Reader

des Förderprogramms für energetische Biomassenutzung

Bioenergie -

Mehr als eine sichere Reserve!?

6. Statuskonferenz

11. - 12. November 2015

in Leipzig

Gefördert durch

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektträger

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

Programmbegleitung

DBFZ

Konferenzband

6. Statuskonferenz

Bioenergie -
Mehr als eine sichere Reserve !?

11. - 12. 11. 2015 in Leipzig

Energetische
Biomassenutzung

www.energetische-biomassenutzung.de/statuskonferenz

Gefördert durch

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektträger

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

Programmbegleitung

DBFZ

**Medienpartner ist
die Fachzeitschrift
EUWID Neue Energie:**

EUWID
WIR MACHEN MÄRKTE TRANSPARENT.

	Mittwoch, 11.11.2015	Donnerstag, 12.11.2015
09:00		Begrüßung Saal 1 AB
09:30	Pressefrühstück	Impulsvortrag Saal 1 AB
10:00	Registrierung	Resümee aus der Ideenwerkstatt Saal 1 AB
10:30	Eröffnung Saal 1 AB	Pause
11:00	Impulsvorträge Saal 1 AB	Bioenergie-Foren
11:30		BioWärme und KWK Saal 1 CD
12:00	Podiumsdiskussion	Biogas Saal 1 AB
12:30	Bioenergie - Mehr als eine sichere Reserve ?!	Flexible Bioenergie(bereitstellung) Saal 2
13:00	Saal 1 AB	Mittagspause & Postergalerie
13:30	Mittagspause & Postergalerie	
14:00		Bioenergie-Foren
14:30	Neue Köpfe, neue Ideen	BioWärme und KWK Saal 1 CD
15:00	Neue Vorhaben im Förderprogramm	Biogas Saal 1 AB
15:30	Einführung Ideenwerkstatt Bioenergie	Flexible Bioenergie(bereitstellung) Saal 2
16:00	Pause	
16:30	Ideenwerkstatt Bioenergie	Wir wünschen einen guten Heimweg!
17:00	Wärme Saal 1 A	
17:30	KWK/Strom Saal 1 C	
18:00	PtX/Netze & Speicher Saal 2 A	
19:30	Abendveranstaltung „Biomarkt der Möglichkeiten“	Netzwerk: KUBUS Passwort: BioenergieLeipzig2015

Inhalt

Willkommen 5

Programm 7

Keynote: Neueste Entwicklungen in der Biomassepolitik im Rahmen der Energiewende
Karin Freier

Abstracts 15

Forum 1: BioWärme & KWK 15

ToxOAb – Entwicklung eines Probenahmesystems zur Extraktion von Stäuben aus Abgasen von Holzfeuerungen zur anschließenden toxikologischen Untersuchung
Daniel Büchner, Tobias Ulbricht, Lisa Unterberg 16

IntElekt – Entwicklung des elektrostatischen Staubabscheidesystems für Biomassefeuerungen – Start der Kleinserie
Alexander Berhardt, Bodo Groß 18

Einsatz von Nachrüstmodulen an Kaminöfen zur Effizienzsteigerung und Emissionsminderung
Mirjam Matthes, Ingo Hartmann 20

Carola – Elektrostatischer Feinstpartikelabscheider zur flexiblen Anpassung an Biomassekessel
Hanns-Rudolf Paur, Andrei Bologa, Martin Ecker, Hanns P. Rheinheimer 22

Mikro-KWK mit einem biomassebetriebenen Stirlingmotor auf Basis einer stationären Wirbelschichtfeuerung
Dominik Müller, Jürgen Karl 24

Fluhke – Flugstromvergasung von hydrothermal karbonisierter Biomasse
Ludwig Briesemeister, Sebastian Fendt, Tobias Wittmann, Matthias Gaderer, Hartmut Spliethoff 26

Fuelband – Simulation und experimentelle Untersuchung der Verschlackungsneigung biomassegefeuerter Brennkammern
Thomas Plankenbühler, Jürgen Karl 28

Kosteneffizienz der HTC-Kohlenutzung zur Wärmebereitstellung
Martin Zeymer, Andreas Clemens, Kathleen Meisel, Franziska Müller-Langer 30

Forum 2: Biogas 33

EFFIGEST - Prozesskette zur Effizienzsteigerung bei der Vergärung von Geflügelmist unter Nutzung modifizierter Strohfraktionen
Björn Schwarz, Burkhardt Faßauer 34

SPURENELEMENTE - Emissionsminderung durch Spurenelemente in Abfallbiogