rahmen des 6. Energieforschungsprogrammes geförderten Forschungsvorhabens DynamiKa ist die Konzeptionierung eines GIS-basierten dynamischen Planungswerkzeuges, das eine transparente und nachvollziehbare Darstellung des Status quo und der Entwicklung des Wärmebedarfs ermöglicht. Der Fokus des Vorhabens liegt auf zwei Schwerpunkten: 1. der Identifizierung von Anforderungen an ein modernes, integrales Wärmeplanungsinstrument sowie 2. der Übertragung dieser Anforderungen in ein technisches Konzept.

Das Vorhaben zielt darauf ab, den wissenschaftlichen, fachplanerischen und gesellschaftlichen Diskurs bezüglich der Einsatzmöglichkeiten moderner Wärmeplanungsinstrumente zu verstärken. Forschungsbedarf besteht dabei vorrangig in der konzeptionellen Entwicklung eines nutzbaren, speziell an die Bedürfnisse der Anwender vor Ort angepassten, transsektoralen Planungsinstrumentariums. Im Vordergrund stehen dabei die Anwendbarkeit und Praxistauglichkeit. In dem Konferenzbeitrag wird der Stand der Technik existierender Wärmekatastersysteme dargestellt und den im Vorhaben identifizierten Nutzeranforderungen gegenübergestellt. Zudem wird gezeigt, wie die Nutzeranforderungen am konkreten Beispiel in ein technisches Konzept überführt worden sind und wie diese in der Praxis getestet worden sind. Abschließend wird außerdem ein Ausblick auf weitere Einsatzmöglichkeiten von Wärmekatastern als integrales Planungsinstrument gegeben. Dies beinhaltet nicht nur die Bereiche Energie und Klimaschutz, sondern auch Fragen der Stadt- und Landentwicklung.

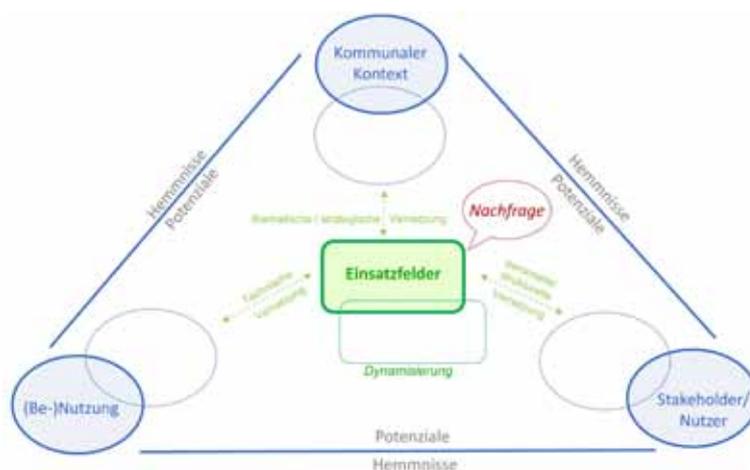


Abbildung 1 Die schematische Darstellung verdeutlicht, wie innerhalb des Vorhabens aus den identifizierten Nutzeranforderungen (also kommunaler Kontext, Nutzergruppen und Nutzung) sinnvolle Einsatzfelder für Wärmekataster sowie Möglichkeiten zur Dynamisierung derselben abgeleitet worden sind.



Bernhard Wern

IZES gGmbH

Altenkesseler Str. 17 (Geb. A1)

Kontakt

+49 (0) 681 844972-74

wern@izes.de

Ingolf Seick, Jürgen Wiese

ThermoFlex - Nachgärer als Wärmespeicher für flexible Biogasanlagen

Biogasanlagen, Flexibilisierung, Wärmespeicher, Nachgärer, thermophil

Für eine flexible Stromproduktion von Biogasanlagen bei gleichzeitig möglichst hohem Wärmenutzungsgrad werden effiziente Technologien der Wärmespeicherung eine entscheidende Rolle spielen. Vor diesem Hintergrund wird im Verbundprojekt „ThermoFlex“ – gefördert vom BMBF im Programm KMU innovativ – ein neues Verfahren entwickelt. Wesentliches Ziel des ThermoFlex-Verfahrens ist es, die Flexibilisierung bzw. bedarfsorientierte Stromerzeugung von Biogasanlagen bei hohem Wärmenutzungsgrad ohne zusätzlichen Wärmespeicher zu ermöglichen. Damit sollen die Investitionskosten gegenüber konventionellen Systemen der Wärmespeicherung deutlich verringert werden.

Das Verfahren basiert auf einem gezielten, geregelten Betrieb einer zweiten Fermentationsstufe (Nachgärer) in thermophilen Temperaturbereichen nach einer mesophilen ersten Stufe (Fermenter). Dies ermöglicht flexiblen Biogasanlagen eine effektive Wärmespeicherung im Nachgärer für die Fermenterheizung sowie externe Wärmenutzungen auf akzeptablem Temperaturniveau. Die Dimensionierung üblicher Nachgärer bietet bereits bei relativ geringen Temperaturschwankungen ein beträchtliches Wärmespeicherpotenzial. Die Prozessbiologie der relativ schwach belasteten Nachgärer toleriert entsprechende gezielte Temperaturvariationen, wie bereits in semi-kontinuierlichen Gärversuchen gezeigt werden konnte (Seick et al. 2017).

Im Rahmen des Verbundprojektes (Laufzeit: Februar 2016 bis April 2018) werden von der Hochschule Magdeburg-Stendal in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft zur Förderung von Medizin-, Bio- und Umwelttechnologien e.V. sowie der Cordes + Winterberg GbR Untersuchungen zur Temperaturtoleranz der Prozessbiologie durchgeführt. Dies umfasst Batch-Gärtests und semi-kontinuierliche Gärversuche für verschiedene Gärtemperaturen (40–65 °C) und Gärsubstrate (u. a. Mais- und Grassilage) sowie zur zweistufig mesophilen/thermophilen Prozessführung mit gezielter Temperaturvariation. Weitere Projektbeteiligte sind die bu Anlagentechnik GmbH, welche die technische Konzeption verantwortet, sowie die Thorsis Technologies GmbH, die eine modellbasierte Regelung für das Verfahren entwickelt. Der Beitrag stellt das Anwendungspotenzial und die Konzeption des ThermoFlex-Verfahrens vor und präsentiert wesentliche Ergebnisse der Gärversuche.

Literatur

Seick, I.; Wiese, J. (2017): ThermoFlex - Flexible Wärmebereitstellung durch Biogasanlagen. 11. Rostocker Bioenergieforum 22.-23.06.2017.



Ingolf Seick

Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich
Wasser, Umwelt, Bau und Sicherheit
Breitscheidstraße 2, 39114 Magdeburg

Kontakt
+49 (0) 391 886 4365
ingolf.seick@hs-magdeburg.de

Matthias Stark, Matthias Sonnleitner, Wilfried Zörner

Bewertung von Hochtemperaturspeichern zur Flexibilisierung von Biomasse-HKW

feste Biomasse, flexible Stromerzeugung, Biomasse HKW, Dampfspeicher, Dampfkraftwerk, Hochtemperaturspeicher, Delphi-Befragung, Bewertung, Nutzwertanalyse

Hintergrund

Der steigende Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung, insbesondere durch den Zubau von Windkraft und Photovoltaik, sorgt für ein steigendes Risiko von Netzüberlastungen und Versorgungsengpässen (HÖFLICH et al. 2012). Ein Ansatz, um das Gleichgewicht zwischen Stromerzeugung und Strombedarf wieder herzustellen, ist der Einsatz von regelbar stromproduzierenden Kraftwerken. Durch die technologisch bedingt einfache Möglichkeit zur Gasspeicherung werden beispielsweise Biogasanlagen bereits zur flexiblen Stromerzeugung eingesetzt.

Aber auch Biomasse-Heizkraftwerke (HKW) haben durch ihre dezentrale Verteilung und ihre Anlagengröße 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). Dieses Konzept zur Flexibilisierung soll weiter untersucht werden.

Forschungsschwerpunkte

In den letzten Jahren hat die Wärmespeicherforschung entscheidende Fortschritte erzielt. Im Bereich der solar-thermischen Kraftwerke wurden verschiedene Technologien zur Dampfspeicherung erprobt und weiterentwickelt. Verbesserte Ruths-Speicher, Latent-Wärmespeicher (PCM), Salzschnmelze-Speicher und Feststoffspeicher (Beton) sind beispielhafte Technologien, die sich grundsätzlich auch für den Einsatz am Biomasseheizkraftwerk eignen (KURAVI et al. 2013). Die Übertragbarkeit neuer Wärmespeichertechnologien auf die Anforderungen von Biomasseheizkraftwerken soll in diesem Beitrag näher beleuchtet werden.

Hierfür wurden unter Berücksichtigung der Randbedingungen von Stromnetz, Kraftwerkssystem und Dampfkreislauf die grundsätzlichen Anforderungen für zur Speicherung von Dampf aus Biomasse-HKW zusammengefasst. Zudem wurden die Funktionsprinzipien und Integrationsmöglichkeiten für Speicher in das System untersucht. Auf Basis dieser Untersuchungen wurden verschiedene Bewertungskriterien definiert. Um eine objektive Bewertung der Dampfspeicher zu ermöglichen, wurden im Rahmen einer Delphi-Befragung diese Kriterien von Experten priorisiert. Das am besten geeignete Speicherkonzept kann so identifiziert werden. Für dieses Speichersystem wird dann untersucht, wie und mit welchen Leistungsdaten eine flexible Stromerzeugung erzielt werden kann.

Konkrete Aktivitäten

- » Definition von Rahmenbedingungen und Anforderungen für den Dampfspeichereinsatz,
- » Identifikation geeigneter Dampfspeichersysteme,
- » Durchführen einer Delphi-Experten-Befragung zur objektiven Bewertung der verfügbaren Dampfspeichersysteme,
- » Durchführung einer Nutzwertanalyse zur Identifikation des am besten geeigneten Dampfspeichersystems,
- » Bestimmung der Dampfspeichereigenschaften.

Ergebnisse

- » Delphi-Befragung von Experten,
- » Objektive Bewertung der Speicherkonzepte,
- » Abschätzung und Bewertung der Speicherperformance.

Literatur

Höflich, 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.

Kuravi, S.; Trahan, J.; Goswami, D. Y.; Rahman, M. M.; Stefanakos, E. K. (2013): Thermal energy storage technologies and systems for concentrating solar power plants. In: Progress in Energy and Combustion Science, 22 March, pp. 285–319.

Stark, M.; Sonnleitner, M.; Zörner, W.; Greenough, R. (2016): Approaches for dispatchable biomass plants with particular focus on steam storage devices. In: Chemical Engineering & Technology, Volume 40, Issue 2, pp. 227–237.



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

Matthias Koch, Klaus Hennenberg, Tilman Hesse, Katja Hünecke, Markus Haller, Sylvie Ludig

Optimierter Einsatz von Biomasse im Strom- und Wärmesektor in Deutschland - eine Szenarienanalyse von 2020 bis 2050



BioStromWärme

Energiesystemmodellierung, Biomasseallokation, Klimaschutzziele

Hintergrund

Im Rahmen des durch das BMWi geförderten Projekts „Rolle der Bioenergie im Strom- und Wärmemarkt bis 2050 unter Einbeziehung des zukünftigen Gebäudebestandes“ wird untersucht, welche Vor- und Nachteile sowie Wechselwirkungen zwischen der energetischen Nutzung von Biomasse im Stromsektor (v. a. als Flexibilitätsoption) einerseits und im Wärmesektor (v.a. als erneuerbarer Energieträger) andererseits bestehen.

Forschungsschwerpunkte

Kern des Projekts ist die Quantifizierung der optimalen Allokation des zur Verfügung stehenden Angebots an Bioenergie auf den Strom- und Wärmesektor im Rahmen einer Szenarienanalyse für Deutschland für 2030 und 2050 und mit Hilfe des Strommarktmodells PowerFlex (lineares Optimierungsmodell für den Einsatz von Kraftwerken, Speichern und Flexibilitätsoptionen) und des Gebäudemodells Building STar (Simulation des Gebäudebestands und der Heizungstechnologien). Beide Modelle werden vom Öko-Institut betrieben und entwickelt.

Maßnahmen

Ausgehend von einer Biomassepotenzialanalyse und aufbauend auf den Klimaschuttszenarien 2050 des BMUB werden verschiedene Szenarien definiert, welche sich hinsichtlich der Minderungsziele für Treibhausgase, den Effizienzzielen im Strom- und Wärmesektor sowie dem verfügbaren Biomasseangebot unterscheiden.

Ergebnisse

Zentrale Ergebnisse der Szenarienanalyse sind die in den Sektoren Strom und Wärme eingesetzten Biomassefraktionen sowie die sektorspezifischen Treibhausgasemissionen, EE-Anteile und variablen Gestehungskosten für Strom und Wärme. Darüber hinaus werden die benötigten Investitionen für die Sanierung des Gebäudebestandes und der Entwicklung des Kraftwerksparks ausgewiesen.



Matthias Koch

Öko-Institut e.V.
Merzhauser Straße 173, 79100 Freiburg

Kontakt
+49 (0) 761 45295 218
m.koch@oeko.de

Nora Szarka¹, Daniela Thrän¹, Volker Lenz¹, Henryk Haufe¹, Matthias Martin²

Szenarien und Modellierung des Wärmesektors in Deutschland bis 2050

Szenarien, Wärme, Bioenergie



BioPlanW

Hintergrund

Deutschland hat sich das Ziel gesetzt, bis 2050 80–95 % der THG Emissionen gegenüber 1990 zu reduzieren und einen Anteil der erneuerbaren Energien von 60 % am Bruttoenergieverbrauch zu erreichen. Zur diesem Ziel soll auch der Wärmesektor beitragen, wobei die Bioenergie bisher mit einem Anteil von 88% an der erneuerbaren Wärmebereitstellung den wichtigsten Beitrag leistet. Ziel des Projektes Bioplan W (Systemlösungen Bioenergie im Wärmesektor im Kontext zukünftiger Entwicklungen) ist es, die Weiterentwicklung des Wärmebereiches aus Biomasse systematisch bis zum Jahr 2050 abzubilden.

Forschungsschwerpunkte

Es werden im Projekt Wärmeszenarien und Konzepte für Wärmebereitstellung auf Basis von Biomasse, in Kombination mit anderen erneuerbaren Energien, unter Berücksichtigung der Zeitskala entwickelt.

Maßnahmen

Es wurden Langfristszenarien von 80 und/oder 95% Treibhausgas-Minderung analysiert und eine Synthese für den Rahmen der Untersuchung der Bioenergie erstellt. Basierend auf der Methode der Szenarienplanung wurden zukünftige Szenarien bis 2050 unter Beteiligung politischer Entscheidungsträger und wissenschaftlicher Experten definiert und beschrieben. Des Weiteren wurden heute typische und zukünftige Technologiekonzepte erarbeitet, abgestimmt und bezüglich ihrer technischen, ökonomischen und ökologischen Rahmendaten untersucht. Sie wurden in Form von Steckbriefen beschrieben. Eine erste lauffähige Version des Optimierungs-Modells zur Abbildung des Wettbewerbs bis 2050 wurde erstellt.

Ergebnisse

Als Ergebnis liegt die Analyse bestehender Energie- und Klimaschutzszenarien im Hinblick auf die Auswirkungen der unterschiedlichen Annahmen auf die Bioenergie vor. Daraus abgeleitet, stehen identifizierte Einflussfaktoren im Wärmesektor und vier entwickelte Szenarien zur Verfügung. Ferner wurden Teilmärkte des Wärmesektors hinsichtlich deren Energiebedarfs identifiziert und beschrieben. Zusätzlich wurden Technologiesteckbriefe entwickelt und Wärmekonzepte basierend auf Bioenergie in Kombination mit anderen erneuerbaren Energien erarbeitet und dargestellt. Ergebnisse aus der Modellierung eines Teilmarktes wurden unter den verschiedenen Szenarien berechnet.

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig

² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Leipzig



Nora Szarka

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

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

Dirk Kirchner

Integration von Biogasanlagen in den Netzwiederaufbau und in Inselnetzen

Biogas-hybrid-Inselsystem, Netzwiederaufbau

Hintergrund

Der Netzwiederaufbau mit erneuerbare Energieerzeuger sowie der Betrieb von reinen Inselnetzen mit regenerativen Energieerzeugern stellt aufgrund der Volatilität von Wind- und PV-Anlagen eine große Herausforderung dar, welche durch den Einsatz von Bioenergieanlagen aufgrund ihrer großen Zuverlässigkeit (ELSNER et al. 2008) und deren Regelbarkeit entschärft werden kann. Im Rahmen des Netz:Kraft Projektes wird hierzu Unter anderem untersucht, wie Bioenergieanlagen am Netzwiederaufbau beteiligt werden können. Hierbei insbesondere am Betrachtungsfall des Netzwiederaufbaus durch die Bildung von regenerativ gespeisten Inselnetzen nach einem Stromausfall.

Forschungsschwerpunkte

- » Netzwiederaufbau unter Beteiligung von Biogasanlagen
- » Integration von Biogasanlagen in hybride Inselnetze

Maßnahmen

Auf Basis von Analysen von Veröffentlichungen und Projekten bezüglich des Last- und Erzeugungsverhaltens von Biogasanlagen und der Steuerung von Biogasanlagen sowie unter Hinzunahme von einem Biogasanlagen Hersteller wurde im Rahmen des Netz:Kraft Projektes die Möglichkeiten der Einbindung von Biogasanlagen in den Netzwiederaufbau spezifiziert. Im weiteren Verlauf des Projektes soll dies Anschließend am landwirtschaftlichen Betrieb des LLH in Bad Hersfeld getestet und praktisch umgesetzt werden.

Ergebnisse

Im Rahmen des Vortrages sollen zum einen die im Projekt Netz:Kraft ermittelten Restriktionen bezüglich der Einbindung von Biogasanlagen in Inselnetze und beim Netzwiederaufbau aus Anlagen- und Netzsicht dargestellt werden. Ebenso das steuerungstechnische Konzept zur Integration von Biogasanlagen in hybride Inselnetze und die Einbindung der Anlage beim Netzwiederaufbau am Beispiel des landwirtschaftlichen Betriebs des LLH in Bad Hersfeld.

Literatur

Elsner, T.; Tigges, M.; Kotzerke, C.; Voss, J. (2008): Technische Zuverlässigkeit von Biogasanlagen. Analyse zu Ursachen und Wirkung von Störungen. IN: BWK 60 (9): 1–4.



Dirk Kirchner

(ehemals) **Fraunhofer IWES**
Königstor 59, 34119 Kassel

Kontakt

+49 (0) 176 62517515
dkirchner@email.de

Benjamin Fleischer, Ludger Eltrop, Marlies Härdtlein

Systemkosten von Bioenergie und fluktuierenden Erneuerbaren am Strommarkt

System LCOE, Systemintegration, Elektrizitätsmarktanalyse, Erneuerbare Energie

Ziel des Vortrags ist es, Bioenergie und fluktuierenden Erneuerbaren für zukünftige energie-wirtschaftliche Szenarien mit hohen Anteilen erneuerbarer Energien am Elektrizitätsmarkt anhand ihrer Systemkosten zu vergleichen. Die technologiespezifischen Systemkosten setzen sich aus den durchschnittlichen Erzeugungskosten und den Kosten die zur Integration der betrachteten Technologie in ein System aufgebracht werden müssen zusammen (UECKERDT et al. 2013). Die Integrationskosten werden auf Basis von systemanalytischen Modellrechnungen ermittelt. Während die Integrationskosten fluktuierender Erneuerbarer mit steigendem Technologieanteil zunehmen (AGORA 2015), tragen regelbare Bioenergieanlagen zur Integration fluktuierender Erneuerbarer bei.

Zur Analyse wurde die zur Bewertung der Bioenergie im Elektrizitäts- und Wärmemarkt entwickelte Modellversion E2M2-Bio des am Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) entwickelten Europäischen Elektrizitätsmarktmodells (E2M2s) angewandt. Zur Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen im Elektrizitätsmarkt wurden Szenarien mit zunehmenden Anteilen erneuerbarer Energien und abnehmendem CO₂-Budget untersucht. Die technologiespezifischen Netzausbaukosten wurden aus vorhergehenden Studien (ÜNB 2017; DENA 2012; BÜCHNER et al. 2014) abgeleitet und als linearer Parameter in E2M2-Bio implementiert. Backupkosten und Profilkosten dargebotsabhängiger erneuerbarer Energien wurden auf Basis von Modellrechnungen ermittelt.

Die Ergebnisse zeigen zukünftig abnehmende Systemkosten für Bioenergieanlagen, und zunehmende Systemkosten für fluktuierende Erneuerbare. Der positive Systembeitrag vom Bioenergieanlagen kann auf die komplementären (flexiblen) Eigenschaften, die gesicherte Leistung und die Klimaverträglichkeit zurückgeführt werden. Die Integrationskosten fluktuierender Erneuerbarer kommen durch den notwendigen Netzausbau, die von der Nachfrage abweichenden Erzeugungsprofile und die zur Systemsicherheit relevanten Backupkapazitäten zustande. Insgesamt können in den Modellrechnungen Systemkosten im Wert von ca. 0,7 Mrd. €/a bei einem Anteil von 60 % EE und ca. 4,5 Mrd. €/a bei einem Anteil von 80 % EE durch Bioenergieanlagen eingespart werden.

Literatur

Agora (2015) Study by: Fürstenwerth, D.; Pescia, D.; Litz, P.; Editor: Marthe Kleiner, M.; Advised by: Hirth, L.: The Integration Costs of Wind and Solar Power. An Overview of the Debate on the Effects of Adding Wind and Solar Photovoltaic into Power Systems. Berlin 2015.

Büchner, J.; Katzfey, J.; Flörcken, O.; Moser, A.; Schuster, H.; Dierkes, S.; van Leeuwen, T.; Verheggen, L.; Uslar, M.; Amelsvoort, M. (2014): Moderne Verteilnetze für Deutschland“ (Verteilnetzstudie). Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 44/12. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Bonn, 12. September 2014.

dena (Deutsche Energie-Agentur GmbH) (2012): dena-Verteilnetzstudie. Ausbau und Innovationsbedarf der Stromverteilnetze in Deutschland bis 2030. Endbericht. Berlin.

Ueckerdt, F.; Hirth, L.; Luderer, G.; Edenhofer, O. (2013): System LCOE: What are the costs of variable renewables? In: Energy 63 (2013), p. 61-75.

ÜNB (Übertragungsnetzbetreiber) (2017): Netzentwicklungsplan Strom 2030, Version 2017, Erster Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. Berlin/Dortmund/Bayreuth/Stuttgart, Stand 31. Januar 2017.



Benjamin Fleischer

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

Kontakt

+49 (0) 711 685-87850
benjamin.fleischer@ier.uni-stuttgart.de

Andreas Herrmann, Julian Schumann, Hartmut Krause

Gebäudeenergieversorgung mit „grünem“ Wasserstoff

Wasserstoff, KWK, Brennstoffzellen

Die Energieversorgungssysteme für Gebäude basieren überwiegend auf der Verbrennung fossiler Rohstoffe (Erdgas, Heizöl), während die Energiewende im Sektor der elektrischen Energieversorgung zunehmend von regenerativen Energieträgern dominiert wird. Durch die Einbindung volatiler Energiequellen (Wind und Solar) werden verstärkt nicht nutzbare Überschussleistungen produziert. Die Herstellung von Wasserstoff durch Elektrolyse aus elektrischen Energieüberschüssen bietet aussichtsreiche Möglichkeiten, um sowohl die Überschussleistungen zu nutzen, als auch die Gebäudeenergieversorgung auf regenerative Energien umzustellen.

Ein neuer Ansatz der regenerativen Energieversorgung von Gebäuden unter Nutzung dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung stellt der Einsatz von Wasserstoff-Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerken (kurz: H₂-BZ-BHKW) dar. Das Ziel des Projektes besteht in der Entwicklung eines ausschließlich auf Wasserstoff basierenden Versorgungssystems für Gebäude.

Simuliert wurden die Energieströme in einem Mehrfamilienhaus mit vier Etagen nach dem Mehrzonenmodell (16 Wohnungen). Zur Simulation wurde die Software TRNSYS® und HOTT-GENROTH® verwendet. Die energetischen Kennwerte wurden nach DIN V 18599 („Energetische Bewertung von Gebäuden“) angenommen. Zusätzlich wurde der elektrische Energiebedarf mit 3.000 kWh/Haushalt berücksichtigt.

Neben dem H₂-BZ-BHKW wurden Erdgas-BHKW, Holzpelletkessel, Sole/Wasser Wärmepumpe, Gasbrennwerttherme und Solarthermie, Gasbrennwerttherme nach DIN V 18599 simuliert und bewertet:

Für den genutzten Wasserstoff wurden bzgl. der Herstellung zwischen konventionellen Herstellungspfaden („grauer“ Wasserstoff) sowie regenerativen Pfaden („grüner“ Wasserstoff) unterschieden.

Die Wasserstoffnutzung zur Energieversorgung von Gebäuden stellt eine aussichtsreiche Option dar, wenn ein H₂-BZ-BHKW mit hohen Wirkungsgraden ($\eta_{el.} > 50\%$; $\eta_{ges.} > 95\%$) verfügbar ist, ein Wasserstoffnetz mit Energiebezugskosten in Höhe von Erdgas anliegt, produzierte Elektroenergie hauptsächlich selbstgenutzt wird und die Vollbenutzungsstunden des H₂-BZ-BHKW über 6.000 Stunden liegen.



Andreas Herrmann

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Wärme-
technik und Thermodynamik
Gustav-Zeuner-Straße 7, 09599 Freiberg

Kontakt

+49 (0) 3731 39 4387

Andreas.Herrmann@iwtt.tu-freiberg.de

Felix Richter, Michael Kern, Thomas Raussen

Optimierung der Erfassung, Aufbereitung und stofflich-energetischen Verwertung von Grüngut in Deutschland (Grün-OPTI)



Grün-OPTI

Grüngut, Potenziale, Brennstoff, Wertschöpfungsketten

Das Projekt Grün-OPTI thematisiert die bislang unzureichende Ausschöpfung der Potenziale von Grüngut für eine hochwertige Verwertung als Brennstoff (energetisch) und Kompost (stofflich). Obwohl seit 01.01.2015 die Pflicht zur getrennten Sammlung überlassungspflichtiger Bioabfälle besteht, wird eine Getrenntsammlung noch immer nicht von allen öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern (öRE) durchgeführt und wird zudem in der öffentlichen Diskussion zumeist mit dem Angebot einer Biotonne gleichgesetzt. Wenn Gartenabfall (Grüngut) jedoch in großen Mengen und sperriger Stückgröße anfällt, kann dieser häufig nicht über die Biotonne entsorgt werden. Dies wäre, insbesondere wenn das in der Biotonne gesammelte Biogut in einer Vergärungsanlage behandelt wird, auch unerwünscht. Daher sollte der getrennten Erfassung von Grüngut, vor allem im Hinblick auf eine optimierte stofflich-energetische Verwertung, eine ebenso große Bedeutung wie der Bioguterfassung mittels Biotonne zukommen.

Ein zentrales Anliegen des Projekts ist es, zunächst eine umfassende Ist-Standanalyse und Bewertung der gegenwärtigen Erfassung von Grüngut in Deutschland vorzunehmen. Dazu gehören die Ermittlung der aktuellen Mengen an separat erfasstem Grüngut und die Anteile davon, die energetisch bzw. stofflich genutzt werden, sowie Abschätzungen bezüglich des noch ungenutzten Mengenpotenzials, des Energiepotenzials (Anteil energetische Verwertung) und des CO₂-Einsparungspotenzials (energetische und stoffliche Verwertung). Auf Basis von Untersuchungen verfügbarer Daten sowie Umfragen und Interviews werden die unterschiedlichen Erfassungssysteme für Grüngut in Deutschland dokumentiert und bewertet. Daneben wird auch eine Analyse der derzeitigen verbindlichen rechtlichen Rahmenbedingungen durchgeführt. In Zusammenarbeit mit Praxisbetrieben werden relevante Faktoren der Grüngutaufbereitung im Hinblick auf die Erzeugung von qualitativ hochwertigem Kompost und Brennstoff variiert und optimiert, damit Handlungsempfehlungen für eine effiziente und ressourcenschonende integrierte stoffliche und energetische Nutzung von Grüngut erarbeitet werden können. Abschließendes Ziel des Projekts ist die Nutzung der gewonnenen Erkenntnisse zur Modellierung beispielhafter optimierter Grüngut-Wertschöpfungsketten.



Dr. Felix Richter

Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH
Werner-Eisenberg-Weg 1, 37213 Witzenhausen

Kontakt
+49 (0) 5542 9380 25
f.richter@witzenhausen-institut.de

Esther Stahl, Philipp Danz, Martin Hose

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



SET-Laub

Laub, Verbrennung

Laub wird auf kommunaler Ebene im Zuge der Straßenreinigung, der Parkpflege und der Bioabfallsammlung erfasst und kompostiert. Aufgrund der teilweise schlechten Rotteeigenschaften und gleichzeitig relevanten Heizwerten ist die energetische Nutzung von Laub insbesondere für Kommunen interessant. Der Einfluss der Laub(mit)verbrennung auf die Emissionen wurde bisher jedoch nicht systematisch untersucht. Aus diesem Grund sollen im Projekt SET-Laub (Systematische Ermittlung von Emissionsdaten bei der thermischen Umsetzung unterschiedlicher Laubabfallfraktionen) unter der Einhaltung der Anforderungen an die Feuerungsanlagen gemäß 4. BImSchV und TA Luft unterschiedliche Laubfraktionen in Mischungsanteilen mit einem konventionellen, holzartigen Brennstoff in einer Verbrennungsanlage (400 kW) thermisch untersucht werden. Während der Verbrennung sollen mögliche Umweltbeeinträchtigungen (Staub, NO_x, CO, organische und anorganische Stoffe) quantifiziert werden. Dazu soll 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 werden und Empfehlungen für die Verwendung von Laub als Brennstoff entwickelt werden.

Im Vortrag werden Zwischenergebnisse aus der Projektbearbeitung vorgestellt. In einer Sammelkampagne im Herbst 2016 wurden insgesamt 25 BigBags Laub im Rahmen einer kommunalen Laubsammlung an unterschiedlichen Stellen (Hauptstraße, Park, Wohngebiet) erfasst. Anschließend wurden die Laubproben hinsichtlich verbrennungstechnisch relevanter Parameter analysiert (Wassergehalt, Aschegehalt, Flüchtigengehalt, Elementaranalyse, Heizwert/Brennwert, Schwermetalle, Ascheschmelzpunkt). Je nach Sammelmethode wurden Aschegehalte zwischen 17 und 44 % ermittelt. Eine Siebung bei 4 mm Maschenweite zeigte eine recht gute Absiebbarkeit mit hohen Aschegehalten im Feinanteil. Des Weiteren wurden verschiedene Kompaktierungsverfahren (Ballierung, Brikketierung und Pelletierung) untersucht und optimale Parameter ermittelt. Mit der Ballierung konnte beispielsweise eine Verdichtung des Laubs von 31 bis 56 kg/m³ auf 200 bis 270 kg/m³ (Rundballenpresse) erreicht werden.



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

Thomas Plankenbühler, Dominik Müller, Jürgen Karl

Langzeitmonitoring der Hackschnitzelqualität zur Optimierung des Brennstoffmanagements eines Biomasseheizkraftwerks



FuelBand

Brennstoffqualität, Monitoring, Biomasseheizkraftwerk

Die thermische Nutzung biogener Brennstoffe, insbesondere Reststoffen wie Altholz, Waldrestholz und Landschaftspflegematerial, in Heizkraftwerken birgt Probleme und Risiken hinsichtlich Schadstoffemissionen und Ascheablagerungen/Verschlackungen. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen erfordern allerdings zunehmend die Nutzung problematischer Brennstofffraktionen. Zudem erfolgt in der Brennstoffannahme von Heizkraftwerken nur eine Beprobung des Wassergehalts zu Abrechnungszwecken – dabei wird allerdings übersehen, dass auch Brennstoffe minderer Qualität (vgl. Abbildung unten), zum Beispiel mit hohem Gehalt anorganischer Bestandteile (z. B. Erdreich) oder hohem Feinanteil, angeliefert werden und durch niedrige Heizwerte, starke Verschmutzungsgefahr an Rost bzw. Kesselwänden und hohe Emissionen nicht zu vernachlässigende wirtschaftliche Risiken für Anlagenbetreiber darstellen.

Aus diesem Grund wurden am Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik der Uni Erlangen über einen Zeitraum von mehreren Monaten real angelieferte Brennstoffe an der 25 MW_{th} Rostfeuerung der N-ERGIE GmbH in Nürnberg-Sandreuth gesammelt und anschließend systematisch analysiert, bezüglich ihrer Eigenschaften bewertet und kategorisiert. Die erfassten Eigenschaften beinhalten unter anderem grundlegende Parameter wie Wassergehalt, Heizwert, Asche-, Flüchtig- und Restkoksgehalt. Darüber hinaus sind die Partikelgrößenverteilung der Hauptfraktion sowie des Feinanteils (vgl. Abb. 1, links), Aschezusammensetzungen und Ascheschmelztemperaturen von besonderer Bedeutung für die Einschätzung des Verschlackungsverhaltens von maßgeblicher Bedeutung.

Bezüglich des Feinanteils wird in der Auswertung unterschieden zwischen anorganischen Störstoffen (v. A. Erde) und Brennstofffeinpartikeln. Die Untersuchungen zeigen für beide Fraktionen eine erhöhte Verschlackungsneigung innerhalb der Feuerung.

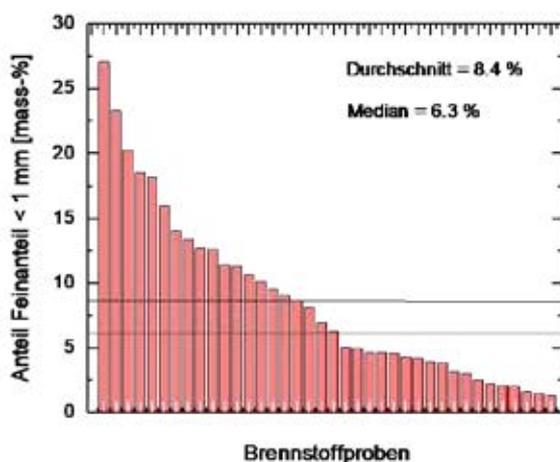


Abbildung 1 Links: Anteil von Brennstofffeinpartikeln, die besonders zur Verschlackungsbildung neigen. Rechts: Hackschnitzel mit hohem Grünanteil



Thomas Plankenbühler

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

Kontakt

+49 (0) 911 530 29031
thomas.plankenbuehler@fau.de

Ronja Grumbrecht, Heinz-Gerd Aschhoff, Jens Niestroj

Optimierte Abfallverwertung im Zentrum für Ressourcen und Energie



BioAuto

Optimierte Abfallverwertung, energetische Optimierung, Kraft-Wärme-Kopplung, Bioenergie, Erneuerbare Energie, effiziente Ressourcennutzung

Im Hinblick auf eine effiziente und optimierte Ressourcennutzung, soll in der Freien und Hansestadt Hamburg die Recycling-Quote weiterhin gesteigert werden. Da eine stoffliche Verwertung bzw. Recycling nicht in allen Fällen möglich ist, wird zudem die effiziente Erzeugung erneuerbarer Energie aus Abfall und abfallstämmiger Biomasse angestrebt. Dieses Zusammenspiel aus stofflicher und energetischer Verwertung von Abfällen wird die Stadtreinigung Hamburg (SRH) in einem „Zentrum für Ressourcen und Energie“ (ZRE) umsetzen. In diesem innovativen Abfallverwertungszentrum werden ab 2021 Siedlungsabfälle (Hausmüll, Bio- und Grünabfall) und weitere Abfallstoffe behandelt und zu Sekundärrohstoffen und erneuerbarer Energie veredelt.

Im ZRE soll ein Drittel des in Hamburg anfallenden hoheitlichen Restabfalls und circa ein Viertel des anfallenden Bio- und Grünabfalls behandelt werden. Zusätzlich werden abfallstämmige niederkalorische Biomassen und hoheitliches Altholz eingesetzt. Es werden Verfahren der mechanischen, biologischen und thermischen Abfallbehandlung kombiniert, um den Nutzungsgrad des hier als Rohstoff anzusehenden Abfalls zu maximieren und den Eigenenergiebedarf sowie die resultierenden Emissionen zu minimieren. Neben stofflich verwertbaren Wertstoffen aus der Hausmüllsortierung werden Biomethan in den Vergärungsanlagen, Kompost in der Kompostierungsanlage sowie erneuerbarer Strom und Wärme in den Heizkraftwerken erzeugt. Die Erzeugung wird zudem durch den Einsatz hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung flexibilisiert, sodass trotz der Einhaltung der Entsorgungssicherheit bedarfsgerecht auf die Anforderungen des Energieverbrauchs reagiert werden kann.

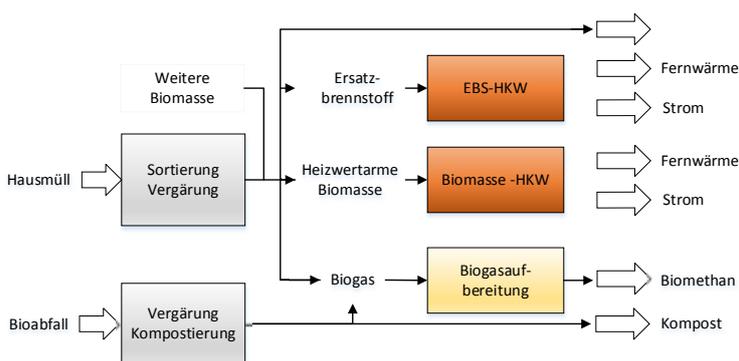


Abbildung 1:
Schematische Darstellung der Anlagen und Stoffströme des ZRE



Ronja Grumbrecht

Stadtreinigung Hamburg
Bullerdeich 19, 20537 Hamburg

Kontakt
+49 (0) 40 25 76 33 20
r.grumbrecht@srhh.de

Christian Letalik

Verwertungskonzepte für Holzaschen aus Natur belassenen Brennstoffen - ein vorläufiger Sachstandsbericht

Holzasche, Aufbereitung, Verwertung, Nährstoffe, Deponie, Düngerecht, BioAbfV

In Deutschland sind aktuell etwa 260 Holz(heiz-)kraftwerke mit elektrischen Anschlussleistungen von einigen Hundert kW_{el} bis hin zu 20 MW_{el} am Netz. Dazu kommt eine in der Größenordnung ähnliche Anzahl von kleinen Holzvergaseranlagen bis 250 kW_{el}, die nach dem Prinzip der KWK Strom und Wärme erzeugen.

Die bei weitem größte Anzahl an Holzfeuerungsanlagen zur Wärmeversorgung über Heizzentralen mit oder ohne Nah- bzw. Fernwärmenetz bilden jedoch die mehreren Tausend Biomasseheizwerke in Deutschland. Hauptbrennstoffe sind i. d. R. naturbelassene Hackschnitzel oder DIN zertifizierte Holzpellets. Eigene Schätzungen und Hochrechnungen belaufen sich auf bundesweit mehrere Hunderttausend Tonnen Rost- und Kesselasche, die nach dem Verbrennungsprozess einer ordnungsgemäßen Verwertung bzw. Entsorgung zugeführt werden müssen. Dazu kommen mehrere Zigtausend Tonnen Zyklon- und Filteraschen (Flugaschen), für die auf Grund erhöhter Schwermetallgehalte zumeist nur mehr eine Entsorgung bzw. Deponierung, nicht aber eine Verwertung in Frage kommt.

Im Vortrag soll ein grober Überblick gegeben werden, welche Verwertungsmöglichkeiten insbesondere für die Rostaschen aus Holzheizwerken- und Heizkraftwerken, die mit Natur belassenen Brennstoffen arbeiten, denkbar sind oder bereits in der Praxis umgesetzt werden können. Dabei spielen eine Vielzahl von Umweltgesetzen und Verordnungen eine entscheidende Rolle. Dem Düngewert durch Inhaltsstoffe wie Calcium, Kalium, Magnesium, Phosphor etc., die in Holzaschen reichlich enthalten sind, stehen Schwermetallgehalte entgegen, für die im Düngemittelrecht und in der BioAbfV strenge Grenzwerte vorgegeben sind.

Fachgerechte Aufbereitungskonzepte mit lückenloser Qualitätskontrolle in Betrieben, die aus Holzaschen und weiteren Komponenten (z. B. Gesteinsmehle, Komposte etc.) Produkte für die Forst- und Landwirtschaft herstellen, könnten zukünftig einen wertvollen Beitrag mit zusätzlicher Wertschöpfung zu einer Ressourcen schonenden Kreislaufwirtschaft leisten.

Die Bundesgütegemeinschaft Holzasche (BGH e.V.), in deren Vorstand der Referent seit einigen Jahren mitarbeitet, hat sich genau das zum Ziel gesetzt: Holzaschen aus Natur belassenen Brennstoffen zu Produkten aufzubereiten, die am Markt nachgefragt werden und einen positiven Preis erzielen.



Christian Letalik

C.A.R.M.E.N. e.V.

Schulgasse 18; 94315 Straubing

Kontakt

+49 (0) 160 8575069

cl@carmen-ev.de

Natalia Matiz, Ludger Eltrop, Marlies Härdtlein

Landwirtschaftliche multifunktionale Produktsysteme in der Bioökonomie mit und ohne Nutzungskaskaden - ein lebenszyklusbasierter Vergleich

Bioökonomie, entscheidungsorientierte LCA, Stoffstromanalyse

Hintergrund

Ein Leitgedanke der Nationalen Politikstrategie Bioökonomie (BÖ) ist die Koppel- und Kaskadennutzung von Biomasse, d. h. die Etablierung multifunktionaler Produktsysteme, wenn diese „möglich und sinnvoll“ ist (BMEL 2014, S. 9). Doch was bedeutet sinnvoll? Eine Antwort hierzu können Lebenszyklusbetrachtungen für multifunktionale Produktsysteme liefern. Zwar liegen aktuelle Regelwerke vor, die sich entweder auf die Bilanzierung von Koppel- oder von Kaskadenprodukten konzentrieren (z. B. DIN EN ISO 14044; EC 2013; VDI 4608; CEN/TR 16957). Trotzdem hat die wissenschaftliche Diskussion hierzu noch keinen Endpunkt erreicht und innerhalb der BÖ wird explizit auf den Forschungsbedarf zu Bilanzierungsmethoden für Kaskadennutzungen hingewiesen (BMBF 2016).

Forschungsschwerpunkte

Zur Analyse und Bewertung multifunktionaler Produktsysteme wurde eine einheitliche Methode ausgearbeitet, die auf dem entscheidungsorientierten Life Cycle Assessment („consequential LCA“) basiert. Dabei werden einerseits Verdrängungseffekte berücksichtigt, die aus der Bereitstellung der biobasierten Produkte in den vier Marktsegmenten „Food, Feed, Fiber, Fuel (4Fs)“ resultieren. Andererseits werden die Substitutionseffekte etwaiger Koppel- und Kaskadenprodukte mit in die Betrachtung einbezogen. Als Koppelprodukte zählen z. B. bei der Stärke- bzw. Kunststoffproduktion aus Mais das Glutenfutter und Maisöl, als Kaskadenprodukte Strom und Wärme. Auf dieser Grundlage können für multifunktionale Produktsysteme spezifische, potenzielle Umweltwirkungen ermittelt und anhand von Stoffstromanalysen hochskaliert werden, um die Bedeutung für eine Region abzubilden.

Ergebnisse

Körnermais als Stärkelieferant, ist ein wichtiger Rohstoff für die BÖ. Für dieses Beispiel werden anhand der Wirkungskategorie „Klimaänderung“ die Ergebnisse des entscheidungsorientierten LCA vorgestellt. Aktuelle Auswertungen für Baden-Württemberg (BW) zeigen, dass in BW nachgefragte Produkte aus Körnermais folgendermaßen in die Marktsegmente eingebracht werden (in Anlehnung an WENZEL 2017):

28 % für Food (z. B. Stärke)

48 % für Feed

5 % für Fiber (z. B. Polylactide)

19 % für Fuel (z. B. Bioethanol).

Nach dem Cradle-to-Gate Ansatz wurden obige Produktsysteme modelliert und ausgewertet (bis zur ersten Nutzungsphase, Basisfall). Weiterhin wurden drei Szenarien mit einer unterschiedlichen Verteilung des Körnermais in den vier Marktsegmenten bzw. mit einem unterschiedlichen Ausbau der Kaskadennutzung berechnet. Für Letzteres wurden die Nutzungspfade um den Gate-to-Grave-Ansatz erweitert. Insgesamt zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen dem Einsatz von Körnermais in den 4Fs. Dies macht deutlich, dass die Entscheidung, welche fossile durch biobasierte Produktsysteme substituiert werden sollten und welche Kaskaden angestrebt werden sollten, besondere Aufmerksamkeit verdient.

Literatur

BMBF (2016): Förderrichtlinien zum Aufbau eines systemischen Monitorings der Bioökonomie (Modul IV im Rahmen des Konzepts "Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel"). Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Bundesanzeiger vom 16.03.2016.

BMEL (2014): Nationale Politikstrategie Bioökonomie. Nachwachsende Ressourcen und biotechnologische Verfahren als Basis für Ernährung, Industrie und Energie. Hg. v. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Berlin.

CEN/TR 16957, 2016: Bio-based products - Guidelines for Life Cycle Inventory (LCI) for the End-of-life phase.

DIN EN ISO 14044, 2006: Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen.

EC (2013): Empfehlung der Kommission für die Anwendung gemeinsamer Methoden zur Messung und Offenlegung der Umweltleistungen von Produkten und Organisationen. (2013/179/EU). Hg. v. European Commission. European Commission. Brüssel.

VDI 4608 Blatt 2, Juli 2008: Energiesysteme Kraft-Wärme-Kopplung Allokation und Bewertung.

Wenzel, P. (2017): Technische Marktanalyse und ökologischer Fußabdruck der Bioökonomie in Baden-Württemberg. Schwerpunkt Mais. Bachelorarbeit. Universität Stuttgart. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. trom 2030, Version 2017, Erster Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. Berlin/Dortmund/Bayreuth/Stuttgart, Stand 31. Januar 2017.



Natalia Matiz

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

Kontakt
+49 (0) 711 685 87863
nm@ier.uni-stuttgart.de

Uwe R. Fritsche¹, Adam Brown²

Zur Nachhaltigkeit von Bioenergie im Kontext der Bioökonomie: Ergebnisse aus der IEA „Bioenergy Roadmap“

Bioökonomie, Bioenergie, Nachhaltigkeit, Klimaschutz

Die Internationale Energie-Agentur (IEA) hat ihre früheren „Wegweiser“ (roadmaps) zu Bio-Kraftstoffen (IEA 2011) und Bioenergie (IEA 2012) in den letzten beiden Jahren integriert und aktualisiert (IEA 2017a) und hierbei auf Grundlage ihrer jüngsten globalen Szenarien (IEA 2017b) die Bedeutung der Bioenergie für die Erreichung des 2 °C-Ziels des Pariser Klimaabkommens und der Dekarbonisierung des Energiesystems herausgearbeitet.

Wesentlich ist bei der neuen IEA roadmap, dass sie erstmals explizit die Rolle der Bioökonomie nennt und auch würdigt. Weiterhin geht die neue roadmap sehr umfassend auf die Fragen der Nachhaltigkeit von Biomasse ein und setzt dafür einen grundlegenden Rahmen. Im Beitrag werden die entsprechenden Überlegungen und wesentliche Ergebnisse der IEA roadmap vorgestellt.

Referenzen

IEA (2011) Technology Roadmap - Biofuels for Transport. International Energy Agency. Paris, URL: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Biofuels_Roadmap_WEB.pdf

IEA (2012) Technology Roadmap: Bioenergy for Heat and Power. International Energy Agency. Paris, URL: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/bioenergy.pdf>

IEA (2017A): Bioenergy Roadmap. International Energy Agency. Paris.

IEA (2017B): Energy Technology Perspectives 2017 Catalysing Energy Technology Transformations. International Energy Agency. Paris.

¹ IINAS – Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien GmbH, Darmstadt

² iea – International Energy Agency, Paris



Uwe R. Fritsche

INAS – Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien GmbH
Heidelberger Str. 129 ½, 64285 Darmstadt

Kontakt
+49 (0) 6151 850 6077
uf@iinas.org

Jan Liebetrau, Jörg Kretzschmar, Marcel Pohl

Biogasanlagen - fester Bestandteil der Bioökonomie? Potentiale von Biogasanlagen in zukünftigen Infrastrukturen

Biogas, dezentral, Bioraffinerieanlagen, Verbundwerkstoffe

Die Biogaserzeugung ist eine etablierte Technologie mit ca. 8.700 Anlagenstandorten (Stand Ende 2016) in Deutschland. In enger Anbindung an die landwirtschaftliche Produktion erzeugen die dezentralen Biogasanlagen auf Basis von Energiepflanzen und agrarischen Reststoffen Strom und Wärme. Die Gärreste werden als Dünger auf die Felder ausgebracht und schließen Nährstoffkreisläufe.

Grundsätzlich weisen Biogasanlagen infrastrukturelle und teilweise sogar technische Voraussetzungen für Anlagen zur stofflichen Verwertung von Biomasse – also im weiteren Sinne von Bioökonomiekonzepten – auf. Mit dem zunehmenden wirtschaftlichen Druck, z. B. aufgrund auslaufender EEG Förderung bzw. Änderungen in der Förderung von Biogasanlagen nach dem EEG 2017 besteht für die Anlagenbetreiber die Notwendigkeit, nach ergänzenden Wertschöpfungsmöglichkeiten zu suchen, um die Anlagen weiterhin rentabel betreiben zu können. Damit stellen Biogasanlagen aufgrund ihrer vorhandenen Einbindung eine potentiell geeignete und erweiterbare Infrastruktur für weitere Prozesse dar.

Beispiele für eine erfolgreiche Koppelung von Energieerzeugung und stofflicher Verwertung von Biomasse sind z. B. die Nutzung von Fasern für Kunststoffersatzstoffe (z. B. Biowert), Holzsubstitute in Verbundwerkstoffen oder die Kohlendioxidnutzung in Power-to-Gas Anlagen. Im weiteren Sinne kann auch die Gärrestaufbereitung und die Produktion von Düngemitteln dazu gerechnet werden. Forschungsvorhaben in diesem Bereich beschäftigen sich u. a. mit der Erzeugung von Insektenproteinen oder mit der Bereitstellung von organischen Säuren oder Treibstoffen aus dem Biogasprozess.

Wenn über Bioökonomie gesprochen wird, dann wird dies meist mit großen Bioraffinerieanlagen assoziiert, die entsprechende Massenströme und Größenordnungen am Substratumsatz bedingen. Dezentrale Anlagen versprechen dagegen einen hohen Grad an Integration in lokale Strukturen und vereinfachen eine Kreislaufführung von Stoffströmen, insbesondere von Nährstoffen wie Phosphor und Stickstoff. Gerade die lokale, kleinskalige Versorgung mit Ausgangsstoffen und die Verwertung der Prozessrückstände ist ein wichtiger Aspekt bei der dezentralen Biomassenutzung. Die Bereitstellung von Energie aus Biomasse ist ein Markt mit einem klar definierten Produkt und einer festgelegten Förderstruktur. Die stoffliche Verwertung von Biomasse kann in einer Vielzahl von Prozessen erfolgen, eine Absicherung des wirtschaftlichen Risikos gibt es hierfür aktuell nicht. Im Gegenteil müssen die Produkte mit den in der Regel günstigeren erdölbasierten Produkten am Markt konkurrieren. Damit sind die Auswahl geeigneter Prozesse und die Identifikation lukrativer Marktsegmente für die Anlagenbetreiber deutlich unübersichtlicher.

Im Energiesektor hat sich mit der überwiegend dezentralen Bereitstellung erneuerbarer Energien eine völlige neue Struktur etabliert. Ob es eine ähnliche Entwicklung auch in der Bioökonomie geben wird, bleibt abzuwarten. Falls sich dezentrale Konzepte durchsetzen können, sind landwirtschaftliche Biogasanlagen eine interessante Basis für die Entwicklung von integrierten Verwertungsanlagen.



Jörg Kretzschmar

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

Kontakt
+49 (0) 341 24 34 419
joerg.kretzschmar@dbfz.de

Stefan Majer, Roy Nitzsche, Maik Budzinski, Arne Gröngröft, Franziska Müller-Langer, Daniela Thrän

Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung neuer Produkte der Bioökonomie - Erfahrungen aus dem Spitzenclusterprojekt

Bioraffinerien, LCA, Öko-Effizienzanalyse

Der BMBF geförderte BioEconomy Cluster in Mitteldeutschland untersucht neue Produktionsverfahren zur Herstellung innovativer Produkte auf Basis von Biomasse. Zur Unterstützung von Prozess- und Produktentwicklern wurden in der Begleitforschung des Clusters eine Reihe von Instrumenten zur Bewertung der technischen, sozialen und ökologischen Nachhaltigkeit entwickelt. Diese Werkzeuge können auf Prozess- und Wertschöpfungskettenebene angewendet werden.

Die entwickelten Methoden und Werkzeuge umfassen:

- i) einen Konzeptansatz für neue Bioraffinerieprodukte und Prozesse auf der Grundlage von Prozesssimulationen zur Integration von ökonomischer und ökologischer Optimierung
- ii) eine soziale Lebenszyklusanalyse und
- iii) die Bewertung der Ökoeffizienz und
- iv) ein indikatorbasiertes Tool zur kontinuierlichen Nachhaltigkeitsbewertung ausgewählter bio-basierter Produktkonzepte.

Die im Rahmen des Vortrags vorgestellten Ergebnisse basieren auf der Analyse eines beispielhaften Bioraffineriekonzeptes, in dem 400.000 t TM/a (\approx 250 MW) Buchenholz in Chemikalien und Kraftstoffe umgewandelt werden. Dabei erfolgte zunächst eine umfassende Darstellung des Konzeptes auf Basis einer Aspen Plus® v8.0 Simulation, einschließlich der Prozessschritte Vorbehandlung, enzymatische Hydrolyse, alkoholische Fermentation, Olefin-Dehydratation, Biogasproduktion und -aufbereitung. Die Ergebnisse zeigten eine Gesamtenergieeffizienz von 87,1 % bei Produktausbeuten von 41.600 t/a Ethylen, 58.520 t TM/a Organosolv-Lignin, 38.400 t/a Biomethan und 90.800 t TM/Hydrolyse-Lignin. Die ersten Ergebnisse der ökonomischen Bewertung zeigten jedoch, dass das entsprechende Konzept, trotz Wärmeintegration und der optimierten Energierückgewinnung noch nicht rentabel ist. Die Ergebnisse der ökonomischen Bewertung sind jedoch bei verschiedenen Annahmen, insbesondere in Bezug auf die Preise für Buchenholz, Ethylen und Organosolv-Lignin durchaus sensitiv. Im weiteren Verlauf des Projektes erfolgten verschiedene Optimierungsläufe zur Identifikation eines ökonomisch und ökologisch nachhaltigen Bioraffineriekonzeptes. Die kollaborative Studie wurde von DBFZ und UFZ im Rahmen der Begleitforschung des BioEconomy Clusters in Mitteldeutschland durchgeführt.

Referenzen

Budzinski, M.; Nitzsche, R. (2016): Comparative economic and environmental assessment of four beech wood based biorefinery concepts. *Biore-source Technology* (in press) <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2016.05.111>

Nitzsche, R.; Budzinski, M.; Gröngröft, A. (2016): Techno-economic assessment of a wood-based biorefinery concept for the production of polymer-grade ethylene, organosolv lignin and fuel. *Bioresource Technology* 200: 928-939.

Nitzsche, R.; Budzinski, M.; Gröngröft, A.; Majer, S.; Müller-Langer, F.; Thrän, D. (2016): Process simulation and sustainability assessment during conceptual design of new bioeconomy value chains. 24th European Biomass Conference and Exhibition, 6–9 June 2016, Amsterdam, The Netherlands. EU BC&E Proceedings. ETA-Florence Renewable Energies, Florence, p. 1723–1726



Stefan Majer

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

Kontakt
+49 (0) 341 24 34 716
stefan.majer@dbfz.de

NEUE PROJEKTE

LAUFZEIT AB 2017

I Kombiniert & gekoppelt

BioWasteStirling – Verstromung von biogenen Reststoffen mit einem wirbel-schichtgefeuerten Stirlingmotor (03KB122)
Tanja Schneider (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

BioWap – mit Biomasse betriebenes Absorptionswärmepumpen- und Kälteanlagen-system (03KB127)
Manuel Kausche (ZAE Bayern)

MiniGas – Dezentrale Strom- und Wärmeversorgung mittels Nutzung von teilaufbereitetem Biogas durch Mini-KWK-Anlagen (03KB131)
Manuel Mancini (abc advanced biomass concepts GmbH)

BreBiSorp – Brennwertnutzung an Biomassekesseln mittels angekoppelter Sorptionswärmepumpe (03KB133)
Prof. Dr. Christian Schweigler (Hochschule für angewandte Wissenschaften München)

Strom- und Wärmemarkt

SNuKR – Steigerung des Nutzens von kleinen, biomassebefeuelten BHKWs durch bedarfsgerechte Regelung (03KB121)
Daniel Büchner (DBFZ)

BioHy – Energetische und ökonomische Optimierung von Biogasanlagen durch die getrennte Erzeugung von Biowasserstoff und Biomethan (03KB123)
Robert Manig (DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH)

ESTEBIS – Echtzeit-Steuerung von zweistufigen Biogasanlagen mit Hilfe eines Simulationsmodells (03KB132)
Arne Nägel (Goethe-Universität Frankfurt/Main)

II Flexibel & regelbar im

III Energie- & umwelteffizient verbrennen

EmiLy – Emissionsarmer Pelletkessel - Weiterentwicklung und Erprobung eines für alle Pelletqualitäten geeigneten 150 kW_{th} Biomassekessels als saubere und nachhaltige Alternative für den Wärmemarkt (03KB124)
Daniel Hegele (Hoval GmbH)

BiotAB – Effizienzsteigerung bei der Energiegewinnung in Biomassekraftwerken durch die technische Anwendung eines Biobrennstoffkataloges (03KB125)
Dr. Jürgen Reichelt (IBR Institut für angewandte Bau- und Reststoff-Forschung GbR)

KliSchGa – Bio-chemisches “Klima-Schutz-Gas” aus hochfesten Industrie-Misch-Pellets zur Industriegas-Erzeugung (03KB126)
Andreas Häusler (Fraunhofer IKTS)

SCRCOAT – Optimierung und Validierung von Verfahren zur kombinierten Reduktion von Feinstaub und sauren Schadgasen an Biomassefeuerungen (03KB128)
Mario König (DBFZ)

VergaOpt – Mittel- und langfristige Sicherung des Holzvergaseranlagenbestandes und Beitrag zu dessen weiterem Ausbau durch Erschließung preiswerter Brennstoffsportimente (03KB135)
Claudia Kirsten (DBFZ)

IV Systemisch betrachten

OptiSys – Optimaler Anteil und Systembeitrag von Bioenergie in intelligenten Elektrizitäts- und KWK-Systemen in Deutschland (03KB129)
Marlies Härdtlein (Universität Stuttgart)

Smarkt – Bewertung des Marktpotenzials und Systembeitrags von integrierten Bioenergiekonzepten (03KB130)
Nora Szarka (DBFZ)

Altholz-Quo_vadis – Zukünftige energetische Nutzungsoptionen von Altholz (03KB134)
Michael Porzig (IZES gGmbH)



>> BioMates – Stroh auf heißen Scheiben

Dr.-Ing. Volker Heil (Fraunhofer UMSICHT)

>> STEP by STEP – The Chicken Slam

Nadine Balling (Rückert NatUrgas GmbH)

>> Bio-DYN: Hart aber vergär – Warum stockt die Bioabfallvergärung in Deutschland?

Michael Kern & Kollegen (Witzenhausen-Institut GmbH)

>> Life is life und n' cycle!

Katja Oehmichen, Kathleen Meisel, Stefan Majer (DBFZ)



POSTER- AUSSTELLUNG

DIE THEMEN

- I Biogene Methanisierung optimieren & Raffineriekonzepte
- II Thermische Biomassenutzung kosten-, energie- und umwelteffizient
- III Biogasnutzung flexibel und effizient
- IV Systemisch betrachten



„PHOTOSYNTHETISCHE“ BIO-WASSERSTOFFPRODUKTION MIT DEM PURPURBAKTERIUM *RHODOSPIRILLUM RUBRUM* OHNE LICHT



Caroline Autenrieth und Robin Ghosh, Abteilung Bioenergetik, Institut für Biomaterialien und Biomolekulare Systeme, Pfaffenwaldring 57, Universität Stuttgart

Wasserstoff ist der sauberste Energieträger.

Auf dem Weg zu einer H₂-basierten Wirtschaft sind jedoch einige Hürden zu überwinden. Bislang wird H₂ meist direkt aus fossilen Brennstoffen hergestellt. In einer zukünftigen, decarbonisierten Energiewirtschaft, die weitestgehend auf fossile Ressourcen verzichtet, ist dies allerdings keine nachhaltige Option.

Biobasierte Ansätze verwenden meistens Grün- oder Blaualgen, die Licht als Energiequelle zur H₂-Produktion nutzen. Die Notwendigkeit einer Beleuchtung ist allerdings im industriellen, großtechnischen Maßstab wenig praktikabel, was die Erfolgsaussichten für H₂-Produktion mit Algen erheblich schmälert.

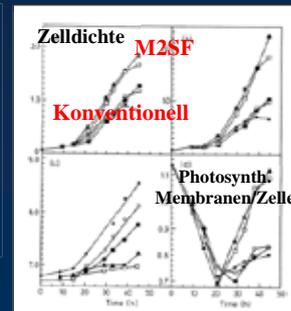
Hier stellen wir einen einzigartigen Prozess vor – „Dunkel-Photosynthese“ – bei dem die photosynthetische Produktionskapazität des Purpur-Nicht-Schwefelbakteriums *Rhodospirillum rubrum* im Dunkeln, in einem herkömmlichen, und daher beliebig skalierbaren Bioreaktorsystem zur H₂-Produktion genützt wird.



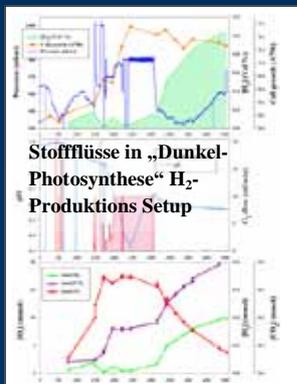
Der H₂-Produktionsprozess im Dunkeln erfolgt in einem sehr kostengünstigen Kulturmedium, M2SF [1,2]. Energie- und Kohlenstoffquelle ist hierbei Fruktose, die aus Abfällen der Mais- und Fruchtverarbeitung hergestellt werden kann.



Dunkel-Photosynthese Setup



Vergleich konventionelles (M) und „Dunkel-Photosynthese“ (M2SF, F) Medium: Es werden im Dunkeln Zelldichten und Photosynthesemembranmengen produziert, die sonst nur im Licht erreicht werden können.



Es wurde eine besondere Mutante entdeckt – „*R.rubrum*-H₂“, die im Vergleich zum Wild-Typ ein Vielfaches an H₂ produziert.

R.rubrum-H₂ kann bis zu 2% H₂ über längere Perioden mit Fruktose als Reduktionsäquivalentenquelle bilden.

Der Prozess ist, auch in einem grosskaligen Bioreaktor, leicht regelbar.



M2SF-Medium induziert Gene für Photosynthese, auch für Mutanten, die nicht photosynthetisch wachsen können.

Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung und der Vector Mint Stiftung für finanzielle Unterstützung.

Literatur:

- (1) GHOSH, R.; HARDMEYER, A.; THÖNEN, I.; BACHOFEN, R. (1994): Optimization of the Sistrom culture medium for large-scale batch cultivation of *Rhodospirillum rubrum* under semiaerobic conditions with maximal yield of photosynthetic membranes. In: *Appl. Environ. Microbiol.* 60, pp. 1698-1700.
- (2) GRAMMEL, H.; GILLES, E.D.; GHOSH, R. (2003) Microaerophilic cooperation of reductive and oxidative pathways allows maximal photosynthetic membrane biosynthesis in *Rhodospirillum rubrum*. In: *Appl. Env. Microbiol.* 69, pp. 6577-6586.



DEZENTRALE WASSERSTOFFHERSTELLUNG MITTELS AUTOTHERMER REFORMIERUNG VON BIOGAS

Isabel Frenzel^{a,*}, Florian Rau^a, Andreas Herrmann^a, Dimosthenis Trimis^b, Hartmut Krause^a

^aTU Bergakademie Freiberg, Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik, Lehrstuhl für Gas- und Wärmetechnische Anlagen, Freiberg

^bKarlsruher Institut für Technologie, Engler-Bunte-Institut, Teilinstitut Verbrennungstechnik, Karlsruhe

1 EINLEITUNG

Wasserstoff wird heutzutage konventionell in der chemischen Industrie und in verschiedenen metallurgischen Produktionsprozessen verwendet. Zudem steigt der globale Energiebedarf immer weiter an und ein Übergang vom bestehenden System basierend auf fossilen Energieträgern zu einem emissionsarmen und nachhaltigen System wird angestrebt. Wasserstoff spielt dabei als sekundärer Energieträger eine signifikante Rolle, weil er energieeffizient und, bei Verwendung von erneuerbaren Primärenergieträgern, mit sehr geringen Kohlenstoffdioxid-Emissionen hergestellt werden kann. Der Bedarf an dezentralen Wasserstoffherstellungsanlagen im mittleren Leistungsbereich von 20 m³/h i. N. bis 500 m³/h i. N. wächst immer weiter an.

Im Rahmen des abgeschlossenen europäischen FP7-Projektes „BioRobur – Biogas robust processing with combined catalytic reformer and trap“ wurde eine solche Anlage mit dem Ziel der Produktion von 50 m³/h i. N. Wasserstoff an der TU Bergakademie Freiberg aufgebaut und getestet. Mittels autothermer Reformierung wurde hierbei unter Verwendung von kommerziellen und neu entwickelten Katalysatoren aus synthetischem Biogas ein wasserstoffreiches Synthesegas hergestellt. Im Folgenden wird der grundlegende Aufbau der Demonstrationsanlage im Detail beschrieben und ausgewählte Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen für verschiedene Katalysatoren, unter Variation wichtiger Prozessparameter, vorgestellt. Des Weiteren fand ein Vergleich der Messwerte mit den numerischen Ergebnissen einer ASPEN Plus® Modellierung des Gesamtprozesses statt.

2 EXPERIMENTELLER AUFBAU

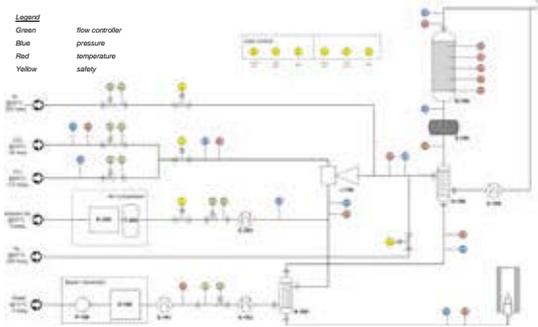


Abb. 1: Blockfließschema der Demonstrationsanlage des BioRobur-Projektes



Abb. 2: Impressionen der BioRobur-Anlage:

- A: gesamte Anlage mit Wärmedämmung
- B: Monolith mit Edelmetallkatalysator (kommerziell)
- C: Schaumstruktur mit nickelbasiertem Katalysator (neu entwickelt: Ni (5 Ma.-%) / Rh (0,05 Ma. %) auf MgAl₂O₄-Spinell)

3 ERGEBNISSE

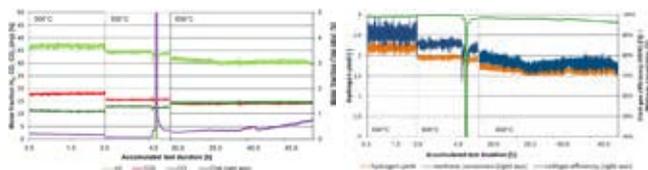


Abb. 3: Synthesegaszusammensetzung (links) und Ergebnisse des Langzeittests (rechts) mit nickelbasiertem Katalysator für GHSV = 4000 1/h, O/C = 1,1, S/C = 2,0 und Eintrittstemperaturen von 500°C und 650°C

- Langzeittest wurde bei 40% Teillast durchgeführt (akkumulierte Testzeit 52 h, nur reine Reformierungszeit dargestellt, ohne Aufheizung und Aktivierung).
- Methanumsatzraten im Bereich von 96% bis 99%, Wasserstoffträge im Bereich von 1,7 bis 2,2 und Kaltgaswirkungsgrade im Bereich von 70% bis 90% wurden erreicht.
- Signifikante Degradation des Katalysators ist erkennbar.

- Kaltgaswirkungsgrad stark von O/C-Verhältnis abhängig; erreicht für Eintrittstemperatur der Edukte von 700°C maximalen Wert von 98%.
- Bei gleichem O/C-Verhältnis werden bei höherer Eintrittstemperatur höhere Kaltgaswirkungsgrade erreicht.
- Berechnete Werte stimmen qualitativ mit experimentellen Ergebnissen überein.

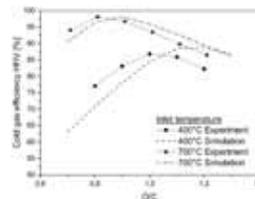


Abb. 4: Vergleich von experimentell und numerisch bestimmten Kaltgaswirkungsgraden für GHSV = 8000 1/h, S/C = 2,0 und Eintrittstemperaturen von 400°C und 700°C (Edelmetallkatalysator)

4 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des europäischen Projektes BioRobur wurde eine Demonstrationsanlage zur Herstellung eines wasserstoffreichen Synthesegases basierend auf der autothermen Reformierung von Biogas entwickelt, in Freiberg aufgebaut und erfolgreich experimentell charakterisiert. Dabei kamen sowohl ein kommerzieller monolithischer Edelmetallkatalysator als auch ein, von Projektpartnern entwickelter, neuartiger Nickelkatalysator auf einer Schaumstruktur zum Einsatz. Unter Verwendung des kommerziellen Katalysators für die Reformierung konnte mit der Anlage ein maximaler Kaltgaswirkungsgrad von 98% erzielt werden.

DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich bei der Europäischen Kommission für die finanzielle Unterstützung dieser Arbeit im Rahmen des Projektes BioRobur (7. Rahmenprogramm, Nummer der Zuwendungsvereinbarung: 325383).

*Dipl.-Ing. Isabel Frenzel
TU Bergakademie Freiberg | Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik | Lehrstuhl für Gas- und Wärmetechnische Anlagen | Gustav-Zeuner-Str. 7 | 09599 Freiberg | Telefonnummer: 03731 / 39-3013 | isabel.frenzel@iwtt.tu-freiberg.de



Ermittlung des Spurenelement- und Nährstoffbedarfs der biogenen Methanisierung von Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid

MATTHIAS GRUTTMANN M.SC., DR.-ING. ELMAR BRÜGGING, PROF. DR.-ING. CHRISTOF WETTER

Fachbereich Energie-Gebäude-Umwelt, FH Münster, Stegerwaldstr. 39, 48565 Steinfurt, Deutschland, 02551/962549, matthias.gruttman@fh-muenster.de
 Institut für Energie und Prozesstechnik (IEP), FH Münster, Stegerwaldstr. 39, 48565 Steinfurt, Deutschland
 Institut für Wasser-Ressourcen-Umwelt (IWARU), FH Münster, Stegerwaldstr. 39, 48565 Steinfurt, Deutschland

Projektbeschreibung

Die biogene Methanisierung ist ein Power-to-Gas-Verfahren, welches als Langzeitspeicher und zum Transport elektrischer Energie eingesetzt werden kann. Zur Untersuchung der biogenen Methanisierung von Biogas und Wasserstoff wurden im Rahmen des deutsch-niederländischen Interreg VA-Projektes „Grüne Kaskade“ im Teilprojekt „Methanisierung“ zwei identische Umwälzreaktoren aus Edelstahl mit Füllkörperschüttungen entwickelt. Mittels der Reaktoren wird der Prozess durch Variation der Temperatur, dem Druck und der Umwälzgeschwindigkeit optimiert. Auch die hier vorgestellte Bestimmung des Spurenelement- und Nährstoffbedarfes der Mikroorganismen wurde im Rahmen des Projektes ermittelt. Nach Abschluss des Projektes sind Einsatzmöglichkeiten anhand von Nutzungskonzepten identifiziert und die Pilotphase vorbereitet worden. Ein Nutzungskonzept ist in der Abb. 1 schematisch dargestellt.

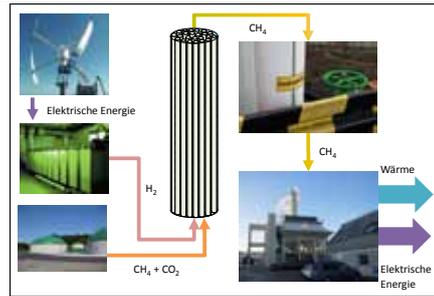


Abb. 1: Schematische Darstellung eines Methanisierungs-Konzepts

Versuchsdurchführung

Im Rahmen des Projektes wurden zwei baugleiche halbtechnische Methanisierungsreaktoren entwickelt. Das Ergebnis der Entwicklung sind zwei Umwälzreaktoren aus Edelstahl mit einer Füllkörperschüttung, die in Abb. 2 dargestellt sind. Zur Untersuchung des Spurenelement- und Nährstoffbedarfes der Mikroorganismen, die Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff zu Methan und Wasser umsetzen, wurde ein speziell für die biogene Methanisierung entwickelter Laborreaktor mit Gärrest aus einer landwirtschaftlichen Biogasanlage befüllt. Der Gärrest wurde vor Beginn des Versuches thermisch behandelt. Der Reaktor wird bei kontinuierlicher Zugabe von Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid betrieben, bis der maximale Gasumsatz erreicht ist und lediglich im Bereich des Messfehlers schwankt. Anschließend wird der Reaktor entleert und das Reaktionsgemisch analysiert.

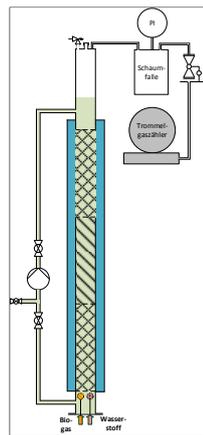


Abb. 2: Methanisierungsreaktor

Von dem Reaktionsgemisch sowie einer Nullprobe werden die gelösten Nährstoffe- und Spurenelemente bestimmt. Hierfür wird das Gemisch vor den Messungen mit einem Filter (1 µm) filtriert und das Filtrat analysiert.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Analysen zeigen, dass diverse gelöste Spurenelemente und Nährstoffe von den Mikroorganismen der biogenen Methanisierung gebunden werden und damit für die Steigerung der Bakteriedichte nicht mehr zur Verfügung stehen. In Abb. 3 ist der Anteil der Spurenelemente und Nährstoffe der Ausgangsprobe dargestellt, der in dem Kontrollzeitraum umgesetzt wurde.

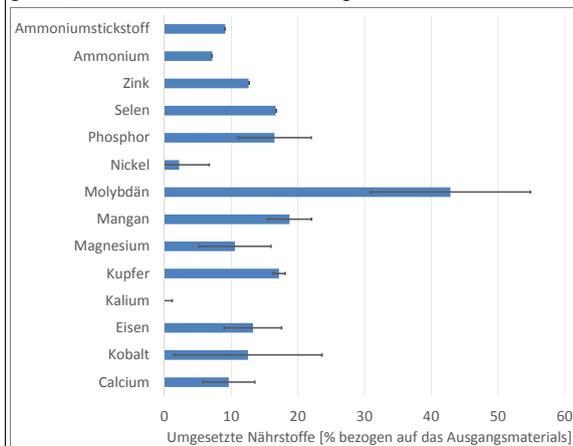


Abb. 3: Anteil der gebundenen Spurenelemente und Nährstoffe

Fazit und Ausblick

Auf Basis der Ergebnisse kann ein Rezept für die Zugabe von Spurenelementen und Nährstoffen erstellt werden. Aufbauend auf die Ergebnisse wird in weiteren Versuchen, mit den neu entwickelten Methanisierungsreaktoren, nach dem Erreichen der maximalen Methanbildungsrate einem der Reaktoren ein Gemisch der fehlenden Elemente zugeben. Anschließend werden die Methanbildungsraten beider Reaktoren miteinander verglichen und in regelmäßigen Abständen der Gehalt an Spurenelementen und Nährstoffen bestimmt.

Projektpartner Förderung





BioMates

INTERMEDIATE AUS HALMGUTARTIGER BIOMASSE ZUR EINSPEISUNG IN KONVENTIONELLE RAFFINERIEN – BioMates

Volker Heil*, Tim Schulzke, Stefan Conrad, Fraunhofer UMSICHT, D | Stella Bezerigianni, CETH/CPERI, GR | David Kubička, University of Chemistry and Technology Prague, CZ | Rocio Diaz-Chavez, Imperial College, UK | Nils Rettenmaier, IFEU, D | Martijn Mulder, HYET B.V., NL | Michael Martin, Ranido s.r.o., CZ | Ulrich Pfisterer, BP Europa SE, D

HALMGÜTER IN ERDÖLRAFFINERIEN?

Halmgutartige Reststoffe und Agrarprodukte lassen sich pyrolytisch zu Bioölen verflüssigen, und diese können in konventionellen Raffinerien mitverarbeitet werden. So bekannt dies ist, so wenig verbreitet ist es – ein Grund liegt in der Anforderung, zunächst ein lagerstabiles Intermediat mit verlässlichen Eigenschaften zu erzeugen. Gelingt dies, lässt sich ein solches Intermediat gleichberechtigt mit den Rohölen der verschiedenen Lagerstätten mit ihren individuellen Eigenschaftsprofilen im Rohstoffmix einer Raffinerie einsetzen.

DAS BIOMATES-PRINZIP

Hier setzt das Horizon 2020-Vorhaben BioMates an (Abb. 1): Stroh und Miscanthus werden in einer ablativen Schnellpyrolyse zu Bioöl umgesetzt, indem sie an einem heißen, rotierenden Körper in weniger als einer Sekunde auf 550 °C erhitzt werden. Das erhaltene Bioöl ist schwerer als Mineralöl und Wasser, mit keinem von beiden mischbar, und seine Eigenschaften sind von der Rohstoffcharge abhängig. Daher wird es nachfolgend in einem milden Hydrierschritt zu einem definierten Intermediat umgesetzt. Dessen Mischbarkeit mit verschiedenen Stoffströmen innerhalb einer Raffinerie liefert eine erste Indikation für den optimale Einspeisepunkt in die Raffinerie. Optional können die Eigenschaften des Bioöls durch Inline-Katalyse im vorgekühlten Pyrolysedampf optimiert werden.

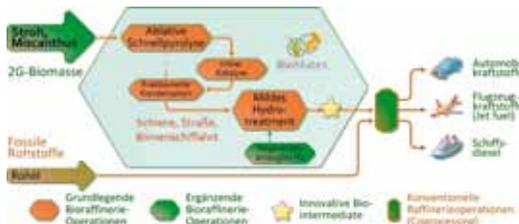


Abb. 1: Das BioMates-Verfahrenskonzept

Das eigentliche Bioöl fällt bei der Totalkondensation gemeinsam mit einer wässrigen Phase an, die hauptsächlich Essigsäure enthält (Abb. 2). Durch einen Zwischenschritt bei der Kondensation lassen sich bei Temperaturen oberhalb von etwa 66 °C (für Stroh) einphasige organische Produkte auskondensieren, die einen Großteil der hochwertigen Komponenten beinhalten.

ERSTE ERGEBNISSE

Erste Versuche zur milden Hydrierung eines strohbasieren, einstufig auskondensierten Bioöls über einem kommerziellen Katalysator zeigen, dass die Säurezahl des Hydrierproduktes mit steigender Hydrier-temperatur abnimmt – eine für die Anwendung als Raffinerieintermediat äußerst positive Tendenz. Gleichzeitig steigt aber die Konzentration energiereicher Kohlenstoffverbindungen im Produktgas an, was mit einem Verlust an nutzbarer Energie im flüssigen Intermediat einhergeht. Die Auswahl der geeigneten Reaktionsparameter ist also eine klassische Optimierungsaufgabe. Gleichzeitig fällt mit steigender Reaktionstemperatur T_R auch die Dichte des erzeugten Intermediates ab, welches bei $T_R = 300$ °C noch schwerer, bei $T_R = 360$ °C jedoch bereits leichter als die entstehende wässrige Phase ist (Abb. 3).



Abb. 2: Flüssiges Pyrolyseprodukt bei einstufiger Kondensation (Teerphase unten)

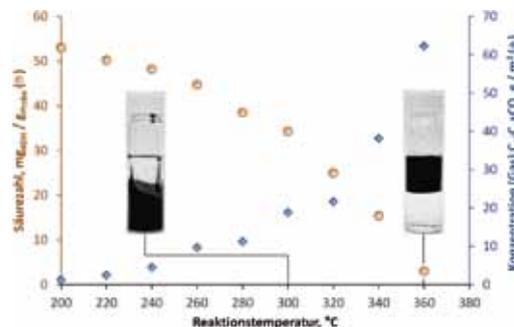


Abb. 3: Säurezahl des umgesetzten Bioöls und Konzentration von CO + C₁-C₅-Alkanen/-olefinen in der Gasphase nach milder Hydrierung (Probenabbildungen: Teerphase schwarz)

Technisch wird das Vorhaben durch eine energiesparende elektrochemische Wasserstoffverdichtung abgerundet, welche die Nachhaltigkeit der erzeugten biobasierten Intermediate erhöht.

KONTAKT

*Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
Osterfelder Straße 3 | 46047 Oberhausen | Deutschland
Tel.: +49 208 8598-0 | E-Mail: biomates@biomates.eu



Das Vorhaben wird im Europäischen Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizon 2020 unter der Fördernummer 727463 gefördert. Dieses Poster spiegelt lediglich die Ansichten der Autoren wieder. Die Europäische Kommission und ihr Projektträger INEA sind nicht verantwortlich für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen.

PARTNER



biomates.eu

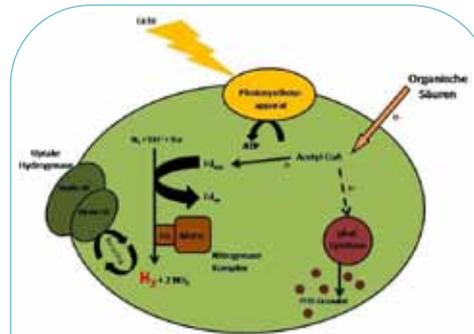
BIOLOGISCHE WASSERSTOFFPRODUKTION DURCH FRUCHTSAFTFERMENTATION MIT *RHODOBACTER SPHAEROIDES* STAMM 2.4.1

NADINE WAPPLER & RÖBBE WÜNSCHERS



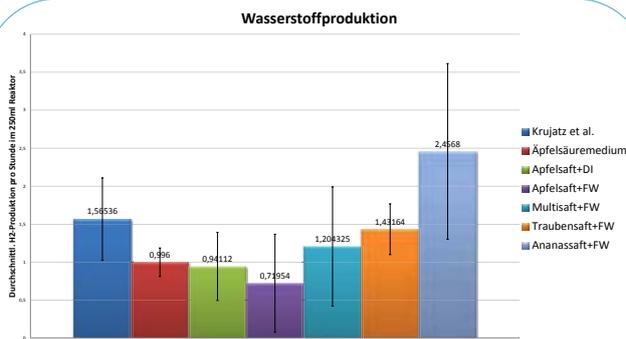
Hintergrund

Der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergiebedarf in Deutschland liegt derzeit bei knapp 32% (Stand 2016). Die Bundesregierung fordert den Ausbau auf 55-60% bis 2035¹. Um diesen zusätzlichen Bedarf zu decken, werden neue Technologien, vor allem im Bereich Biomasse benötigt. Eine der wohl saubersten Alternativen zu fossilen Brennstoffen ist die Produktion von biologischem Wasserstoff, z.B. mit *Rhodobacter sphaeroides*. Wasserstoff kann in einer Brennstoffzelle mit Sauerstoff zu Energie und Wasser umgewandelt werden, ohne Emission umweltschädlicher Nebenprodukte. Für die Wasserstoffproduktion werden Sonnenlicht und organische Säuren, welche in Obst- und Gemüseabfällen zu finden sind, benötigt^{2,3}. Diese Fermentationsart (Photofermentation) liefert nicht nur molekularen Wasserstoff als Energieträger, sondern leistet gleichzeitig einen Beitrag zur Müllbeseitigung.



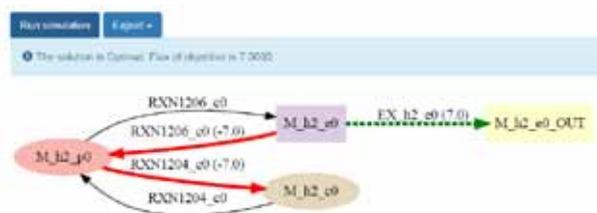
Wasserstoffproduktion mit *Rhodobacter sphaeroides*. Die Produktion von H_2 ist für den Organismus ein Abfallprodukt der Stickstofffixierung durch das Enzym Nitrogenase. Überschüssiger Wasserstoff wird durch die Hydrogenase recycelt und in Form von Protonen dem Prozess rückgeführt. Bei einem Überschuss organischer Säuren erzeugt der Organismus biologisch abbaubaren Kunststoff (poly-hydroxy-Buttersäure).

(Graphik abgewandelt aus Franchi et al., 2004)



Wasserstoffproduktion mit *Rhodobacter sphaeroides* mit unterschiedlichen Fruchtsäften als Substrat.

Das Ziel: Modellierung des Stoffwechsels



Um den Entstehungsprozess des Energieträgers Wasserstoff zu optimieren, ist ein genaues Verständnis der Abläufe innerhalb des Stoffwechsels notwendig. Dabei werden möglichst viele Parameter (Biomasse, Expressionsdaten, Medienzusammensetzung,...) erhoben und in ein Modell eingepflegt. Anschließend kann der Stoffwechsel ohne Laboruntersuchungen am Computer simuliert werden.

Wasserstoff aus biologischen Abfällen

Unter Laborbedingungen wurde ein Minimalmedium aus Flusswasser (Spurenelemente) und Fruchtsäften (Substrat) entwickelt. Die Fruchtsäfte werden in späteren Untersuchungen durch biologische Abfälle (z.B. Saftindustrie) ersetzt. Unterschiedliche Fruchtsäfte (Apfel, Traube, Multivitamin, Ananas) wurden in Hinblick auf Wasserstoffproduktionsraten verglichen und Genexpressionsanalysen (qPCR, Transkriptomsequenzierung) durchgeführt (Daten nicht gezeigt).

Referenzen

- [1] Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2017): Energiewende im Überblick. Die Bundesregierung, Berlin. URL: <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatistischeSeiten/Breg/Energiekonzept/0-Buehne/ma%C3%9Fnahmen-im-ueberblick.html> (Stand 12.06.2017).
- [2] D.-H. Kim, J.-H. Lee, S. Kang, P.C. Hallenbeck, E.-J. Kim, J.K. Lee (2014): Enhanced photo-fermentative H_2 production using *Rhodobacter sphaeroides* by ethanol addition and analysis of soluble microbial products. In: BIOTECHNOLOGY BIOFUELS. 7(79).
- [3] W.S. Kontur, W.S. Schackwitz, N. Ivanova, J. Martin, K. LaButti, S. Deshpande (2012): Revised Sequence and Annotation of the *Rhodobacter sphaeroides* 2.4.1 Genome. In: J BACTERIOL. 194, pp.7016–7017.
- [4] Franchi, Elisabetta; Tosi, Claudio; Scolia, Giuseppe; Penna, Gino Della.; Rodriguez, Francesco; Pedroni, Paola Maria (2004): Metabolically Engineered *Rhodobacter sphaeroides* RV strains for Improved Biohydrogen Photoproduction Combined with Disposal of Food Wastes. Mar. Biotechnol. 6, 552-565, DOI: 10.1007/s10126-004-1007-y.

BMWi-Förderprogramm
„Energetische Biomassenutzung“



Low-Emission-Verbrennungssystem (LEVS)

Zur Verbrennung von festen Brennstoffen in Vergaserkesseln

FKZ: 03KB093

Dr.-Ing. Mohammad Aleyssa, Niro Akbary M.Sc.

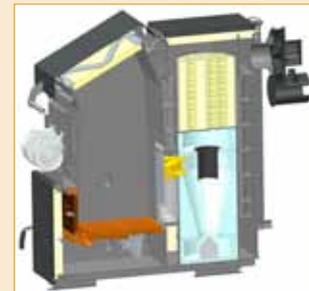
Thema

In diesem Forschungsprojekt wurde ein innovatives Verbrennungssystem (LEVS) für Vergaserkessel erfolgreich entwickelt und erprobt, welches sowohl eine Effizienzerhöhung als auch eine stabile, emissionsarme Verbrennung in allen Betriebsphasen gewährleistet und zu einer deutlichen Reduzierung von gas- und staubförmigen Emissionen in Wohngebieten beitragen kann.

Ziele

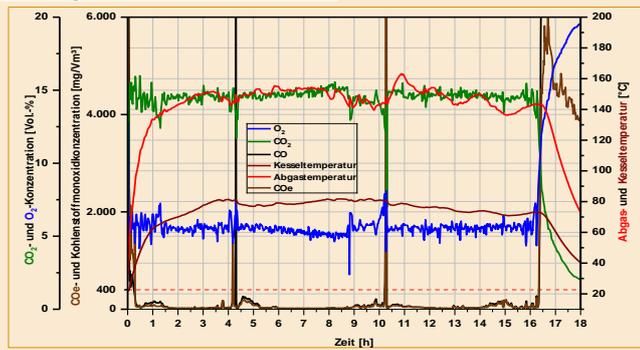
- Entwicklung eines innovativen Verbrennungskonzeptes mit einem Prototyp für Holzvergaserkessel,
- Einhaltung der zukünftigen Emissionsforderungen der 1. BImSchV im Praxisbetrieb ohne weitere Sekundärmaßnahme bzw. Filtertechnik,
- Gewährleistung eines stabilen Betriebs in der Praxis unabhängig von der Bedienungsqualität des Kessels und dem eingesetzten Brennstoff.
- Technisch robust, kostengünstig und bedienerfreundlich.

LEVS Aufbau

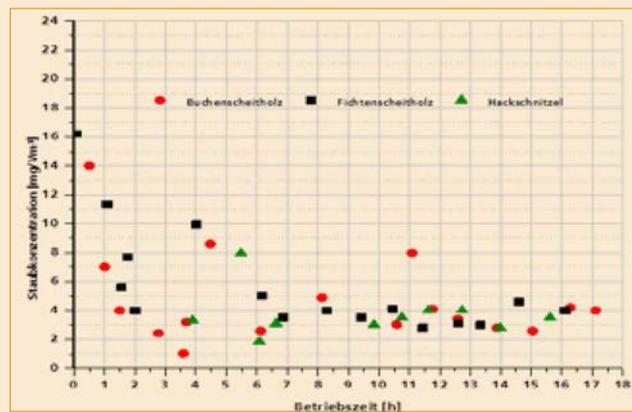


Ergebnisse

Verbrennungs- und Emissionsverhalten



Abscheideeffizienz für Staub



Vorteile des LEVS

Verbrennungsluftzufuhrsystem (Gebläse-System):

- keine strömungstechnische Abhängigkeit zwischen Primär- und Sekundärluft.
- kein Einfluss auf die Verbrennungsluftzufuhr durch die Änderung der Abgasparameter oder durch ungünstige Witterungsbedingungen und Strömungsverhältnisse.
- separate Regelung der Primär- und Sekundärluft mit einfachen Regelungsalgorithmen.

Zyklon-Brennkammer:

- Vorabscheidung von groben und feinen Staubpartikeln (> 50 µm mit einem Abscheidegrad bis 95%).
- intensive Durchmischung und Verlängerung der aktiven Verweilzeit.
- Erhöhung der Modularität der thermischen Kesselleistung.
- Vermeidung der Kurzschlussströmung bei kleineren Abgasvolumenströmen.
- selbstreinigendes System – keine mechanische Reinigung der Wärmeaustauscherfläche nötig.
- Gewährleistung eines erhöhten Wirkungsgrades durch die Vermeidung der Belegung des Wärmeaustauschers mit Verbrennungssasche.

Nachbehandlungsstufe:

- agiert als Reaktor und gewährleistet eine vollständige Verbrennung unabhängig von den Störungen bzw. der Dynamik des Vergasungsprozesses.
- Vergrößerung der aktiven Reaktionszone (Intensivierung der Durchmischung, Homogenisierung und Stabilisierung der Temperatur).
- Abscheidung und thermische Behandlung brennbarer Bestandteile (Ruß).
- Gewährleistung besserer Verbrennung in der Ausbrandphase.



Fraunhofer Institut für Bauphysik:
Dr.-Ing. Mohammad Aleyssa
Tel: +49 (0) 711 370-3455
E-Mail: mohammad.aleyssa@ibp.fraunhofer.de
www.ibp.fraunhofer.de



BMWi-Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“

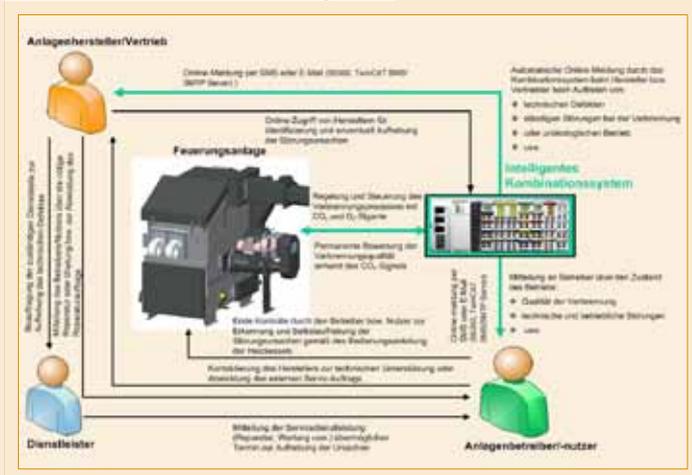


Intelligentes Kombinationssystem zur regelungstechnischen Optimierung der Verbrennung und zur Vermeidung der Fehlbedienung in Biomasseheizkesseln durch den Einsatz der O₂/CO_e-Sonde

FKZ: 03KB109

Dr.-Ing. Mohammad Aleya, Niro Akbary M.Sc

Funktionsschema des Kombinationssystems



Thema

In diesem Forschungsvorhaben geht es um die Entwicklung und Erprobung eines Kombinationssystems für die regelungstechnische Optimierung der Verbrennung, sowie für das permanente Monitoring bzw. die Überwachung des Betriebs von Biomasseheizkesseln durch den Einsatz von O₂/CO_e-Sensoren.

Ziele

- Weiterentwicklung der bestehenden Regler der eingesetzten Verbrennungsversuchsanlagen und Optimierung mit auf CO₂-Signal basierten Regelschleifen.
- Erarbeitung einer Grundlage für den Einsatz des Kombinationssystems als Überwachungssystem im Sinne der 1. BImSchV.
- Entwicklung neuer Algorithmen für das Monitoring des Betriebs mit dem Ziel zur Vermeidung der Fehlbedienung.

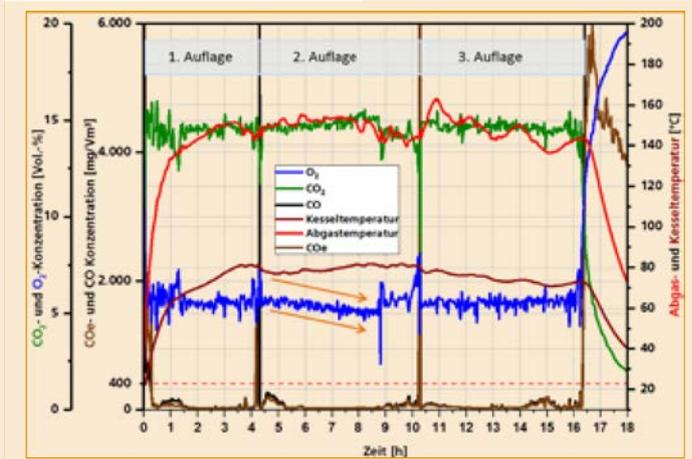
Prinzip des Kombinationssystems

- Einsatz der O₂/CO_e-Sensoren liefert zwei Arten von Signalen (O₂- und CO_e-Signal).
- Das O₂-Signal wird für die Regelung der Verbrennung genutzt.
- Das CO_e-Signal wird für die Ermittlung der Verbrennungsqualität bzw. für das Monitoring (Überwachung) und die Optimierung der Verbrennung verwendet.
- Die O₂/CO_e-Signale werden zu einer internen Verarbeitungseinheit (Mikrochip) transportiert und dort abrufbar gespeichert bzw. mit Hilfe einer speziellen Software intern ausgewertet und analysiert.
- Ökonomische und ökologische Bewertung des gesamten Betriebs.

Vorteile des Systems

- Stabiler, emissionsarmer und zuverlässiger Betrieb durch die Regelung mit einer Größe (CO_e-Signal), welche direkte Aufschlüsse über die Qualität der Verbrennung gibt.
- Umweltfreundlicher /-bewusster Betrieb von Kleinfeuerungsanlagen durch die Entwicklung des technischen Bewusstseins beim Betreiber bzw. beim Nutzer.
- Vermeidung der Fehlbedienung sowie des Einsatzes ungünstiger Brennstoffe (wie z. B. feuchtes Holz, Abfälle usw.) in der Praxis.
- Minderung der Schadstoffemissionen in Wohngebieten durch präventive Maßnahmen.
- Minderung der Treibhausgase wie z. B. CH₄ und VOCs, die bei unvollständiger Verbrennung oder beim Einsatz ungünstiger Brennstoffe oder im Falle von Fehlbedienung durch den Betreiber entstehen.
- Konsequente Überwachung und sachgemäße Bewertung von Heizkesseln.

Verbrennungs- und Emissionsverhalten



Fraunhofer Institut für Bauphysik:
Dr.-Ing. Mohammad Aleya
Tel: +49 (0) 713 970-3455
E-Mail: mohammad.aleyas@ibp.fraunhofer.de
www.ibp.fraunhofer.de





PERSPEKTIVEN EINER SCHLACKEARMEN BIOMASSEVERWERTUNG IN HEIZKESSELN KLEINER LEISTUNG DURCH GEZIELTE INTEGRATION EINER VERGASUNGSSTUFE

M. Gilbert^a, A. Nietzold^b, M. Müller^c, V. Uhlig^b, G. Ullmann^b, I. Hartmann^c, H. Krause^d

^aTU Bergakademie Freiberg, Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik IWTT, Lehrstuhl für Gas- und Wärmetechnische Anlagen

^bUllmann Haustechnik/HKB Holzkessebau Wilsdruff GmbH

^cDBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

1 EINLEITUNG

Für Hersteller von Kesselanlagen kleiner Leistung ist die thermische Verwertung von Energiepflanzen wie Miscanthus eine Herausforderung. Entsprechende Pellets weisen hohe Anteile an Aerosolbildnern und korrosiven Elementen auf. Auch die starke Verschlackung der Asche wirkt sich problematisch auf die Kontinuität der Verbrennung, die resultierenden Emissionen und die Lebensdauer der Anlagen aus. Durch thermodynamische Simulationen in Factsage und Verbrennungsversuche in verschiedenen Modellbrennern wurde das Verbrennungsverhalten von Miscanthus- und Holz-/Miscanthus-Mischpellets bei unterschiedlichen Bedingungen nachgebildet und experimentell erprobt. Die Einflüsse von Gluttemperatur, Verbrennungsluftverhältnis und Additivzugabe wurden untersucht.

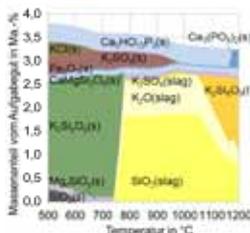


Abb. 1: Verschlackung von Miscanthusasche nach Factsage 7.1 (Verbrennungsluftverhältnis 1,5)

Tab. 1: Charakterisierung der Pellets

Parameter	Einheit	DINplus Holzpellets	DBFZ Miscanthuspellets
C	% TS_KF	52,4	47,3
H	% TS_KF	6,4	5,3
O	% TS_KF	40,52	42,32
S	% TS_KF	0,074	0,069
Cl	% TS_KF	0,005	0,186
N	% TS_KF	0,31	0,35
Aschegehalt 550 °C	% TS_KF	0,29	4,53
total	% TS_KF	100	100
Wassergehalt W	% FM	5,67	11,1
Hu (DIN 17225-1)	MJ/kg FM	17,5	15,5
Haupt-Nebenbestandteile aus Totalaufschluss			
Ca	% TS_KF	0,09	0,19
K	% TS_KF	0,07	0,94
Si	% TS_KF	0,12	1,03

TS_KF Trockensubstanz nach Karl Fischer, FM Frischmasse

2 THERMODYNAMISCHE SIMULATION DER VERSCHLACKUNG MIT FACTSAGE 7.1

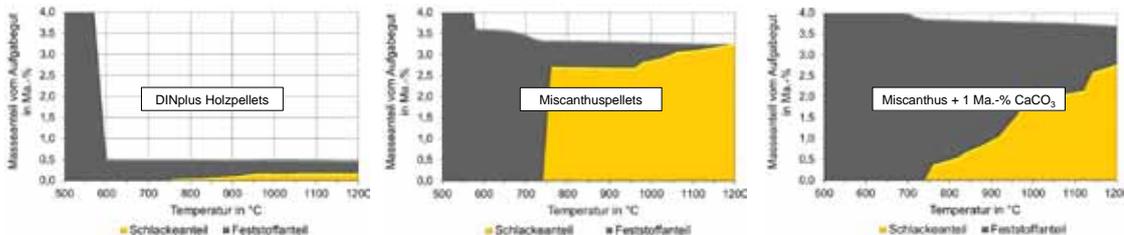


Abb. 2: Thermodynamische Simulation der Schlackenteile in Aschen aus Holz- und Miscanthuspellets (Verbrennungsluftverhältnis 0,5)

3 ERGEBNISSE DER VERBRENNUNGSVERSUCHE VON HOLZ- UND MISCANTHUSPELLETS MIT UNTERSCHIEDLICHEN BRENNERN

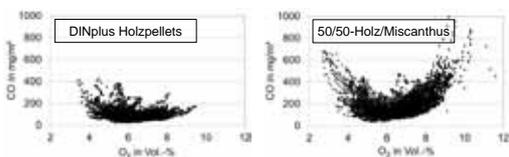


Abb. 3: CO-Emissionen (O₂-Bezug = 13 Vol.-%) einer rotierenden Brennkammer ohne bauliche Trennung Primär-/Sekundärluft

- a) 100 Ma.-% DINplus Holzpellets b) 50 Ma.-% DINplus Holz- und 50 Ma.-% Miscanthuspellets

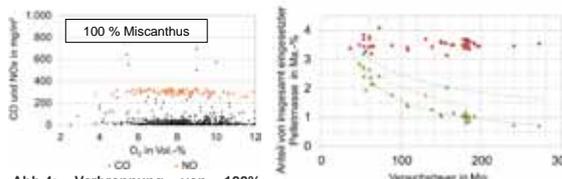


Abb. 4: Verbrennung von 100% Miscanthus bei Implementierung einer Vergasungsstufe über einem fixen Rost im IWTT-Modellbrenner

- a) CO- und NOx-Emissionen b) Verschlackungsverhalten

4 ZUSAMMENFASSUNG

Modellversuche mit rotierender Brennkammer zeigen, dass Misc./Holz-Mischpellets mit bis zu 50 Ma.-% Miscanthus eine stabile Verbrennung innerhalb der gemäß 1. BImSchV zulässigen Emissionen für CO von 400 mg/m³ erlauben (Abb. 3b). Auch die Temperaturbegrenzung des Aschebetts durch die Einführung einer Vergasungsstufe reduziert die Verschlackung und ermöglicht den Brennerbetrieb bei CO-Emissionen kleiner 100 mg/m³ unter Verwendung reiner Miscanthuspellets (Abb. 4a). Eine weitere Reduktion der Verschlackung kann durch eine Additivierung der Miscanthuspellets mit CaCO₃ oder Kaolin erzielt werden (Abb. 4b). Thermodynamische Untersuchungen indizieren für diesen Fall stark erhöhte Staubemissionen (Abb. 2). Die Auslagerungsversuche lassen erhebliche Korrosion an allen untersuchten Stählen erkennen (Abb. 5).

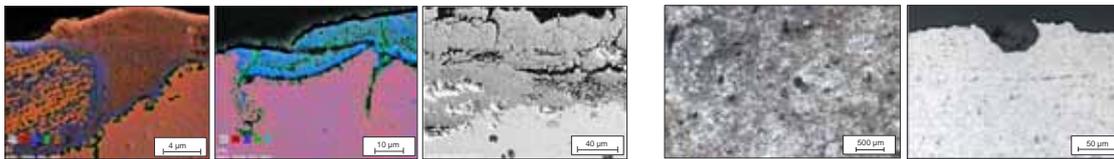


Abb. 5: Korrosionserscheinungen an Stahlproben nach (X h) Auslagerung im zweistufigen IWTT Modellbrenner (mit Unterstützung des IKS Dresden)

DANKSAGUNG

Die Autoren danken der AiF Projekt GmbH für die Förderung des ZIM-Kooperationsprojektes MicsPelTherm: Entwicklung eines neuartigen Brenners im unteren Leistungsbereich für den Einsatz von Brennstoffpellets aus Miscanthus bzw. Misc./Holz-Mischungen in modernen, wärmedämmten Gebäuden. FKZ: 2569910ST4

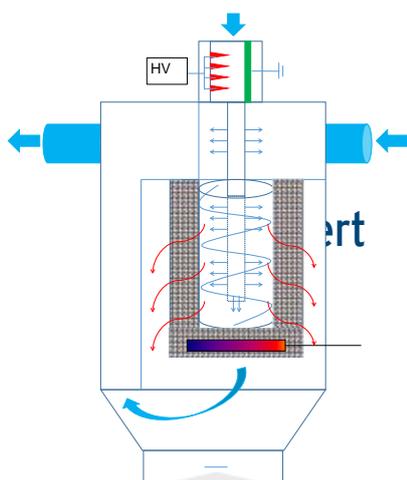




ILK Dresden



FuE-Projekt „Ionen-Elektrofilter“ *



Ziel, Ansatz:

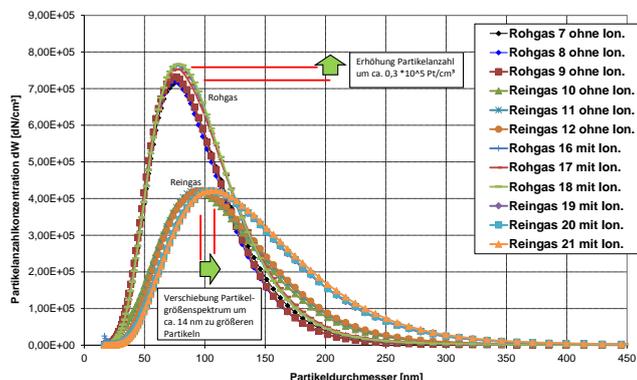
- Sekundärmaßnahmen zur Reduktion der Staubemissionen von Kleinfeuerungsanlagen
- Bisher verfügbare elektrostatische Abscheider zeigen teilweise Zuverlässigkeitsprobleme
- Verschmutzung der Sprühelektroden sowie Elektrodeneinführung, Wiedereintrag von Partikeln
- Entwicklung eines Abscheiders neuer Bauart auf Grundlage des elektrostatischen Prinzips für Kleinfeuerungsanlagen < 15 kW (Kamine, Kleinkessel)
 - Ohne Sprühelektrode
 - Ladungsträger werden im sauberen Bereich außerhalb des Abscheiders erzeugt und eingekoppelt
 - Abscheidung in Schüttung metallischer Spezial-Füllkörper



Nachhaltige, erneuerbare Energiequellen: Beitrag zur Sicherung des ökologischen Vorteils fester Biomasse bei Nutzung in Kleinfeuerungsanlagen

Wichtige Ergebnisse:

- Erprobung der Abscheiderbauart abgeschlossen
- Abscheideeffekt durch Ionisation zwischen 2,2 % und 21,5%
- Gesamtabscheidegrad von 36,6 % - 58 % (bei 12 – 15 m³/h – typisch für Kamine)
- mit bipolarem Ionisator: Agglomeration möglich
- Abreinigung durch thermische Regeneration
- Weitere Forschung und Entwicklung zur Erhöhung des Abscheidegrades nötig um Stand der Technik (VDI 3670: 60 %) mit dieser Bauart zu erreichen und übertreffen
- Druckverlust: 6 Pa bei 30 m³/h, Ozonentstehung: rd. 2 ppm
- Aktuelle, wirtschaftliche Lage für Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen schwierig



Kontakte:

Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH
Dipl.-Ing. (FH) T. Birnbaum
Bertolt-Brecht-Allee 20 · 01309 Dresden
<http://www.ilkdresden.de>

Lehmann UMT GmbH
Dipl.-Ing. S. Gläser
Jocketa - Kurze Str. 3 · 08543 Pöhl
<http://www.lehmann-umt.de>

* Das FuE-Projekt „Ionen-Elektrofilter“, FKZ: 31615, wurde gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Precious fertilizer or hazardous waste?

Field tests of an electrostatic precipitator in different small scaled biomass boilers: Chemical and physical properties of different ash fractions

Background

Research project „EmMA“

- EmMA: Emissionmonitor Kleinfeuerungsanlagen (Emission monitor small combustion systems):
Analysis, assessment and optimization of the handling of residues from secondary emission reduction measures (SERM)
- Overview over the existing SERM-systems, suitable for small scaled central biomass boilers with a nominal heat output of 8 – 250 kW_{th} and which are operated with **natural wood fuels** (logwood, pellets or wood chips)
- Chemical / physical analysis: Intra- and intertechnological comparison of residues from **electrostatic**, **mechanical** and **catalytic precipitators**
- Development of **handling-guidelines** and **disposal / exploitation concepts** for residues from SERM-systems and small scaled biomass boilers

Legal classification of filter ashes (GER)

DüMV (German fertilizer regulation)

- No exploitation of filter ashes as long as they are extracted out of the last precipitating unit of the whole combustion system
- Fertilization of agricultural and horticultural areas only if ashes are **analyzed** and are able to **keep the legal limits**

BioAbfV (German bio-waste regulation)

- Because of the **not known pollutant content** of the filter ashes, the ashes from private households (small scaled biomass boilers) are also **not allowed for fertilization** (private gardening)

According to the German waste classification system (AVV): Without presentable analysis results, filter ashes are classified as **hazardous waste AVV-key 10 01 18*** (* indicates a hazardous waste class)

➔ Disposal of filter ashes as long as analysis proofs different class

Challenge: Sampling at small scaled biomass boilers



Figure 1: Used test system, electrostatic precipitator and 50 kW_{th} logwood boiler; Upper left: Used VDI 2066 probe for sampling

- Used boiler types :
 - 50 kW_{th} logwood boiler
 - 160 kW_{th} pellet boiler
- Low amount of produced filter ash per time (small sample size)
- Small boiler / precipitator construction
→ Susceptible to the contamination of the sample
- **Self-developed special sampling procedure for small scaled biomass boilers (based on LAGA PN98)**



Figure 2: Coarse and filter ash sampling at the logwood boiler

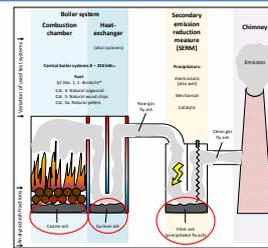


Figure 3: Definition of the analysed ash fractions

Results

Topicality of results: November 2017

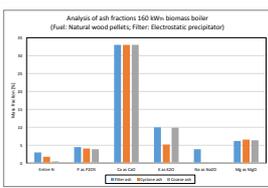


Figure 4: Graph of nutrients for fertilizers

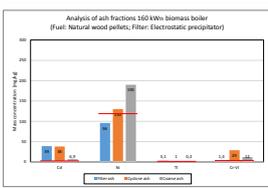


Figure 5: Graph of critical fertilizer components including legal limits (red lines)

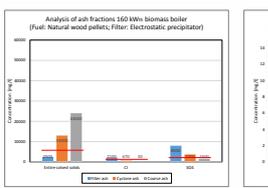


Figure 6: Graph of critical components for disposals including legal limits (red lines)

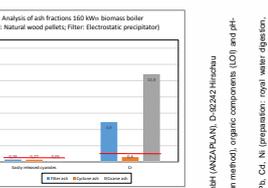


Figure 7: Graph of critical components for disposals including legal limits (red lines)

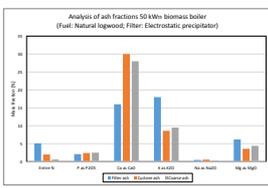


Figure 8: Graph of nutrients for fertilizers

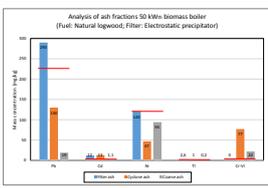


Figure 9: Graph of critical fertilizer components including legal limits (red lines)

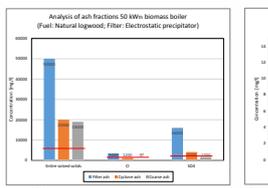


Figure 10: Graph of critical components for disposals including legal limits (red lines)

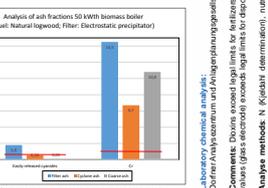


Figure 11: Graph of critical components for disposals including legal limits (red lines)

Laboratory chemical analysis:
 Definer: Analyzezentrum und Anlagentechnikgesellschaft mbH (ANZAPLAN), D-62242 Hirschau
 Comment: Chlorine exceeds legal limits for fertilizers (alkaline method), organic components (LOI) and phosphorus (gas electrode) exceeds legal limits for disposals
 Analyse methods: N (Kjeldahl determination), nitrate, Ph, Cu, Ni (gravimetric), royal water digestion, Cd (graphite furnace AAS), Pb (graphite furnace AAS), Zn (graphite furnace AAS), Cr (graphite furnace AAS), (preparation: water digestion, analysis: photometric determination), Silver (cold extraction method), Cl, SO₄ (legal chromatography of ions), Easily released Chlorides (Calculation out of total Cyanides by photometric measurement), Or: Preparation: water digestion, analysis: (IC-MS)

Contact
 izes gGmbH
 Altenkesseler Str. 17, Geb. A1
 D-66115 Saarbrücken
 Department of technical Innovations
 Dr. Bodo Groß
 Tel.: +49 (0)681-844 972 51
 eMail: gross@izes.de
 M.Sc. Dennis Hövelmann
 Tel.: +49 (0)681-844 972 12
 eMail: hoevelmann@izes.de

Associated partners
 TERRAG, RHE, :metabolon research foundation
 (Bergischer Abfallwirtschaftsverband)



Project support
 GFNR
 Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe e.V.

Funded by
 Federal Ministry of Food and Agriculture
 on the basis of a decision by the German Bundestag

BMWi-Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“



Entwicklung von kosten-, energie- und umwelteffizienten Verbrennungstechnologien für Biomassefeuerungen mit Hilfe der CFD-Simulation

FKZ: 03KB055

Dipl.-Ing. (BA), M.Sc. Winfried Juschka, JESI – JUSCHKA Energy Solutions

Einführung

Durch eine neu entwickelte Methode zur Kalibrierung von CFD-Simulationsergebnissen kann eine verlässliche Vorhersage des Emissionsverhaltens von Biomassefeuerungen erstellt werden. Somit können bei der Konstruktion neuer Biomassefeuerungen die Vorteile der CFD-Simulation bereits in der Konzeptionsphase und ohne die Anfertigung von Prototypen genutzt werden. Durch die Methode ist eine verlässliche Vorhersage der CO₂-Charakteristik der Brennraumkonzepte möglich. Dadurch kann eine fundierte Auswahl der optimalen Konzeptvariante erfolgen, ohne aufwendige Vermessung von Prototypen auf dem Prüfstand.

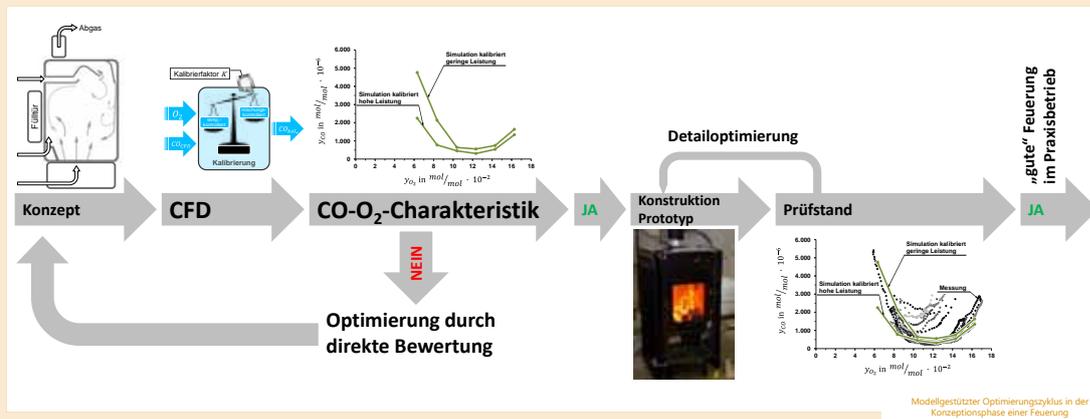
Methode

Bei der CFD-Simulationen ist der Magnussen-Koeffizient (A_{Mag}) im Mischungskontrollierten Reaktionspfad \dot{r}_{misch} im Eddy Dissipation Model (EDM) nicht allgemeingültig und wird überwiegend durch aufwendige Vermessung eines Prototypen auf dem Prüfstand bestimmt. Der Magnussen-Koeffizient (A_{Mag}) ist nicht nur von der Geometrie, sondern auch vom Luftüberschuss des Verbrennungskonzeptes abhängig. Durch eine Parameterstudie von A_{Mag} in Abhängigkeit des Luftüberschusses (Sauerstoffklasse C_{O_2}) wird eine Gewichtung der beiden Reaktionspfade \dot{r}_{temp} und \dot{r}_{misch} im EDM vorgenommen. Mit der Kurve der CO-Charakteristik, der Gewichtscharakteristik und mit einem über den gesamten Sauerstoffbereich konstanten Kalibrierfaktor, können in einem nachgeschalteten Prozess die Kohlenmonoxidkonzentrationen am Ende der Feuerung neu bestimmt werden.

Fazit

Diese innovative Methode ermöglicht die zuverlässige Berechnung der CO₂-Charakteristik und damit eine Vorhersage des Betriebsbereichs und des Emissionsverhaltens von Biomassefeuerungen. Die Optimierung findet in einem Entwicklungsschritt statt, welcher die größtmögliche Gestaltungsfreiheit zulässt. Somit lassen sich Neuentwicklungen oder ein Retrofit an Bestandsanlagen, sowohl zeit- und als auch kosteneffizient gestalten.

CFD in der Konzeptionsphase



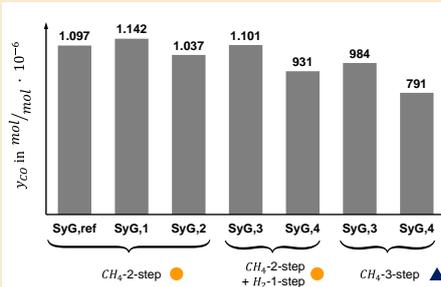
Sensitivität

Wird z.B. die Zusammensetzung des Brennstoffgemisches oder werden andere Reaktionsmechanismen im EDM (Methan-2-Schritt oder Methan-3-Schritt) genutzt, werden andere Kohlenmonoxidkonzentrationen im Abgas berechnet, die CO-Charakteristik des Brennraumkonzeptes bzw. der Feuerung ändert sich allerdings nicht. Dies ergab eine Sensitivitätsanalyse mit den Eingangsparameter der CFD-Simulation.

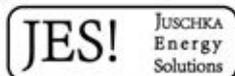
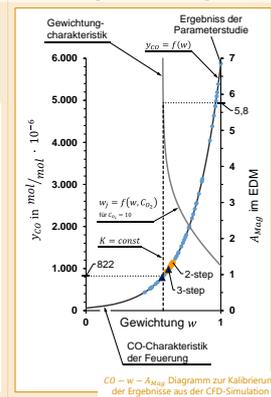
Zusammensetzung Brennstoffgemisch

x_i in %	SynGas _{ref}	SynGas 1*	SynGas 2*	SynGas 3*	SynGas 4*
CO	43	33	55	36	23
CH ₄	18	21	15	18	17,5
H ₂				0,5	2
CO ₂	22	34	8	32,5	56
H ₄ O	17	12	22	13	1,5

* SynGas ref, 1..2 als Methan-2-Schritt (CH₄-2-step)
 \dot{r}_{CH_4} über „vermischt-verbrannt“
 * SynGas 3..4 als CH₄-2-step und Wasserstoff-1-Schritt (H₂-1-step)
 bzw. Methan-3-Schritt (CH₄-3-step):
 \dot{r}_{H_2} über „vermischt-verbrannt“



Kalibrierung der CFD-Ergebnisse



JESI – JUSCHKA Energy Solutions
 Winfried Juschka
 Tel.: +49 (0)176-235-37062
 E-Mail: juschka@0711jes.de
 Internet: www.0711jes.de



Centrales Agrar - Rohstoff - Marketing und Energie – Netzwerk e. V.

im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Small Scale Wood Gasification (CHP) – Dinosaur or Chance for the Future? Profitability and current opportunities in the heat market → post - EEG 2014

Dipl.-Ing. agr. Christian Letalik // D-94315 Straubing // cl@carmen-ev.de // Mobil +49(0)160-8575069

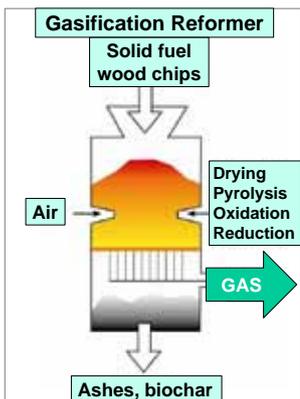


Fig 1: Principle of wood gasification

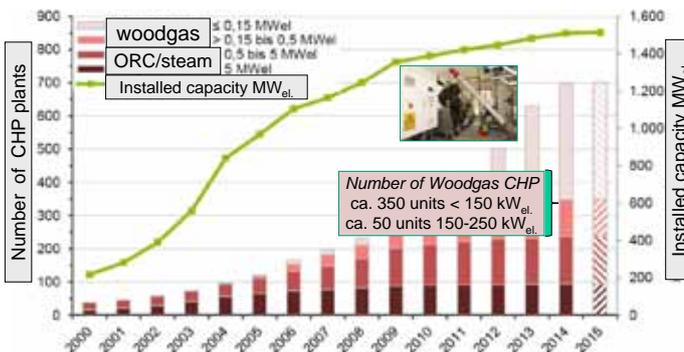


Fig. 2: Development of number and installed capacity of CHP plants / Source: DBFZ



Fig. 3: Integration of a woodgas CHP (45 kW_{el} // 90 kW_{th}) in a DH project

DH PROJECT
Exact analysis of heat demand (=1,000 MWh) and heat rate (650 kW; 10 kW heat losses incl.) Heat production = 1,090 MWh 90 MWh grid losses included

Heat density in the heat grid in MWh/m	2
Length of heat pipe in m	500
Heat demand in kW	650
Diversity factor 0,8 → heat demand in kw	520
Heat demand of retirement home in MWh	485
Heat demand of school in MWh	195
Heat demand of all clients in MWh	1.000
Heat losses in MWh (= 9%)	90
Heat losses in kW (20 W/m*500 m)	10
Total heat production incl. losses in MWh	1.090
Heat production of woodgas CHP in MWh	675
Full load hours of woodgas CHP in h/a	7.500
Electricity generation of CHP in kWh/a	337.500
Construction costs per m heat grid in €	250
Construction costs for heat grid in €	125.000
Interest payments for the grid in €/a	10.833
Technical investments for DH grid in €	75.000
Interest payments for techn. invest DH grid in €/a	7.150

Technical Data and Investment Wood Gasification

Heat input (fuel) 190 kW	180,000 € for Gasification
El. Output 45 kW _{el}	70,000 € for Building
Th. Output 120 kW _{th}	Amortisation 15 years
90 kW _{th} used heat	2% interest p.a.; 2% reserve p.a.
Full load hours 7.500 h	Wood consumption 45 kg/h
El. generation 337.500 kWh	Fuel value 4,2 kWh/kg
Income for el. gen. 43.875 €	Wood chips price 100 €/to

Fig. 4: Data of a woodgas CHP (45 kW_{el} // 90 kW_{th})

DISCUSSION

- Wood gasification technology up to 250 kW electrical output meanwhile has reached an industrial and stable state of the art.
- The number of small scale wood gasification CHP units up to 250 kW_{el} has grown dynamically during the last half decade (Fig. 2).
- To compensate lower feed in Tariffs since 2014 the importance of heat generation has become more evident.

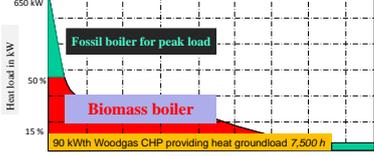


Fig. 8: Duration curve of heat demand in a municipal DH

Conclusions

- Since EEG 2014 there are only 2 feasible concepts for new small scale wood gasification CHP: (a) providing heat groundload for already existing or new built District Heating Systems for 7,500 hours p. a. (municipal DH, hotel, SPA, process heat, farming etc.) → based on 13 ct/kWhel. feed in tariff the heat price should add up to 8 - 9 ct/kWh (fullcost calculation).
- (b) Outside EEG legislation 2017 → electricity generation for own consumption and (own) heat supply for at least 5,000 hours p. a.

Costs per kWh _{el}	Woodgas CHP 45 kW _{el}	District Heating	
	Costs per year in €	ct/kWh _{el}	% of costs
Interest payments	25.000	7,5	31
Wood chips	35.000	10,5	44
Staff, maintenance	10.000	3	12,5
Insurance, electricity	10.000	3	12,5
Sum of costs per year	80.000	24	100
Feed-In Tariff	EEG 2017/18	13	54
Gap between income and costs		11	46

RESULTS

- Since EEG 2014 the feed-in tariff is cut down to roughly 13 ct per kWh_{el}. expansion of wood-gas CHP capacity in is stagnating.
- Thus identifying and providing an excellent heat sink for all woodgas CHP projects more and more becomes essential as a 2nd pillar of income.
- In this context heat groundload from woodgas CHP in a DH system can be a sustainable and profitable investment.
- The price for the heat from CHP should add up to at least 8,7 ct/kWh.
- A competitive price compared to fossil heat based on fullcost calculation.

	Costs per year in €	ct/kWh _{el}	% of costs
Final costs woodgas CHP	80.000	24	100
Feed in Tariff EEG 2017/18	13	54	
Gap between income and costs	11	46	

per kWh_{el}. → 2 kWh useful heat is sold → 5,5 ct/kWh_{th}

Interest pay for grid → 62% of 10.833 €	1,0
Interest pay (techn. DH) 62% of 7.150 €	0,7
Costs for electricity (pumps)	0,5
Maintenance costs grid	0,5
Administration, bookwork etc.	0,5

Fig. 5-7 above: Exemplary technical data, structure of costs and income for a wood gasification CHP with 45 kW_{el} and 90 kW_{th}. Groundload heat from CHP in DH system; Feed in tariff EEG 2017



DYNAMISCHE MODELLIERUNG UND OPTIMIERUNG VON ENERGIEVERSORGUNGSYSTEMEN IN QUARTIEREN

Anne Mädlow*, Andreas Gäbler, Pablo Klien, Andreas Herrmann, Hartmut Krause
 TU Bergakademie Freiberg, Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik, Lehrstuhl für Gas- und Wärmetechnische Anlagen, Freiberg

1 EINLEITUNG

Im Zuge des „Energiekonzept 2050“ zur Reduzierung der Treibhausgase werden in Deutschland derzeit die Energieversorgungssysteme großflächig umstrukturiert. Um die ambitionierten energie- und umweltpolitischen Ziele der Bundesregierung zu erreichen, müssen alle Energiesektoren berücksichtigt und Synergien der verschiedenen Versorgungsstrukturen durch stärkere Vernetzung genutzt werden. Ein innovativer Ansatz, der dieses Ziel verfolgt, ist die gekoppelte Energieversorgung in städtischen Quartieren. Dabei wird die dezentrale Erzeugung und Speicherung von sowohl elektrischer als auch thermischer Energie zu einem intelligenten komplexen Gesamtsystem verknüpft. Diese Systemeinheit kann endogen einen hohen Grad an Eigenversorgung erreichen und exogen zur Netzstabilisierung beitragen.

2 BEISPIEL EINES VERNETZTEN VERSORGUNGSYSTEMS

Das grundlegende Schema der Nutzung von dezentralen Solarthermie- und Photovoltaik-Anlagen in Kombination mit einer zentralen Energiebereitstellung ist in Abb. 1 dargestellt.

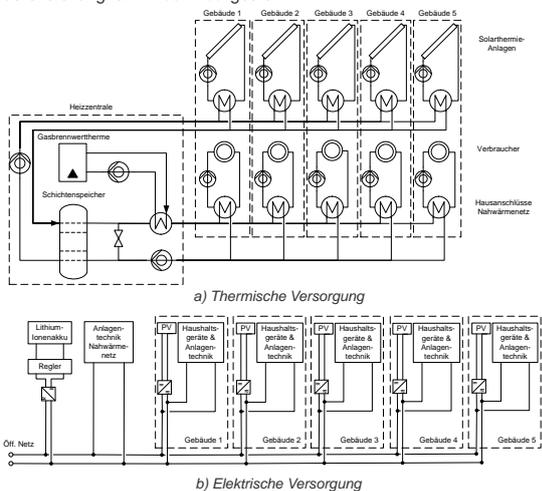


Abb. 1: Blockfließbilder der Energieversorgung im betrachteten Quartier

3 RANDBEDINGUNGEN

Das betrachtete Quartier setzt sich aus fünf Gebäuden zusammen und lässt sich gemäß der Randbedingungen in Tab. 1 charakterisieren. Das Versorgungskonzept wird in Matlab/Simulink abgebildet und ein Simulationsjahr mit einer zeitlichen Auflösung von 15 Minuten pro Simulationsschritt berechnet. Die Verbraucher werden für die thermische Seite nach dem Standardlastprofilverfahren des BDEW und die elektrische Seite mit synthetischen Datenreihen realisiert.

Tab. 1: Charakteristik der betrachteten Gebäude

Parameter	Gebäude 1	Gebäude 2	Gebäude 3	Gebäude 4	Gebäude 5
Typ	Wohngebäude	Wohngebäude	Wohngebäude	Bürogebäude	Bürogebäude
Verwaltungseinheit/Mitarbeiter	40 VE	70 VE	40 VE	150 MA	88 MA
Dachtyp	Flachdach	Flachdach	Satteldach	Flachdach	Flachdach
Nutzbare Dachfläche	500 m²	800 m²	2 x 550 m²	380 m²	390 m²
Heizwärmebedarf pro Jahr	191 MWh	324 MWh	210 MWh	159 MWh	167 MWh
Warmwasserbedarf pro Jahr	71 MWh	105 MWh	69 MWh	22 MWh	13 MWh
Elektroenergiebedarf pro Jahr	3.000 kWh/VE	3.000 kWh/VE	3.000 kWh/VE	2.177 kWh/MA	2.177 kWh/MA

4 METHODIK

Zur Bestimmung der optimalen Anlagengröße wird eine Mehrzieloptimierung in der Software ModeFrontier (vgl. Abb. 2) durchgeführt.

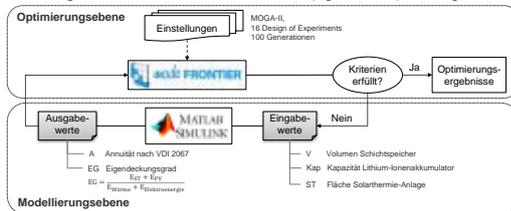


Abb. 2: Signalfloss zwischen Simulationsmodell und Optimierungsalgorithmus

5 OPTIMIERUNGSERGEBNISSE

Die Ergebnisse zeigen einen maximal erreichbaren Eigendeckungsgrad von 26,6% und eine minimal mögliche Annuität von 257.550 €/a (vgl. Abb. 3 und Tab. 2). Die Steigerung des Eigendeckungsgrades erfolgt zwischen 200.000 €/a und 400.000 €/a durch die Vergrößerung der Solarthermie-Anlage und des Pufferspeichers. Eine weitere Erhöhung des Eigendeckungsgrades ist ab diesem Punkt unter den gegebenen Randbedingungen lediglich durch Erweiterung der PV-Anlage und des Lithium-Ionenakkumulators unter erheblichem Kostenaufwand möglich.

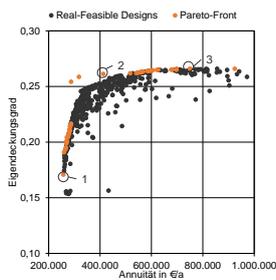


Abb. 3: Ergebnisse der Mehrzieloptimierung

Tab. 2: Ergebnisse ausgewählter Punkte

Parameter	Punkt (1)	Punkt (2)	Punkt (3)
V in l	247.670	285.285	283.143
ST in m²	277	1.156	901
Kap in kWh	10	311	292
PV in kWp	481	301	353
A in €/a	257.550	412.519	749.525
EG in %	17,1	26,1	26,6
A/EG in €/a	15.080	15.786	28.184

* PV steht für die installierte Peakleistung von Photovoltaik-Anlagen. Die Größe dieses Parameters ergibt sich aus der Annahme, dass die gesamte Dachfläche der Gebäude genutzt wird. Dementsprechend folgt aus einer geringen Solarthermie-Fläche eine hohe installierte Peakleistung der Photovoltaik-Anlagen.

6 FAZIT

Mit dem entwickelten Modell lassen sich zahlreiche Optimierungsfragestellungen beantworten, z.B.: optimale Speicherdimensionierung, Quantifizierung von Potenzialen für Sektorkopplung und Netzdienstleistungen, Minimierung der Gesamtkosten. Durch die Anwendung mathematischer Optimierungsalgorithmen ist eine erhebliche Kosten- und Zeiteinsparung möglich. Das Konzept ist auf andere Quartiere übertragbar.

DANKSAGUNG
 Die Autorin bedankt sich für die finanzielle Unterstützung in Form eines Promotionsstipendiums aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) sowie dem Europäischen Sozialfonds (ESF) im Rahmen der „RL ESF Hochschule und Forschung, Vorhabensbereich Promotion in der Förderperiode 2014-2020“.



BMWi-Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“



BioAuto

Optimierung der thermischen Biomassenutzung durch Autoklavierung FKZ 03KB117

Marvin Scherzinger, Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt, Daniel Christ, Technische Universität Hamburg (TUHH), Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft, Eißendorfer Straße 40, 21073 Hamburg
Kontakt: marvin.scherzinger@tuhh.de

THEMA

Bei der kommunalen Entsorgung fällt eine Vielzahl biogener Stoffströme an, die derzeit nur in einem geringen oder gar keinem Ausmaß für eine energetische Nutzung zur Verfügung stehen. Dies liegt vor allem an einer nicht ausreichenden Brennstoffqualität sowie der nur begrenzten Lagerfähigkeit dieser Stoffströme. Zudem können diese Stoffströme gegenwärtig nur schlecht in bestehende Verfahren wie die anaerobe Vergärung oder die Kompostierung eingebunden werden.

ZIELE

Auf Basis des Prozesses der Autoklavierung soll ein innovatives Aufbereitungsverfahren für unterschiedliche biogene Rückstände, Nebenprodukte und Abfallstoffe erprobt werden. Mit diesem Verfahren soll ein hochwertiger, entwässerter, lagerfähiger biogener Festbrennstoff mit definierten brennstofftechnischen Eigenschaften erzeugt werden. Dadurch soll eine thermische Nutzung kostengünstiger umgesetzt werden können. Außerdem sollen so klimaschädliche Emissionen, die bei einer Nichtnutzung durch wilde Kompostierung entstehen, vermieden werden.



Links: Technikums-Autoklav für Vorversuche
Rechts: Edelstahlzylinder (V = 3 Liter)



Biogene Stoffströme (Laub, Grünschnitt, Treibsel) zur Behandlung im Autoklaven

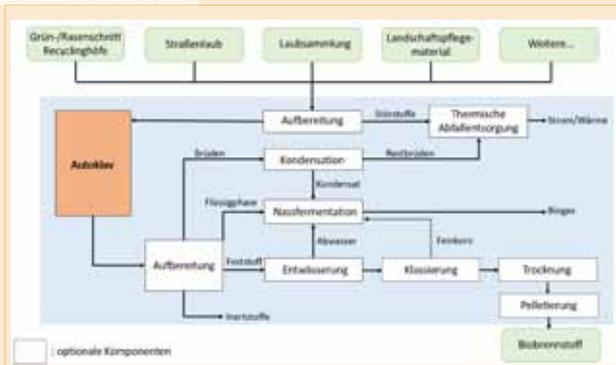
Erste Ergebnisse

Für alle untersuchten biogenen Stoffströme konnte durch die Autoklavierung eine Reduzierung des Wassergehalts realisiert werden. Insbesondere die Wahl von schärferen Parametern führte zu einer starken Abnahme des Wassergehalts. Die Temperatur hatte dabei den größten Einfluss. Bei Versuchen mit Temperaturen über 150 °C wurde durch die Autoklavierung eine Erhöhung des Brennwertes sowie des Aschegehalts bewirkt. Anhand von TGA-Analysen wurde festgestellt, dass in diesem Temperaturbereich die in der Biomasse vorhandene Hemicellulose während der Autoklavierung umgesetzt wird.

MASSNAHMEN

Bei den Versuchen zur Autoklavierung wurde die zu behandelnde Biomasse zunächst in einen Edelstahlzylinder (siehe Illustration oben rechts) gegeben. Der Autoklav wurde auf Zieltemperatur vorgeheizt. Dann wurde der gefüllte Edelstahlzylinder eingesetzt. Sobald die Zieltemperatur erneut erreicht wurde, startete die Verweilzeit. Durch den relativ hohen Wassergehalt der untersuchten Biomassen ergab sich im Autoklaven eine vapo-thermale Atmosphäre und der Druck stieg an. Der sich ergebende Druck folgte in etwa der Dampfdruckkurve von gesättigtem Wasserdampf. Nach Ende der Verweilzeit wurde der gebildete Dampf über ein Ventil abgelassen, wodurch der Druck im Autoklaven innerhalb weniger Sekunden auf Umgebungsdruck abfiel. Die autoklavierte Biomasse wurde auf verschiedene Parameter wie Wassergehalt, Aschegehalt, Brennwert und Gleichgewichtsfeuchte analysiert und mit der unbehandelten Biomasse verglichen.

KONZEPTÜBERSICHT



SCHWERPUNKTE

Im Projekt „BioAuto“ sollen zunächst verschiedene biogene Stoffströme im Labormaßstab analysiert werden. Anschließend sollen mit den gewählten Biomassen Autoklavierungsversuche in einem Technikumsautoklaven (V = 10 Liter) durchgeführt werden. Zudem sind im Projekt Großversuche an einer bestehenden Industrieanlage in Polen vorgesehen, bei denen die Scale-Up-Fähigkeit des Prozesses untersucht werden soll. Anhand der Ergebnisse aus diesen Versuchen soll eine Demonstrationsanlage am Standort der Stadtreinigung Hamburg installiert, erprobt und optimiert werden. Als letztes Arbeitspaket sind eine ökonomische und eine ökologische Bewertung des Prozesses vorgesehen.



Technische Universität Hamburg - Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft
Marvin Scherzinger
Tel: +49 (0) 040 428784829
E-Mail: marvin.scherzinger@tuhh.de
www.tuhh.de/ue





ROHRGLANZGRAS ALS BIOENERGIEGRAS – OPTIMIERUNG DER BIOMASSE-AUSNUTZUNG UND DER BIOAKKUMULATION VON WERTSTOFFEN (PHALARIS II)

E. Ferchau^{1,*}, A. Herrmann¹, O. Wiche², H. Heilmeyer², H. Krause¹

¹TU Bergakademie Freiberg, Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik, Lehrstuhl für Gas- und Wärmetechnische Anlagen (GWA), Freiberg
²TU Bergakademie Freiberg, Interdisziplinäres Ökologisches Zentrum, Institut für Biowissenschaften (IBW), Freiberg

Ausgangslage und Ziele des Projektes

Einige Pflanzenarten, zu denen auch das Rohrglanzgras gehört, besitzen die Eigenschaft strategische Wertelemente wie Germanium und auch seltene Erden in ihrer oberirdischen Biomasse anzureichern. Häufig ist der Grad der Elementanreicherung von physiologischen Gegebenheiten beeinflusst, die genetisch kontrolliert werden. Die Selektion von positiv getesteten Genotypen könnte mittelfristig den Einsatz von Rohrglanzgras als nachwachsender Rohstoff durch eine „Kaskadennutzung“ der geernteten Biomasse im Rahmen eines Phytomining (Bergbau mit Pflanzen) noch rentabler gestalten. Als Ziel des Projektes sollen ausgewählte Genotypen von *Phalaris arundinacea* hinsichtlich ihrer Ausfallfestigkeit, Biomassebildung und Aufnahme von Wertelementen untersucht und im Hinblick auf die Optimierung eines Phytomining dieser Elemente selektiert werden. Als Ziel der darauf aufbauenden Untersuchungen sollen Untersuchungen zur Optimierung der energetischen Verwertung von Rohrglanzgrasbiomasse durch Fermentation und Verbrennung erfolgen und eine Rentabilitätsabschätzung zur Entwicklung eines Verfahrens zur Rohstoffgewinnung aus Rohrglanzgrasbiomasse nach der Fermentation und Verbrennung erfolgen.

Vorgehen

Teilvorhaben 1 (Deutsche Saatveredelung AG (DSV)):

- Erhaltung und Neukombination von auf Ausfallfestigkeit und Biomassebildung positiv selektierten Genotypen im Hinblick auf Optimierung von Energieerzeugung und Anreicherung von Wertelementen.

Teilvorhaben 2 (TU BAF - GWA)

- Ermittlung der Biogasausbeute der selektierten Genotypen, der maximal möglichen Einsatzmenge von Rohrglanzgras sowie wichtiger Prozessparameter anhand von Versuchen zur anaeroben Fermentation.
- Vorversuche: Batchuntersuchungen mit Rohrglanzgrasheu im mesophilen Temperaturbereich (siehe Abbildung 2).
- Anaerobe Fermentationsuntersuchungen in Kofermentation mit Maissilage und Gülle im Batch- und quasikontinuierlichen Verfahren sowie Verbrennungsversuche.

Teilvorhaben 3 (TU BAF - IBW)

- Untersuchungen und Rentabilitätsabschätzungen zur Entwicklung eines Verfahrens zur Rohstoffgewinnung aus Rohrglanzgrasbiomasse nach der Fermentation und Verbrennung (siehe Abbildung 3).
- Optimierung der Elementakkumulation in die Pflanzen als Basis für die Rentabilitätsabschätzung eines Phytomining mit Rohrglanzgras.



Abb. 1: Anbau von Rohrglanzgras (*Phalaris*) im Feldlysimeter (Wiche)

Erste Ergebnisse

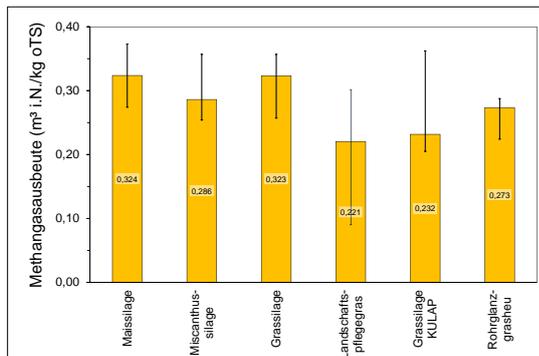


Abb. 2: Vergleich der Methangasausbeute verschiedener NAWARO mit Rohrglanzgrasheu (TU BAF- GWA)

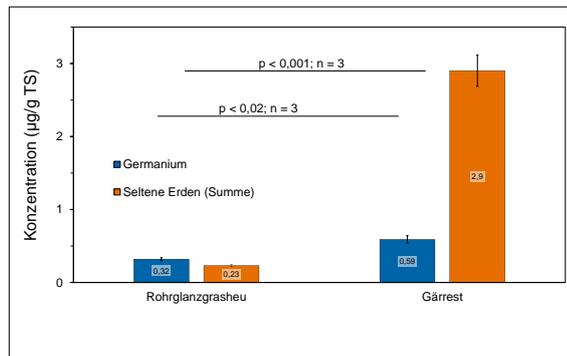


Abb. 3: Konzentration an Germanium und seltenen Erden in Rohrglanzgrasheu (*Phalaris*) und Rohrglanzgrasgärrest (TU BAF- IBW)

- Es konnten relativ hohe Methangasausbeuten (273 l Methangas/ kg oTS) in mesophilen Batchuntersuchungen für Rohrglanzgrasheu nachgewiesen werden.
- Eine ausreichende Zerkleinerung von Rohrglanzgras bzw. eine angepasste Verfahrenstechnik sind für den Einsatz in Biogasanlagen notwendig.
- Die energetische Verwertung der Biomasse führte zu einer signifikanten Aufkonzentrierung der Zielemente in den Gärresten.

Danksagung

Die Autoren danken dem deutschen Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) für die finanzielle Unterstützung dieses Projektes im Rahmen des Förderprogrammes „Nachwachsende Rohstoffe“ der FNR. (Förderkennzeichen 22019013 und 22018913), Laufzeit 11/2016 – 10/2019

*Dipl.-Ing. (FH) Erik Ferchau

TU Bergakademie Freiberg | Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik | Lehrstuhl für Gas- und Wärmetechnische Anlagen | Gustav-Zeuner-Str. 7 | 09599 Freiberg | Deutschland
 Telefon: +49 3731 393946 | Fax: +49 3731 393942 | Erik.Ferchau@iwt.tu-freiberg.de | www.gwa.tu-freiberg.de



Nutzung von Biomethan als Treibstoff für Landmaschinen

Projekthalt

Basismotor: Deutz TCD 3.6

- Hubvolumen: 3,62 l
- Zylinder: 4 in Reihe
- Leistung: 50-90 kW @ 2600 – 2300 min⁻¹
- Drehmoment: max. 460 Nm
- Abgasgesetzgebung:
 - EU Stufe IIIB
 - EU Stufe IV < 56 kW



Quelle: Deutz

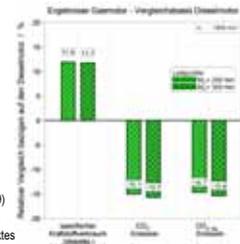
Projektziele:

- Entwicklung eines monovalenten Gasmotors
- Untersuchung eines Brennverfahren zur Einhaltung von EU Stufe IV > 56 kW
- Begrenzung der Methanemission auf 0,5 g/kWh (EU 6, On Road)

Vergleich Gas- vs. Diesel-Motor

Gasmotor im Erdgasbetrieb:

- 12-13% höherer spez. Kraftstoffverbrauch ($DP_{sp, \text{Erdgas}}$)
- Senkung der CO₂-Emission um bis zu 16%
- Senkung der CO₂-Emission um bis zu 15% unter Berücksichtigung der THG-Wirkung von Methan (Faktor 25)

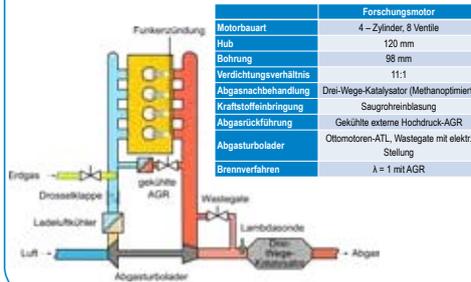


Vor- und Nachteile Gasmotor:

- + Erfüllt Abgasgesetzstufe EU Stufe V (2019)
- + Vergleichbare Leistung wie Dieselvariante
- + Geringer Einbauplatzbedarf durch kompaktes Abgasnachbehandlungssystem
- + Kein zusätzlicher SCR-Katalysator, Dieselpartikelfilter (Motorkosten)
- + Keine AdBlue-Infrastruktur (Motor- und Betriebskosten)
- + Keine Regeneration des Dieselpartikelfilters, kein komplexes Wärmemanagement
- + Geringe Geräuschemission
- + Niedrigere CO₂-Emission (minimal bei der Verwendung von Biomethan)
- + Sehr gutes Kaltstartverhalten
- + Treibstoff nicht wassergefährdend



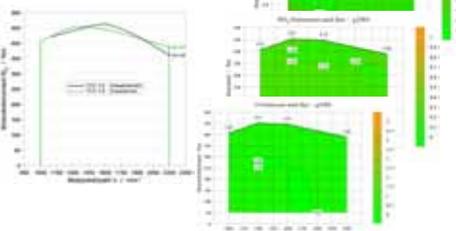
Gasmotorenkonzept



Ergebnisse Gasmotor

- Ähnliche Leistungsdaten wie im Dieselpetrieb (Dachkurve)
- Einhaltung der Abgasgesetzgebung EU Stufe IV und EU Stufe V (gültig ab 2019) (Non-Road) mit Drei-Wege-Katalysator

- NO_x: 0,4 g/kWh
- CO: 5,0 g/kWh
- CH₄: 1,1 g/kWh*



* für den monovalenten Erdgasbetrieb

Demonstratorfahrzeug

Maßnahmen zur Fahrzeugumrüstung auf Gasbetrieb:

- Demontage des Dieselpowertrain (152 Liter-Tank und Kraftstoffleitungen)
- Verlegung der Fahrzeugbatterie in den Motorraum
- Integration des Gasmotors in den Demonstrator
- Austausch des Motorsteuergerätes
- Anpassung der Versorgungsleitungen (Luft, Kühlwasser, Abgas)
- Installation von acht Gasdruckspeicherflaschen (ges. Speichervolumen 316 Liter)
- Installation der Gasleitungen zwischen den einzelnen Gasdruckspeicherflaschen und dem Motor, sowie der Sicherheitseinrichtungen nach ECE R110, Druckregler und Befüllungsanschluss

Erfahrungsbericht im regelmäßigen Einsatz:

- Gesamtnutzungszeit: 512 h (Stand Oktober 2017)
- Einsatzgebiete: Fütterungs- und Transportarbeiten im Nutztierbereich (Schwein und Kuh), Schwaden, Mulchen und Frontladerarbeiten
- Gesamtnutzungsdauer bis zu neun Tage ohne Betankung, entspricht ca. der Hälfte des Dieselfahrzeuges



Kooperation

 Deutsche Bundesstiftung Umwelt Projektförderung

 Deutz AG Industriepartner

 Thünen Institut für Ökologischen Landbau Projektpartner



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
BERGAKADEMIE FREIBERG
Die Ressourcenuniversität. Seit 1765



Europa fördert Sachsen
ESF
Europäischer Sozialfonds

REDUKTION DER FORMALDEHYD- UND METHANEMISSIONEN VON BIOGAS-BHKW MITTELS WASSERSTOFFZUGABE

Florian Rau*, A. Herrmann, H. Krause

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik, Lehrstuhl für Gas- und Wärmetechnische Anlagen, Freiberg

1 MOTIVATION

Biogasanlagen tragen in einem erheblichen Maß zur Reduzierung der anthropogenen CO₂-Emissionen bei, indem die Anteile an regenerativen Energiequellen sowohl im Wärme- als auch im Strommarkt vergrößert werden. Die CO₂-Reduktion der in Deutschland ca. 9.000 installierten Biogasanlagen beträgt ca. 21 Mio. Tonnen pro Jahr [1]. Dem offensichtlichen Nutzen dieser Anlagen stehen in Zukunft einige Hürden im Weg. Denn derzeit werden die Grenzwerte für Emissionen aus Biogas-BHKW (Blockheizkraftwerk) durch die Novellierung der Technische Anleitung Luft (TA Luft) massiv verschärft. Als neue Herausforderung gilt es die Halbierung der erlaubten Formaldehyd-Emissionen (20 mg/m³) für 2020 sowie die erstmalige Limitierung der organischen Bestandteile zu bewältigen. Diese beiden Bestandteile im Abgas sind ein Indiz für eine unvollständige Verbrennung im Verbrennungsmotor des BHKW. Eine Reduktion durch eine innermotorische Optimierungen des Motors kann die Abgasnachbehandlung minimieren und Kosten senken.

2 DIE HERAUSFORDERUNG – TA LUFT 2017/18

Die TA Luft ist eine bindende bundeseinheitliche Verwaltungsvorschrift zum BImSchG. Es sind anlagenspezifische Regelungen und Grenzwerte enthalten, die dem Schutz und der Vorsorge vor schädlichen Umwelteinwirkungen dienen.

- 1974: 1. TA Luft unter BImSchG
- 1986: 1. Novellierung
- 2002: Letzte Novellierung
- 2012: 1. Überlegung zur Neufassung & Notwendigkeit (UBA)
- 2015: 1. Entwurf

3 AKTUELLE SITUATION – STUDIEN DES LFULG

Umfassende Studien des LfULG zeigen, dass Formaldehyd- und Methanemissionen meistens über den aktuell gültigen Grenzwerten liegen. Die Ursache hierfür konnte nicht in der Biogasproduktion gefunden werden. Ebenso wenig lässt er sich auf bestimmte Motorenhersteller zurückführen.

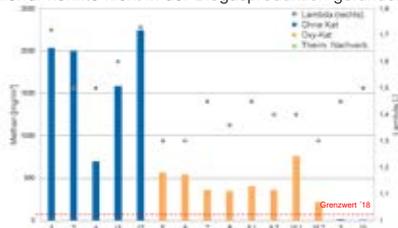


Abb. 1: Methanemissionen und Luftzahl im Biogas [2]

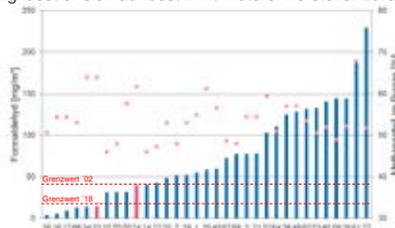


Abb. 2: Formaldehydemissionen und Methananteil im Biogas [3]

4 EIN LÖSUNGSVORSCHLAG – DAS PROJEKT WİBGE

Im ESF-geförderten Projekt „WiBGE“ soll die unvollständige Verbrennung des Biogases im BHKW durch Wasserstoffzugabe reduziert werden. Hierfür werden drei Methoden der Wasserstoffherstellung (thermochemische Rekuperation, Hydrolyse, Elektrolyse) mit Untersuchungen zur geänderten motorischen Verbrennung verbunden und deren Zusammenspiel im Umfeld einer Biogasanlage im Rahmen einer Demonstrationsanlage getestet. Hierfür haben sich 4 KMU, eine Forschungseinrichtung und die TUBAF zusammengeschlossen. Die TUBAF beschäftigt sich innerhalb des Projektes vorrangig mit der Messung des Einflusses der Wasserstoffbeimischung auf den Wirkungsgrad und das Abgasverhalten von Biogas-BHKWs. Dieses Verhalten soll anschließend in einer Motorsimulation weiterführend untersucht werden.

6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die neue TA Luft führt entweder zu Änderungen an der Abgasnachbehandlung oder zu Änderungen an der innermotorischen Verbrennung. Das Projekt „WiBGE“ soll mittels Wasserstoffzugabe die Verbrennung optimieren und die Auswirkungen auf Wirkungsgrad, Abgaszusammensetzung und Druckverlauf sowie der benötigte Anteil an Wasserstoff an einem Prüfstand ermitteln.

5 NUMERISCHE VORBETRACHTUNG

Der Einfluss der Wasserstoffbeimischung wurde im Programm ANSYS ChemKin simuliert. Das eingesetzte Modell ist eine 1D laminare vorgemischte brennerstabilisierte Flamme mit dem Mechanismus GRI-Mech 3.0. Die Randbedingungen sind 373 K und 10 atm.

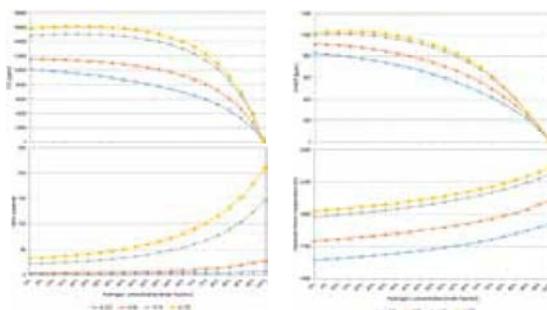


Abb. 3: Simulationsergebnisse für verschiedene Äquivalenzverhältnisse

Literaturquellen

- [1] Fachverband Biogas e.V. (2015): COP 21: Biogas schützt das Klima. Pressemitteilung vom 09.12.2015.
[2] Formaldehydemissionen aus Biogas-BHKW, LFULG, 2009.

- [3] Abluftreinigung bei BHKW – Erfahrungsbericht, LFULG, 2012.

- [4] Biogas-BHKW, Einflussparameter auf die Formaldehydemissionen, LFULG, 2010.

*Dipl.-Ing. Florian Rau

TU Bergakademie Freiberg | Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik | Lehrstuhl für Gas- und Wärmetechnische Anlagen | Gustav-Zeuner-Str. 7 | 09599 Freiberg | Telefonnummer: 03731 / 39-3013 | florian.rau@iwtt.tu-freiberg.de



Biogas in Bewegung

Dezentrale Nutzung von partiell aufbereitetem Biogas als Kraftstoff für landwirtschaftliche Fahrzeuge



Abdessamad Saidi, Michael Beringer, Matthias Sonnleitner, Fosca Conti, Ulrich Männl, Stefan Innerhofer, Markus Goldbrunner

Hintergrund

Neben der unmittelbaren BHKW-Verstromung und Wärmenutzung umfasst die aktuelle Biogasnutzung deutschlandweit die Aufbereitung zu Biomethan und anschließende Einspeisung in das Erdgasnetz. Aufgrund verhältnismäßig hoher Investitions- und Betriebskosten, stellt dieser Verwertungspfad allerdings lediglich bei hohen Produktionsraten eine wirtschaftliche Option für Anlagenbetreiber dar. Die erforderliche Methananreicherung zur Erfüllung der Mindestanforderungen des DVGW an die Gasqualität für die Biogaseinspeisung stellt dabei den energie- und kostenintensivsten Prozessschritt im Aufbereitungssystem dar.

Projektidee

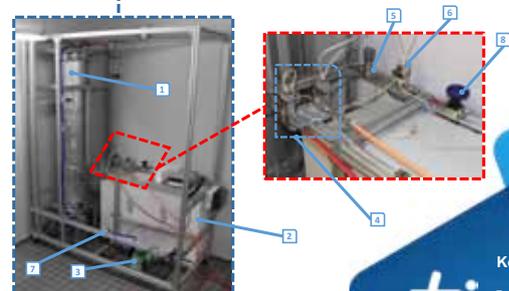
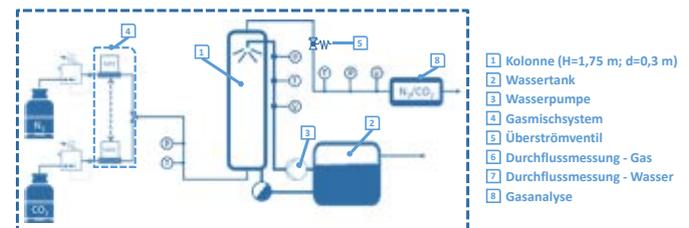
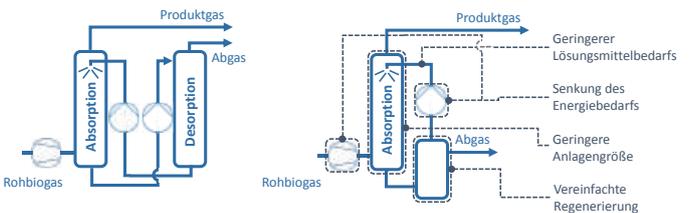
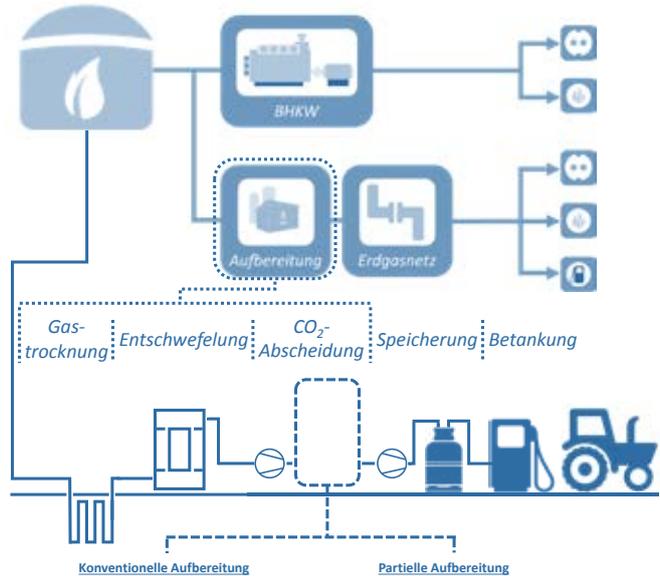
- Dezentrale Biogasnutzung zur Betankung zur Versorgung des betriebeigenen und umliegender landwirtschaftlicher Maschinenparks
- Experimentelle Untersuchungen an umgerüstetem Einzylinder-Versuchsmotor:
 - Leistungsäquivalenter Betrieb bis zu einem CO₂-Anteil von 25 % möglich
- Geringere Reinheitsanforderungen ermöglichen, die Aufbereitung einfacher und kostengünstiger zu gestalten:
 - Wirtschaftlicher Betrieb auch im kleinen Maßstab (10 Nm³/h) darstellbar

Aufbereitungskonzept

- Druckwasserwäsche bietet vielseitige Möglichkeiten zur Prozessanpassung
- Geringere Reinheitsanforderungen können sowohl zur Reduktion der Betriebskosten (Lösungsmittelbedarf, Kompressionsbedarf, Bedarf an Pumpenleistung) als auch der Investitionskosten (Anlagendimensionierung) genutzt werden
- Techno-ökonomische Konzeption und Optimierung bedarf einer umfassenden und detaillierten Modellierung des Aufbereitungsprozesses
- Modellierung umfasst:
 - Energiebilanzierung
 - Stoffmengenbilanzierung
 - Gleichgewichtsbedingungen
 - Wärmetransportphänomene
 - Stofftransportphänomene
 - Wirtschaftlichkeitsberechnung
- Gesamtmodell bildet Grundlage für die Parameterstudie zur Prozessoptimierung

Experimentelle Untersuchungen

- Vereinfachende Annahmen bei der Modellbildung:
 - Vernachlässigung des Lösungsmittelübergangs in Gasphase
 - Thermodynamisches Gleichgewicht zwischen Gas- und Flüssigphase
 - Vernachlässigung Temperatur- und Beladungsgradienten im Wassertank
 - Empirische Korrekturfaktoren zu Abweichungen vom idealen Gas
- Experimentelle Validierung erforderlich für die Aussagekraft der Modellrechnungen
- Aufbau einer Anlage zur Druckwasserwäsche im Labormaßstab
- Synthetisches N₂/CO₂-Gasgemisch als Biogassubstitut
- Abbildung des prozessrelevanten Betriebskennfelds



Gefördert durch:



Projekt Partner:

Kontakt:

Technische Hochschule Ingolstadt
 Institute of New Energy Systems
 Esplanade 10, D-85049 Ingolstadt
 Phone: +49 841 - 9348 6474
 Abdessamad.Saidi@thi.de

regineering GmbH
 Altmünsterstraße 25
 D-85095 Denkendorf
 Phone: +49 (0) 8456 90414-15
 info@regineering.com

BMWi-Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“



ManBio

Entwicklung von technischen Maßnahmen zur Verbesserung des Gasmanagements von Biogasanlagen (Verbundvorhaben)

FKZ: 03KB094

Mathias Stur, Christian Krebs, Eric Mauky, Katja Oehmichen und Tino Barchmann

Thema

Die flexible Erzeugung von Strom aus Biogas stellt in der zukünftigen Energieversorgung einen wichtigen Baustein zum Ausgleich fluktuierender erneuerbarer Energiequellen dar. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, müssen die Biogasproduktion und der Verbrauch abgestimmt, überwacht und geregelt werden können. Bei der Verstromung am Biogasanlagenstandort ist dies über eine präzise Zustandsbeschreibung und Prognose des Verhaltens der Prozesskette von Gasproduktionsrate, Gasspeicherfüllstand und Gasverbrauchsrate möglich. Hierbei zielte das Vorhaben im Detail auf die technische Verbesserung von Systemen zur Speicherfüllstandmessung, und deren Einbindung in das Prozessleitsystem der Biogasanlage ab. Zur Optimierung der Prognose von verfügbaren Gasspeicherkapazitäten wurden zusätzlich Prozessdaten wie z. B. die Gasproduktionsrate, Gasverbrauch, Temperatur und Luftdruck verwendet. Die weiterentwickelten Systeme sollen perspektivisch mit geringem Aufwand an einer Vielzahl von bestehenden Biogasanlagen mit unterschiedlichen Gasspeichersystemen umgesetzt werden können und somit auch zur Verringerung von betriebsbedingten Emissionen beitragen.

Ziele

- Höhere Kapazitätsauserschöpfung, präzisere zeitliche Steuerung von flexibler Energiebereitstellung
- Technische Verbesserung der Speicherfüllstandmessung
- Entwicklung eines integrierten Systems zur Kopplung der Gasspeicher mit der Gasproduktion und den Konversionsaggregaten
- Modellgestützte Gasspeicherfüllstandprognose
- Minimierung von Gasverlusten
- Entwicklung von Entnahmestrategien

Maßnahmen

Die Grundlagen wurden in einer technischen Analyse der gebräuchlichen Gasspeicher- und Füllstandmesssysteme und wesentlicher Einflussfaktoren im Betrieb von Gasspeichersystemen geschaffen. Darauf aufbauend wurden Messsysteme modifiziert, die Einflussgrößen in einem Modell abgebildet und die Integration in die Anlagenautomatisierung vorgenommen. Die technische Umsetzung und Erprobung im Dauerbetrieb wurde an einem Fermenter der Forschungsbiogasanlage des DBFZ (Abb. 1) und einer weiteren Praxisbiogasanlage, die durch den Projektpartner Awite betreut wurde, durchgeführt.

Energiewirtschaftlicher Nutzen

Biogasanlagen, die aufgrund ihrer Ausstattung dazu geeignet sind mit einem Gasspeicherfüllstandmesssystem ausgestattet zu werden, produzieren geschätzt ca. 67 TWh Biogas im Jahr (Betreiberbefragung DBFZ/Referenzjahr 2015). Daraus ergeben sich zwischen 4 Mio. und 187 Mio. m³ Methan, die bei Unterstellung einer Emissionsbandbreite von 0,06 bis 3,88 % über die Über-/Unterdrucksicherung (UUDS; diese Bandbreite beinhaltet den häufig verwendeten Wert für direkte Methanemissionen aus Biogasanlagen über die UUDS, geplante und ungeplante Lecks, etc. in Höhe von 1 % des produzierten Biogases) als Methanemissionen ungenutzt in die Atmosphäre entweichen. Unter der Annahme, dass die Verwendung von Gasspeicherfüllstandmesssystemen diese Emissionen verhindert, könnten zwischen 0,07 Mio. und 4,6 Mio. t CO₂-Äq. pro Jahr vermieden werden. Aus energiewirtschaftlicher Sicht würde sich aus der energetischen Nutzung des zusätzlich verfügbaren Biogases ein Stromerzeugungspotenzial von 13 bis 855 GWh pro Jahr ergeben.

Illustration

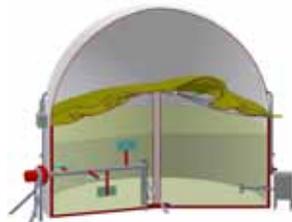


Abb. 1: Integrierter pneumatisch vorgespannter zweischaliger Membrangasspeicher mit Beginn einer undefiniert ausformenden Gasspeicherinnenmembran (gelb) während der Gasspeicherbefüllung © DBFZ 2017



Abb. 2: Gasspeicherbereiche:
1 - variables Nettogaspeichervolumen (schraffiert);
2 - Bruttogaspeichervolumen (hellgrau);
3 - Gasstrahrvolumen (dunkelgrau);
4 - Gurthaltesystem;
5 - variabler Stützluftraum (weiß); © DBFZ 2017

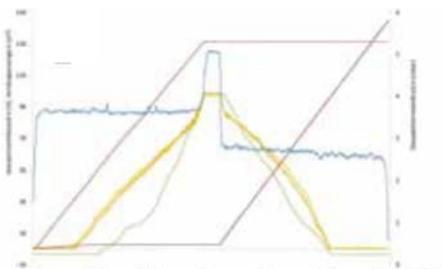


Abb. 3: Gasspeicherkennlinie mit verschiedenen Prozessparametern: grün – Selbst-Verfahren; orange – hydrostatisches Druckmessverfahren 1; gelb – hydrostatisches Druckmessverfahren 2; dunkelrot – Volumensensor ausspeiseseitig; rot – Volumensensor einspeiseseitig; blau – Gasspeicherinnendruck

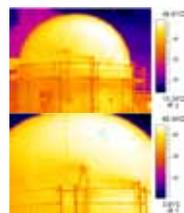


Abb. 4: Oberflächentemperatur auf hellgrau gefärbter außenliegenden Schutzmembran des Gasspeichersystems © DBFZ 2016

Ergebnisse

Die Ergebnisse des Vorhabens ManBio zeigen u.a. bei dem betrachteten integrierten pneumatisch vorgespannten zweischaligen Membrangasspeichersystem einen starken Einfluss der Witterung, insbesondere im Zustand eines hohen Speicherfüllstandes. Somit ergibt sich bspw. bei einer Temperaturänderung von ca. 30 K im Gasspeicherinnenraum während des Verlaufes eines Sommertages eine Reduzierung der Netto-Gasspeicherkapazität um ca. 20 %. Bei Temperaturmessungen auf der Außenseite der außenliegenden, hellgrauen Schutzmembran des Gasspeichersches der Forschungsbiogasanlage wurden im Sommer bei direkter Sonneneinstrahlung Oberflächentemperaturen bis ca. 68 °C ermittelt, die folglich auch zu entsprechenden Temperaturanstiegen im Inneren des Gasspeichers führen, vgl. Abb. 4. Bei den Untersuchungen am Gasspeichersystem wurde verschiedene Prozessparameter während der Befüllung und Entleerung des Speichers aufgezeichnet und in einem Diagramm (siehe Abb. 3) als Gasspeicherkennlinie dargestellt. In Abbildung 2 sind die verschiedenen Gasspeicherbereiche des Gasspeichersystems dargestellt.

Zusammenfassung

Es kann festgehalten werden, dass die Optimierung des Gasmanagements die wesentliche Voraussetzung für die Vermeidung von unerwünschten Biogasverlusten aus UUDS von Gasspeichern ist. Die Analyse der technischen Gegebenheiten, eine individuelle Bestandsaufnahme des Anlagenbetriebes und die Ableitung geeigneter Maßnahmen, bspw. in Form eines angepassten Betriebsregimes (Gasspeicherfüllstand zum Ausgleich von Gasvolumenschwankungen bspw. hervorgerufen durch Witterungseinflüsse und der damit verbundenen Vermeidung von Biogasverlusten nicht über 80 % betreiben) können bereits ohne Zuhilfenahme von Zusatzkomponenten Verbesserungen des Gasmanagements ermöglichen. In Abhängigkeit der vorhandenen Anlagenausstattung kann in einer folgenden Stufe durch Erweiterung der technischen Ausstattung der Anlage (z.B. durch Einbindung von Messtechnik oder Gasspeicherkomponenten wie ein frequenzgeregeltes Stützluftgebläse) eine optimale Verfügbarkeit der vorhandenen Speicherkapazität bei einem möglichst geringen Maß an Biogas-Emissionen erreicht werden. In einem weiteren Schritt kann der Füllstand der Gasspeicher auf Basis eines Modelles unter Einbindung der Biogasproduktion, Temperatur und Druck im Gasspeicher, Wetterbedingungen und Gasverwertung präzise prognostiziert und somit vorausschauend geregelt werden.



DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
Mathias Stur
Telefon: +49 (0) 341 2434-527
E-Mail: mathias.stur@dbfz.de
www.dbfz.de





The treatment of decentralized blackwater digestates using *Pistia stratiotes* for phytoremediation of nitrogen and phosphorous

Simon Ulm, Tobias Wätzel*, & Eckhard Kraft

Pistia stratiotes and blackwater digestate processing

P. stratiotes, commonly known as water lettuce, water cabbage or shell flower is a pleustonic, water plant, which was first discovered in Africa, but is believed to be of pantropical origin. Pleuston being all organisms living on the water surface, it spreads its roots into the water body, while leaves and flowers float above. Due to its evolution during the time of the Pangaeon supercontinent, its occurrence is not limited to any continent. Thanks to human nutrient input into tropical freshwater streams, *p. stratiotes* has become one of the most common and most productive aquatic weeds worldwide (Henry-Silva et al. 2008; Reddy, Busk 1984). By reproducing asexually, *p. stratiotes* can double its biomass within very short periods of time. The mother and daughter plant are vertically connected by short stolones. The rate of growth is dependent on the nutrient availability, temperature, water pH, salinity and the abundance of pathogens (see table 1).

It thrives best in water with high nutrient concentrations, forming dense mats of clones. The plants show a high metal tolerance and the ability to accumulate heavy metals within their feathery roots and the surrounding water. For this reason there have been several studies about *P. stratiotes* use in phytoremediation (Hanks et al. 2015; Putra et al. 2015). In the case of this investigation *p. stratiotes* was used in the biological processing of source separated blackwater, especially blackwater digestate, which is described already under Wätzel & Kraft, 2014 and Wätzel et al., 2015. Figure 1 shows the implementation step and location for the "*p. stratiotes* phytoremediation step".

Goals and implementation context

The goal of this research was a general feasibility study on the indoor cultivation of *p. stratiotes* fertilized with blackwater digestate. The background of the research can be described as a part of a nutrient cascading strategy in the field of innovative sanitation systems and decentralized biomass processing technologies. Therefore, an experimental setup was created, in which the use of blackwater digestate, respectively the phytoremediation results of that, were compared to mineral aquatic fertilizer. In addition, the use of the plant biomass itself as a substrate for anaerobic digestion was assessed by several fermentation tests with varying parameters.

Methods and experimental setup

Indoor cultivation

Indoor cultivation took place in a two-lane growth station, constructed from simple steel racks. Two different light sources, OSRAM FLUORA and Radium NL SPECTRALUX PLUS were combined for most optimal combination of photon flux and photosynthetic active light spectrum. Plants were cultivated in simple boxes, equipped with aeration stones and temperature control. Four different daily feed groups were tested, each as a double, equaling in a total of eight boxes.



Figure 2 and 3: Schematic setup with daily feed groups and the constructed cultivation strain in full setup.

Fermentation tests

Fermentation tests were based on the VDI Guideline 4630 and carried out in an environmental chamber at 38 °C. Digested sludge from the wastewater treatment plant in Tiefurt dealt as the inoculum, micro crystalline cellulose was used as a reference substance. Blind inoculum and reference approaches were carried out as doubles, while the *p. stratiotes* approaches were tripled.

Parameter	Preference
Temperature	15-35 °C (optimal 22-30°C)
pH	5,9 – 8,4
Conductivity	20 – 785 µS
Nutrient load	High
Light	Medium, shady



Figure 1: f.l.t.r. blackwater, blackwater digestate, post-treated blackwater digestate and *p. stratiotes* on digestate cultivation media

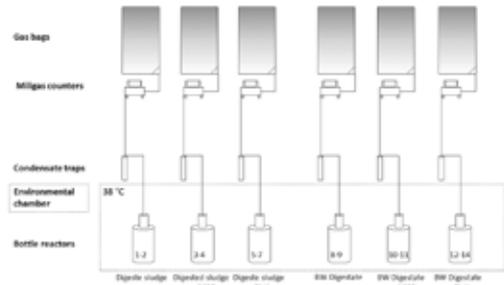


Figure 4: Schematic of the batch fermentation tests (VDI 4630). Digested sludge = from municipal wastewater treatment plant, MCC = micro crystalline cellulose, BW Digestate = blackwater digestate

Results

The comparative cultivation experiments yielded sufficient results, while pointing out important characteristics of *p. stratiotes*. Sticking to a trial-and-error approach, a system for daily feed and pH-buffering was developed, in which the biomass of *p. stratiotes* was doubled within a twelve day growth period, exclusively using black water digestate as fertilizer. Digestate even showed higher biomass gains than the commercial aquatic plant fertilizer, while keeping the growth of micro algae at a minimum through phosphate limitation. NO₂- nitrogen as well as PO₄- phosphate was used totally and directly after the daily fertilizing events, which causes a limitation at the one hand and a more or less easy opportunity to control this cultivation unit in future thinking approaches at the other hand.

Length of growth phase 3	12 d
Biomass	+ 617 g (total)
R	+ 241 g
GL	+ 228 g
GH	+ 144 g
Individuals	+ 333
Irradiation	4000-7000 lux
pH	6,0 - 8,8

Fermentation tests revealed a well degradable nutrient composition of *p. stratiotes* biomass. Biogas yield of **19,6 ml/g of fresh mass** was comparable to algae or liquid substrates such as pig manure, due to the low dry mass (4,12 %) of *p. stratiotes* plants. Calculated as **640 ml/g of organic dry mass**, the biogas yield is comparable to other energy crops or vegetables. Cultivation and fermentation experiments are both continued.

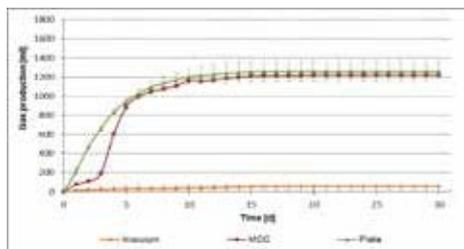


Figure 5: Accumulated gas production of the batch fermentation test (VDI 4630) of *p. stratiotes*

* corresponding Author, Bauhaus-Universität Weimar, Germany, Bauhaus-Institute for infrastructure solutions (b.is), Chair of Biotechnology in Resources Management, Chair of Sanitation an Wastewater Management, tobias.waetzel@uni-weimar.de, +49 (0) 3643/584913



Optimierung konventioneller Biogasprozesse mittels anaerober Hochlast-Reaktoren und dem Einsatz biogener Reststoffe

TOBIAS WEIDE, M.Sc.^{a, b, c}, DR.-ING. ELMAR BRÜGGING^{a, b, c}, PROF. DR.-ING. CHRISTOF WETTER^{a, b, c}

^a Fachbereich Energie-Gebäude-Umwelt, Fachhochschule Münster, Stegerwaldstr. 39, 48565 Steinfurt, Deutschland, 02551/962021, tobias.weide@fh-muenster.de
^b Institut für Energie und Prozesstechnik (IEP), Fachhochschule Münster, Stegerwaldstr. 39, 48565 Steinfurt, Deutschland
^c Institut für Wasser-Ressourcen-Umwelt (IWARU), Fachhochschule Münster, Stegerwaldstr. 39, 48565 Steinfurt, Deutschland

Einleitung

Die Biogasbranche steht durch die aktuelle Novellierung des Erneuerbaren Energien Gesetzes erneut vor einer Herausforderung. Den Biogasprozess trotz Vergütungskürzungen wirtschaftlich betreiben zu können, stellt eine erhebliche Schwierigkeit dar. Die Implementierung anaerober Hochlast-Reaktoren in konventionelle Biogasprozesse beschreibt eine Lösungsstrategie. Ziel ist es durch innovative Reaktorkonzepte die Effizienz des Verfahrens zu steigern und dadurch die Gesamtwirtschaftlichkeit der Biogasgewinnung zu erhöhen. Gleichzeitig können bisher nicht ausgeschöpfte, biogene Rohstoff-Potentiale nutzbar gemacht werden, wodurch das Anwendungsfeld der Biogastechnik an Vielfältigkeit gewinnt. Ermöglicht werden diese Untersuchungen durch das Projekt: „Grüne Kaskade: Hochlastvergärung“ gefördert durch das INTERREG VA - Programm. Diese Verfahrensoptimierung erfordert zum einen die Erhöhung der Mikroorganismendichte im Reaktor und zum anderen die Verwendung von Rohstoffen mit niedrigen Trockensubstanzgehalten. Die Verfahrensoptimierung soll bestehende Biogastechnik nicht substituieren (s. Abb. 1), sondern in den Prozess integriert werden, wodurch die Investitionskosten gering gehalten werden, jedoch der Wirkungsgrad erhöht wird.

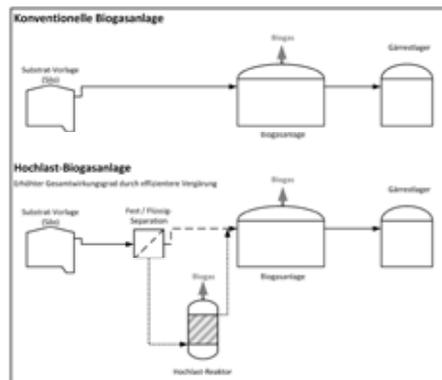


Abb. 1: Schematische Darstellung des Hochlastvergärungs-Konzepts

Versuchsdurchführung

Mit einem Festbettreaktor im Technikums-Maßstab ($V_{\text{Reaktor}} = 25 \text{ l}$, gefüllt mit Keramik-Füllkörpern) dargestellt in Abb. 2 und 3, wurden erste orientierende Versuche zur Vergärung flüssiger, biogener Reststoffe durchgeführt. Dazu wurde der Reaktor 80 Tage kontinuierlich bei $\vartheta = 40 \text{ °C}$ betrieben und mit separierter Schweinegülle (TR = 4,4 Gew.-%, oTR = 70,2 Gew.-%) beschickt. Es wurden die Biogaspotentiale, die biogenen Abbauraten, die Raumbelastungen sowie die hydraulischen Verweilzeiten ermittelt.

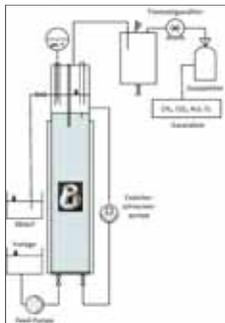


Abb. 2: Festbettreaktor schematisch



Abb. 3: Festbettreaktoren 2-straßig

Ergebnisse

Als Bilanzierungsraum wurde ein Zeitraum von 25 Tagen gewählt (stationärer Zustand). Der Reaktor wurde täglich mit 1,97 kg/d (0,061 kgoTR/d), also insgesamt 49,15 kg (1,518 kgoTR) separierter Schweinegülle beschickt, woraus eine hydraulische Verweilzeit des Substrats von $\tau = 12 \text{ d}$ resultierte. Parallel wurden Batch-Tests nach VDI 4630 zur Ermittlung des Biogaspotentials (nach 18 Tagen) durchgeführt. Die Ergebnisse der Versuchsreihen sind nachfolgend in Abb. 4 dargestellt.

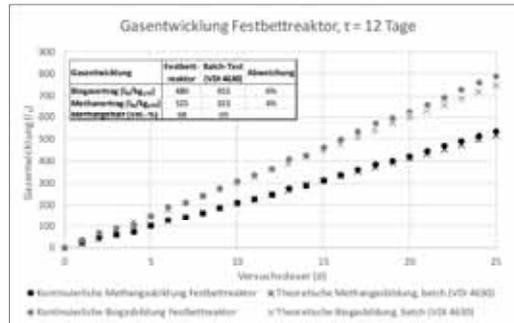


Abb. 4: Kontinuierliche Gasentwicklung bei einer Verweilzeit von 12 Tagen

Fazit und Ausblick

Durch die Verwendung eines kontinuierlich betriebenen Festbettreaktors konnte mit einer hydraulischen Verweilzeit von $\tau = 12 \text{ d}$ die typische Verweilzeit von Biogasanlagen mehr als halbiert werden. Gleichzeitig konnte das Biogaspotential des Substrats vollständig ausgeschöpft werden. Im weiteren Projektverlauf soll die Verweilzeit weiter verkürzt werden. Es werden weitere biogene Reststoffe sowie zusätzliche Reaktortypen (EGSB, UASB) getestet.

Projektpartner



Förderung





Verbundprojekt VKV-Netz

Virtueller Kraftwerks-
verbund Netzstabilität

<http://www.vkvnetz.de>

BMW-Förderkennzeichen 0325943A

Kontakt

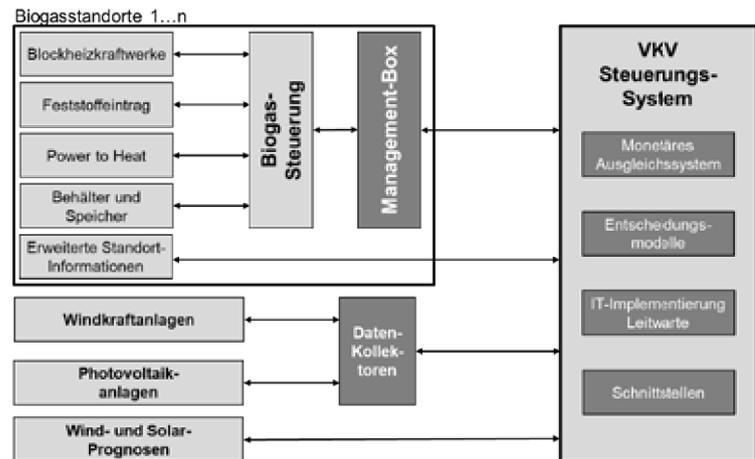
Prof. Dr. Andreas Daum
Hochschule Hannover
Fakultät IV - Wirtschaft und Informatik
Ricklinger Stadtweg 120
30459 Hannover
Tel.: +49 (0) 511 9296 1553
Fax : +49 (0) 511 9296 99 1553
E-Mail: andreas.daum@hs-hannover.de

Steuerung virtueller Biogas-Cluster zur Stabilisierung regionaler Stromnetze

Chris Eicke, Daniel Schirmer, Marco Iezzi, Prof. Dr. Andreas Daum, Prof. Dr. Manfred Krause

Problemstellung und Bezug zum Verbundforschungsvorhaben

Mit steigendem Anteil an der Stromproduktion in Deutschland werden Erneuerbare-Energie-Anlagen zukünftig ebenso zunehmend die sogenannten Systemdienstleistungen erbringen müssen, insbesondere die Gewährleistung der Stromnetzstabilität. Biogasanlagen können hierbei einen wichtigen Beitrag leisten. Das in ihnen produzierte Gas kann gespeichert und in Abhängigkeit von regionalen Netzbedarfen durch Blockheizkraftwerke verstromt werden. Biogasanlagen können damit einen Ausgleich zur volatilen Einspeisung von PV- und Windkraftanlagen leisten. Das Forschungsvorhaben VKV-Netz widmet sich unter Kooperation der Verbundpartner Hochschule Hannover, SLT-Technologies GmbH & Co. KG und Überlandwerk Leinetal GmbH der Entwicklung und Pilotierung eines Steuerungssystems, welches eine automatisierte Steuerung von virtuellen Biogas-Verbundkraftwerken mit dem Fokus auf die regionale Netzstabilität ermöglicht. Dabei berücksichtigt es auch die wirtschaftlichen Implikationen einzelner Steuerungsbefehle. Die Hochschule Hannover verantwortet die Gesamtprojektleitung sowie die inhaltlichen Ergebnisse zur Modellbildung und Wirtschaftlichkeitsrechnung. Die SLT-Technologies GmbH & Co. KG übernimmt die steuerungsseitige IT-Implementierung. Das System wird zur praktischen Evaluation einem Pilot-Betrieb im Netz des Überlandwerks Leinetal mit assoziierten Biogas-Anlagen unterzogen.



Aufbau des Steuerungssystems und Ausblick

Die Basis des Steuerungssystems stellen Entscheidungsmodelle sowie ihre IT-Implementierung in einer Leitwarte dar. Die Leitwarte bildet die zentrale Steuerungseinheit des Gesamtsystems. Durch sie werden sowohl anlagenspezifische Echtzeit-Werte als auch dauerhaft hinterlegte, standortindividuelle Parameter ausgewertet und in Steuerungsentscheidungen des virtuellen Verbundkraftwerks umgesetzt. Bei dem virtuellen Verbundkraftwerk handelt es sich um räumlich getrennte, zentral und teilautomatisiert gesteuerte Biogasanlagen in einem gemeinsamen Netzstabilitäts-Regelungsgebiet. Neben den Informationen zu den Biogas-Standorten wertet das Steuerungssystem die Echtzeit-Einspeisewerte der sonstigen regenerativen Erzeuger im betrachteten Regelungsgebiet aus und integriert bestehende Wind- und Solar-Prognosen in den Steuerungsentscheidungen des virtuellen Verbundkraftwerks. Das Forschungsprojekt VKV-Netz wird im Zeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2018 durchgeführt. Bisher wurden erste Versionen des Steuerungssystems entwickelt und in Simulationsumgebungen getestet. Der Pilotbetrieb wird derzeit vorbereitet und bis September 2018 durchgeführt. Anschließend wird das System für den marktfähigen Einsatz generalisiert.

Gefördert durch:





Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH



Flexible Biogasanlagen zur Systemintegration von fluktuierenden erneuerbaren Energien

Markus Lauer¹, Daniela Thrän^{1,2}

HINTERGRUND/ZIEL

Zur notwendigen Dekarbonisierung des Energiesystems wird die zukünftige Energiebereitstellung weitestgehend auf fluktuierenden erneuerbaren Energien beruhen. Zur Systemintegration von Windkraft- und Photovoltaikanlagen werden weitere Technologien wie flexible konventionelle Kraftwerke oder Speichertechnologien benötigt. Biogasanlagen können durch eine flexible Stromerzeugung die Residuallast* glätten und damit den Bedarf an weiteren Flexibilitätsoptionen reduzieren (Abb. 1). Der Einfluss eines variierenden Anteils von Biogasanlagen im zukünftigen Erzeugungsportfolio und der flexiblen Stromerzeugung wird analysiert.

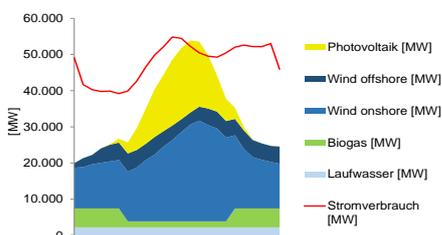


Abb. 1: Beispielhafte Einspeisung erneuerbarer Energien.

METHODIK

(1) Es werden drei verschiedene Ausbaupfade für Biogasanlagen definiert (Abb. 2)^{N1}:

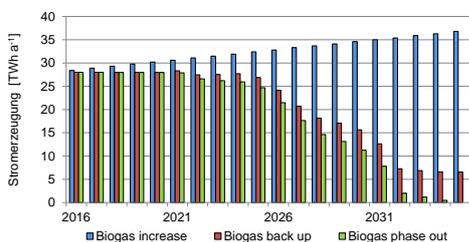


Abb. 2: Stromerzeugung aus Biogasanlagen bei variierendem Ausbau.

(2) Zur Berechnung werden vier Stützjahre (2016, 2021, 2026 und 2031) und jeweils sieben repräsentative Tage ausgewählt.

(3) Mittels einer nicht linearen Optimierung werden die Biogasanlagen zur Glättung der Residuallast eingesetzt^{N2}:

$$\min f(\{p_t\}_t^T | \{r_t\}_t^T) = \sum_t (r_t - p_t)^2$$

r ist die Residuallast und p die Stromerzeugung aus Biogasanlagen zur Stunde t über den Zeitraum T .

(4) Die Bewertung erfolgt anhand des Unterschiedes U zwischen dem betrachteten Ausbaupfad und dem Referenz-Ausbaupfad *phase out*^{N2}:

$$U(f) = \sqrt{f(\text{REF}) - f(\text{Sz})}$$

REF ist das Ergebnis der Zielfunktion beim Referenz-Ausbaupfad; Sz beim betrachteten Ausbaupfad *back up* oder *increase*.

ERGEBNISSE

Ein erhöhter Anteil von Biogasanlagen glättet die Residuallastkurve. Größere Effekte werden durch eine flexible Stromerzeugung erzielt (Tab. 1) und spiegeln sich in einem höheren Wert U wider.

Tab. 1: Glättung der Residuallastkurve im Vergleich zum Referenz-Ausbaupfad.

Ausbaupfad/Fahrweise	Unterschied U [10 ³ MWh]
Back up – Grundlast	362
Back up – Flexibel	987 - 1085
Increase – Grundlast	749
Increase – Flexibel	1305 - 1412

* Stromnachfrage abzgl. der Erzeugung fluktuierender erneuerbarer Energien.

^{N1} Lauer et al. (2017): Biogas plants and surplus generation: Cost driver or reducer in the future German electricity system? Energy Policy 2017, 109, 324–336.

^{N2} Lauer et al. (2017): Flexible Biogas Plants as Servant for Power Provision Systems with High Shares of Renewables: Contributions to the Reduction of the Residual Load in Germany; ETA-Florence Renewable Energies.

¹ DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig
² UFZ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH, Leipzig

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116 | 04347 Leipzig | www.dbfz.de
Ansprechpartner: Markus Lauer
markus.lauer@dbfz.de | Tel.: +49 (0)341 2434-491 | Fax: +49 (0)341 2434-133



BMW-Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“



Sektorübergreifende Flexibilitätsbereitstellung

Analyse des künftigen Systembeitrags flexibler Bioenergieanlagen **FKZ 03KB129**

ELTROP Ludger; HÄRDLEIN, Marlies; FLEISCHER, Benjamin; NAGEL, Sylvio (alle IER, Universität Stuttgart); HOLZHAMMER, Uwe; PHILIPP, Matthias; MAST, Tanja (alle inES, Technische Hochschule Ingolstadt); WACHINGER, Gisela (Dialogik gGmbH)

PROJEKT „OPTISYS“

- Der fortschreitende Ausbau erneuerbarer Energien im Zuge der Energiewende erfordert eine Umstrukturierung des Energieversorgungssystems und **Flexibilisierung des Anlagenparks**.
- Im Projekt „OptiSys“ wird die **Bioenergie als Flexibilitätsoption** im Rahmen einer Gesamtsystemstudie untersucht.
- Dazu wird der **Systembeitrag von Bioenergie** in gekoppelten Elektrizitäts-, KWK- und Biokraftstoff-Systemen in Deutschland integriert ermittelt.
- Es werden Eigenschaften aller relevanten erneuerbaren und konventionellen Technologien und konkurrierender Flexibilitätsoptionen sowie die **Wechselwirkungen zwischen Strom-, Wärme- und Verkehrssektor berücksichtigt**.
- Die Projektbearbeitung baut hierfür auf dem **Elektrizitätsmarktmodell E2M2-Bio** auf.

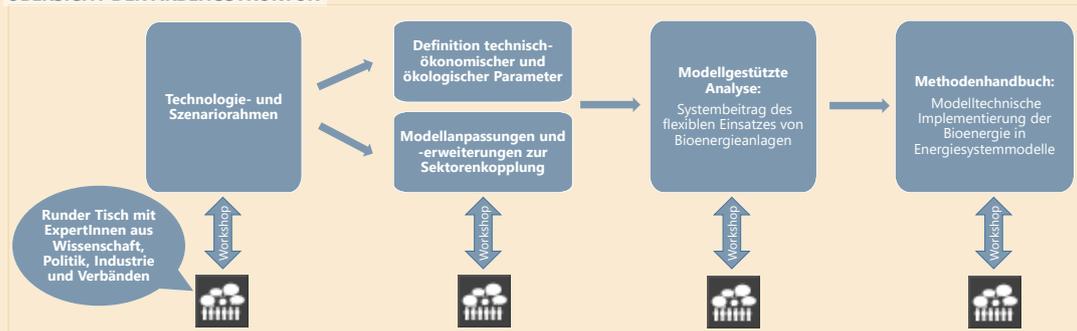
FORSCHUNGSLÜCKE

Die wichtige Rolle der Bioenergie für die Energiewende wird in vielen Energiesystemstudien bestätigt (IZES 2015). Jedoch besteht eine **mangelhafte Detailliertheit in der Abbildung von Bioenergie-technologien** in bisherigen Energiesystemstudien (z.B. wird Bioenergie nur als Grundlastband stark vereinfacht dargestellt). In speziellen Bioenergie-Systemstudien werden dagegen Bioenergie-technologien oft nur vergleichend untersucht. Ein Bezug zum steigenden **Flexibilitätsbedarf im System** durch den Ausbau fluktuierender EE wird häufig nicht ausreichend hergestellt. Das Projekt zielt daher darauf ab, diese Lücke bei der **Untersuchung des Systembeitrags flexibler Bioenergie**, auch im Wettbewerb mit anderen Flexibilitäts- und Technologieoptionen, zu schließen. Es werden anschließend die methodische Vorgehensweise bei der Analyse sowie identifizierte Effekte auf das gesamte Energiesystem dokumentiert und erarbeitete Kennwerte und Wechselwirkungen für künftige Studien bereitgestellt. Dadurch kann ein wichtiger Beitrag zur **adäquaten Berücksichtigung der Bioenergie im Gesamt-Energiesystem** geleistet werden.

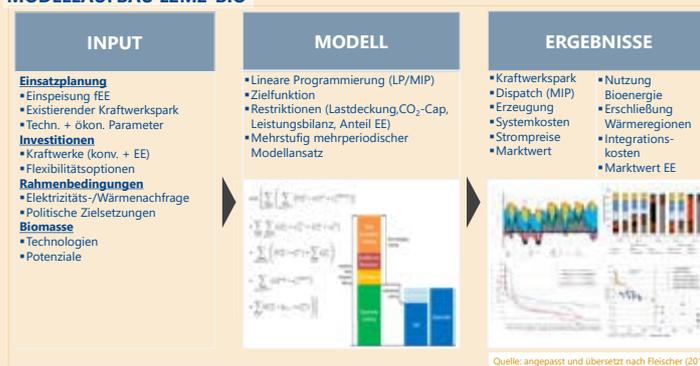
ZIELE DES PROJEKTS

- **Integrierte Analyse des kostenoptimalen Ausbaus und Einsatzes** von Bioenergie unter Berücksichtigung konkurrierender Technologieoptionen, begrenzter Potenziale und energiepolitischer Ziele.
- Identifikation **versorgungssicherer, klimaschonender und kosteneffizienter Kombinationen** von technischen Optionen für Strom-, KWK- und Biokraftstoff-Systeme.
- Untersuchung der **Wechselwirkung der Bioenergie mit anderen Flexibilitätsoptionen**, wie DSM, Speicher, Eispeisemanagement, Power-to-X, flexible konventionelle Kraftwerke und Import/Export.
- Ermittlung des **Systembeitrags von Flexibilität**, KWK und technischer Verfügbarkeit flexibler Bioenergieanlagen.
- **Erarbeitung eines Methodenhandbuchs** „Bioenergie als Flexibilitätsoption im System“.
- stetiger Austausch mit **ExpertInnen** im Rahmen von Workshops für praxisnahe und umsetzungsorientierte Projektbearbeitung.

ÜBERSICHT DER ARBEITSSTRUKTUR



MODELLAUFBAU E2M2-BIO



Quelle: angepasst und übersetzt nach Fleischer (2017)

GRUNDLAGE: E2M2-BIO

- Das fundamentale Elektrizitätsmarktmodell E2M2-Bio bildet sowohl den **Kraftwerkeinsatz als auch modell-endogene Kapazitätsubauten** mit regionaler Zuordnung als lineares Optimierungsproblem ab.
- Es beantwortet dabei die Frage, welchen Beitrag die Bioenergie in Deutschland zu **Erreichung energiepolitischer Ziele** im Elektrizitäts- und Wärmesektor liefern kann.
- Für die Berechnung des **Reservebedarfs** werden unerwartete Kraftwerksausfälle aber auch die fluktuierende Einspeisung von Windkraft- und Photovoltaikanlagen berücksichtigt. Die benötigte Reserve wird kostenoptimal durch stehende und in Betrieb befindliche Kraftwerke bereitgestellt.
- Auch Lastmanagement, Speicherbewirtschaftung und **Bioenergie als Flexibilitätsoption** werden detailliert abgebildet.

Das Modell wird im Rahmen des Projektes um die Ebene **Verkehr und Mobilität** erweitert. Inhaltlich werden dazu biogene Kraftstoffe in Konkurrenz zu konventionellen sowie zur Elektromobilität gesetzt. Über diese Erweiterung können danach Aussagen über eine **zukünftige Rolle der Bioenergie in Strom-, Wärme- und Verkehrssektor** getroffen werden.

Literatur: Fleischer, B. (2017): The flexible use of bioenergy in the electricity market. 15th IAAE European Conference, Wien. | IZES (2015): Metaanalyse. Nutzungspfade der Bioenergie für die Energiewende.



Entwicklung der Ertragspotenziale von flexiblen BHKW an Biogasanlagen aus Preisprofilprognosen 2025 – 2035



Im Zuge der Energiewende nimmt die Einspeisung aus preiswerten fluktuierenden Energiequellen zu. Auf lange Sicht werden für wenige Stunden des Tages und in der Dunkelflaute werden Stromspeicher und regelbare Stromerzeuger wie flexible Biogas-BHKW benötigt. Seit 2012 soll mit der Flexibilitätsprämie der Zubau entsprechender BHKW-Leistung und Biogasspeicher angereizt werden. Dies wurde von der Praxis nur zurückhaltend angenommen. Die Flexprämie genügt nicht, die Marktsignale für flexible Einspeisung seien schwach, die Preisdifferenzen am Spotmarkt bringen nur geringe Zusatzerlöse.

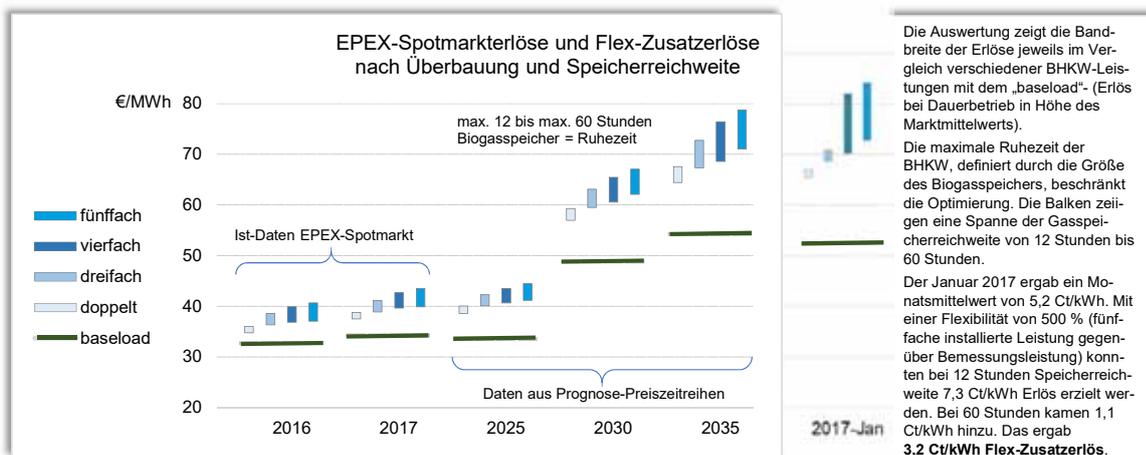
Um volkswirtschaftlich effiziente Rahmenbedingungen für die Transformation des Biogas-Anlagenbestands setzen zu können, ist die Einschätzung der ökonomischen Rahmenbedingungen notwendig. Wie werden sich die Erlöspotenziale im Markt entwickeln, welche Anreize sind darüber hinaus erforderlich?

Dafür wurde von der BET Aachen auf der Grundlage eines europäischen Fundamentalmodells die Entwicklung der stündlichen Spotmarktpreise für die Stützjahre 2025, 2030 und 2035 prognostiziert.

Von CUBE Engineering-part of Ramboll wurden Biogas-BHKW-Anlagen mit vier verschiedenen Flexibilisierungsgraden (200 % – 500 % installierte BHKW-Leistung im Vergleich zur Bemessungsleistung) modelliert und je vier Gasspeicherreichweiten zwischen 12 und 60 Stunden BHKW-Ruhe angenommen. Für die Anlagen wurden in Simulationen ganzjährige, erlösoptimale Einsatzpläne erzeugt.

Das ökonomische Potenzial am Spotmarkt wird durch den erzielten Durchschnittserlös im Vergleich zum Jahresmittelwert ausgedrückt.

Die Entwicklung ergibt zusammengefasst folgendes Bild:



Das Fundamentalmodell geht von einer Klimaschutzpolitik aus, die ihre Etappenziele – politisch wahrscheinlich – verfehlt: So werden zwar die EE-Zubauziele erreicht, aber die Kohleverstromung nicht abgestellt. Die Preise der CO₂-Emissionsrechte bleiben unterhalb der Wirksamkeitsschwelle. Die europäischen Grenzkuppelstellen werden ausgebaut und decken preisdämpfend die Spitzenlastbedarfe. Die Energiewende bildet sich nur schwach im Markt ab.

Im zugrunde gelegten, repräsentativen Klimajahr 2011 kam es zu keinen besonderen Klimaereignissen, wie z.B. ausgeprägten Dunkelflauten, die Spitzenlasterlöse treiben könnten.

Damit kann die Prognose bezüglich der Ertragspotenziale von Flexibilitäten am Strommarkt als sehr vorsichtig gelten.

Im Ergebnis lässt sich zusammenfassen:

Gegen Ende der Zwanzigerjahre ist mit deutlich höheren mittleren Stromerzeugerpreisen (baseload) von 5 Ct/kWh zu rechnen, in den Dreißigerjahren in Richtung 6 Ct/kWh wachsend.

Ein Erlösverfall wie bei Regelleistung wird nicht erwartet. Stattdessen können flexible BHKW weitere Zusatzerlöse im Intradayhandel erzielen, die hier nicht ausgewiesen sind.

Flexible Erzeuger, die 50 % der Jahresstunden einspeisen, erzielen **in den Dreißigerjahren am Spotmarkt im Mittel 1 Ct/kWh mehr**, also das Dreifache des aktuellen Zusatzerlöses.

Konsequent flexibilisierte Anlagen, die sich auf etwa 2.000 Jahresstunden mit den höchsten Preisen konzentrieren, kommen mit 12 Stunden Speicherreichweite auf etwa 2 Ct/kWh Zusatzerlöse.

Wenn Biogasspeicher ein ganzes Wochenende überbrücken können, wächst das **Ertragspotenzial auf 2,5 Ct/kWh**, oder auf einen **Zusatzerlös von über 100.000 € bei einer 500 kW-Biogasanlage** (übliche Bemessungsleistung bei nawaRo).

Weitere Kosteneffekte der Flexibilisierung eingerechnet, wie der Flexibilitäts-Zuschlag nach EEG (1,2 Ct/kWh), die Effizienz größerer Motoren (0,5 Ct/kWh), Einsparungen bei Wartungskosten (0,3 Ct/kWh) und bereits gedeckte Ersatzinvestition (0,4 Ct/kWh), summieren sich die Wettbewerbsvorteile bei konsequenter Flexibilisierung auf etwa 4 Ct/kWh – noch ohne etwaige Zusatzerlöse aus dynamischer Fütterung und flexibler Wärmeerzeugung oder Mehrmengen bei Dunkelflaute.

Sollten ungewöhnliche Wetterperioden zunehmen, wie zuletzt im Januar 2017, dann würden diese Erwartungen noch übertreffen.

Die Flexibilitätsprämie und diese Aussichten bewegen tatsächlich immer mehr Biogas-Betreiber zu Investitionen in die bedarfsorientierte Erzeugung. Wenn die Breitenwirkung bisher fehlt, dann kann dies an der **Unkenntnis über die Ertragspotenziale** und an **Unsicherheiten über die Verlässlichkeit** der Politik liegen.



**WISSENSCHAFT
TRIFFT
WIRTSCHAFT**

BINE Informationsdienst

Informationstransfer aus der Forschung in die Praxis für Anwender und Entscheider



- » BINE Informationsdienst unterstützt den Informations- und Wissenstransfer aus der Energieforschung in die Anwendungspraxis.
- » BINE Informationsdienst arbeitet gefördert im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- » Aus den Projekten der Energieforschung berichtet der BINE Informationsdienst in seinen Inforeihen und dem Newsletter.

Kontakt:

Jutta Perl-Mai (Leitung)
jutta.perl-mai@fiz-karlsruhe.de

Gerhard Hirn (Fachredaktion)
gerhard.hirn@fiz-karlsruhe.de

www.bine.info

Burkhardt Energie- & Gebäudetechnik



- » Traditionsunternehmen besteht seit 1978 in den Bereichen Heizung, Lüftung, Sanitär und Spenglerei
- » Erneuerbare Energien im KWK-Bereich seit 2005 (BHKWs auf Pflanzenölbasis)
- » Entwicklung Holzpelletvergaser und Holzgas-BHKW bis zur Marktreife in 2010 mit 180 kW_{el} und 270 kW_{th}
- » 100. Holzgas-KWK-Anlage in 2013
- » Bayerischer Energiepreis 2014
- » Entwicklung 50 kW Anlage in 2016
- » Anlagenbestand heute: >200 weltweit mit über 5.000.000 Stunden Betriebserfahrung
- » Zukunftsorientierte Forschungs- und Entwicklungsabteilung für Optimierung und Neuentwicklung

Kontakt:

Werner Klenk (Geschäftsführer)
w.klenk@burkhardt-gmbh.de

Claus Burkhardt (Vertriebsleitung)
c.burkhardt@burkhardt-gmbh.de

www.burkhardt-gruppe.de

www.burkhardt-energy.com

Hoval

Die Marke Hoval zählt international zu den führenden Unternehmen für Heiz- und Raumklima-Lösungen. Hoval ist ein Traditionsunternehmen mit über 70-jähriger Geschichte. Stammsitz des heute weltweit tätigen Unternehmens mit rd. 1500 Mitarbeitern ist in Vaduz, Fürstentum Liechtenstein.

- » Wir entwickeln und produzieren innovative Heizkessel für Gas, Öl und Holz, sowie Wärmepumpen, Solarkollektoren und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung.
- » Hoval ist Spezialist für komplette Hybrid-Heizungsanlagen (z.B. Pellets plus Gasbrennwert) inkl. Systemregler – auch für grössere Leistungen und immer alles aus einer Hand.
- » Auch in Deutschland hat Hoval eine lange Tradition: Bereits 1955 wurde eine Kooperation mit dem Unternehmen Friedrich Krupp über die Lizenzfertigung des Hoval Stahl-Heizkessels geschlossen. 1979 wurde die Hoval GmbH in Baden-Württemberg gegründet. Seit 2001 befindet sich das deutsche Headquarter im bayrischen Aschheim bei München.
- » Hoval-Systeme nutzen u.a. die Audi AG in Ingolstadt, die Brauerei Paulaner in München, das Franz Marc Museum in Kochel am See, das Geburtshaus von Papst Benedikt XVI in Marktl am Inn oder das VW Motorenwerk in Salzgitter.

Kontakt:

Thomas Uhle
thomas.uhle@hoval.com

www.hoval.de



Nationale Kontaktstelle Energie

Sind Sie an einer Zusammenarbeit in europäischen Projekten interessiert?

Für die Themenbereiche Bioenergie und nachhaltige Treibstoffe bietet Ihnen das EU-Rahmenprogramm Horizont 2020 interessante Förderaufrufe in seinen Arbeitsprogramm 2018 - 2020 „Challenge Energy“. Die Nationale Kontaktstelle Energie berät Sie rund um die EU-Fördermöglichkeiten im Bioenergiebereich. Während der Statuskonferenz Bioenergie steht Ihnen Frau Dr. Inga Bödeker, von der NKS Energie, gerne für Ihre Fragen zur Verfügung. Wenn Sie schon konkrete Projektideen haben, melden Sie sich bitte für ein Beratungsgespräch an.

Kontakt:

Dr. Inga Bödeker
i.boedeker@fz-juelich.de

www.nks-energie.de



Spanner Re² GmbH



Seit über zehn Jahren hat sich die Spanner Re² GmbH aus dem niederbayerischen Neufahrn ganz der Strom- und Wärmeerzeugung aus Holz verschrieben. Das mittelständische Unternehmen hat es sich zur Aufgabe gemacht kontinuierlich an innovativen Lösungen im Bereich der Holzvergasung zu arbeiten – und das sehr erfolgreich: Re² ist Marktführer im Bereich holzbasierter KWK-Anlagen. Mehrere hundert Holz-Kraft-Anlagen sind weltweit in Betrieb und erzeugen aus der heimischen Ressource Holz klimafreundlich Strom und Wärme.

Neben den bewährten Holz-Kraft-Anlagen bietet die Spanner Re² GmbH auch passende Systemkomponenten wie Brennstofftrockner, Fördersysteme sowie schlüsselfertige Containeranlagen an. Als weiteres Standbein entwickelt und vertreibt Re² Pelletheizungen.

Mit innovativer Technik, praktizierter Nachhaltigkeit und kontinuierlichen Ansporn steht das Unternehmen dafür Erneuerbare Energien wettbewerbsfähig zu machen und hat sich mit der patentierten und bewährten Technologie sowohl national als auch international einen Namen geschaffen

Kontakt:

Peter Mitterer

Peter.mitterer@spanner.de

+49 (0) 8773 70798 250

+49 (0) 160 94838663

www.holz-kraft.com

KONFERENZ-READER

KOSTENLOS RUNTERLADEN UNTER

[HTTPS://WWW.ENERGETISCHE-BIOMASSENUTZUNG.DE/VERANSTALTUNGEN/
STATUSKONFERENZEN/7-STATUSKONFERENZ/PROGRAMM/](https://www.energetische-biomassenutzung.de/veranstaltungen/statuskonferenzen/7-statuskonferenz/programm/)



WORKSHOP

20. NOVEMBER 2017 | 10:00 - 12:00 UHR

Gefördert durch:



KombiOpt – Entwicklung eines Energiemanagementsystems zur kombinierten Nutzung erneuerbarer Energien

Thema

Das Projekt KombiOpt hat sich zum Ziel gesetzt, die Effizienz bestehender Biomasseheizungen allein durch regelungstechnische Maßnahmen zu verbessern. Dabei soll die Optimierung möglichst preiswert unter Nutzung der an der Anlage vorhandenen Infrastruktur erfolgen. Die angestrebten Maßnahmen sollen dabei zu einer Reduzierung der Brennstoffkosten führen. Im Rahmen des Workshops werden ausgewählte Projektergebnisse vorgestellt und diskutiert.

Förderung

Das Verbundprojekt KombiOpt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft unter den Förderkennzeichen 22403113 und 22402414 gefördert.

Kontakt

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

Christian Schraube
+49 (0) 721 6105 1339
schraube@eifer.org

Agenda

Referenten des Workshops: Christian Schraube (EIFER) & Daniel Büchner (DBFZ)

10:00

Vorstellung des Projektes KombiOpt

10:20

(Weiter-)Entwicklung des Kesselmodells Type 212 für die Simulation in TRNSY

10:40

Erfahrungen aus dem Feldversuch

11:00

Entwicklung eines Regleralgorithmus für die Betriebsoptimierung

11:20

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

11:40 Diskussion

12:00 Ende des Workshops

WORKSHOP



20. NOVEMBER 2017 | 14:00 -17:00 UHR

FermKomp – Abgestimmte Effizienzsteigerung und Emissionsminderung der Feststofffermentation mit nachfolgender Kompostierung

Thema

Die anaerobe und aerobe Behandlung von Abfällen benötigt eine Materialstruktur, die die Durchdringung mit Flüssigkeiten (anaerobe Stufe) oder Luft (aerobe Nachkompostierung) zulässt. Verhindert die Materialstruktur des Einsatzstoffes eine solche Durchdringung, verringert sich der biologische Abbau sowohl im aeroben als auch im anaeroben Bereich und verursacht erhebliche Treibhausgasemissionen. Das Forschungsprojekt FermKomp soll auf Basis einer optimierten Struktur den Abbau in beiden Verfahrensstufen verbessern und die Prozesse effizienter aufeinander abstimmen.

Der Workshop stellt die aktuellsten Ergebnisse der Projektpartner vor und kontrastiert diese mit der Perspektive auf eine mögliche Prozessoptimierung von Hersteller- bzw. Betreiberseite. In einem dritten, interaktiven Teil des Workshops werden u.a. Erkenntnisse der Projektarbeit, Herausforderungen aus der Praxis sowie zukünftiger Forschungsbedarf diskutiert.

Förderung

Das Verbundprojekt FermKomp wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter den Förderkennzeichen O3KB100 gefördert.

Kontakt

Harald Wedwitschka
+49 (0) 341 2434 562
harald.wedwitschka@dbfz.de

Agenda

14:00 – 14:15

Projekt FermKomp Kurzvorstellung
Harald Wedwitschka (DBFZ)

14:20 – 14:35

Bioabfallbehandlung mit dem GICON Trockenfermentationsverfahren
Michael Tietze (GICON - Großmann Ingenieur Consult GmbH)

14:40 – 15:10

Betrachtungen zu Möglichkeiten der Optimierung der offenen Mietenkompostierung
Dr. Jürgen Reinhold (BGK)

15:15 – 15:30

Emissionsmessung an offenen Kompostmieten
Torsten Reinelt (DBFZ)

15:30 – 16:00

Kaffeepause

16:00 – 16:20

Zusammenfassung der Projektergebnisse und Ausblick
(DBFZ/GICON/Reinhold)

16:30 – 17:00

Offene Diskussion zu den Optimierungspotentialen des Trockenvergärungsverfahrens und der nachgeschalteten Gärrestkompostierung
(Moderation DBFZ)

GREEN CONFERENCE

RESSOURCENSCHONEND UND ÖKOLOGISCH NACHHALTIG

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 im Sommer und die Wärmerückgewinnung der Räume erfolgt durch Abluft. Die Abfalltrennung ist obligatorisch.

Veganes und vegetarisches Catering

Auf der 7. Statuskonferenz „Bioenergie. Flexibel und integriert in die nächste Epoche!“ wird mit Blick auf die Klimabilanz auf Fleisch verzichtet. Es werden ausschließlich vegane sowie vegetarische Speisen 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.

Trinkwasserbar

Auf der 7. Statuskonferenz wird vom kommunalen Wasserversorger, den Leipziger Stadtwerken, mit der Trinkwasserbar ein gesunder Durstlöscher zur Verfügung gestellt. Das Trinkwasser für Leipzig und die Region wird überwiegend aus den Grundwasservorräten im Muldetal, östlich von Leipzig, gewonnen. Pumpen fördern es in die Wasserwerke, wo es zu Trinkwasser aufbereitet wird.

Wir legen dieses Angebot allen klimabewussten Tagungsteilnehmern ans Herz!
www.L.de

Abfallvermeidung

Benötigtes Konferenzmaterial erhalten die Teilnehmenden bei der Registrierung zur Konferenz. Info-Flyer und Publikationen können ebenfalls im Empfangsbereich besichtigt werden. Der Konferenz-Reader steht online unter: www.energetische-biomassenutzung.de/veranstaltungen/statuskonferenzen/7-statuskonferenz/start/

Mobilität

Die 7. Statuskonferenz findet im verkehrsgünstig gelegen Leipziger KUBUS statt. Vom Hauptbahnhof aus erreichen die Teilnehmenden den KUBUS in 15 min Fahrzeit mit den 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.

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

Programmbegleitung des Förderprogramms



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 und Neue Medien (erste v. r.)

Angela Gröber
Telefon: +49 (0) 341-2434-457
E-Mail: Angela.Groeber@dbfz.de



Förderprogramm



Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekträger



Programmbegleitung



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, Stephan Hautzendorfer, Diana Pfeiffer

Förderung

Erstellt mit finanziellen Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)

ISSN 2366-4169

ISBN 978-3-946629-22-1

Organisation

Programmbegleitung des Förderprogramms
„Energetische Biomassenutzung“

Diana Pfeiffer

+49 (0) 341-2434-554

diana.pfeiffer@dbfz.de

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH

Torgauer Str. 116

04347 Leipzig

www.energetische-biomassenutzung.de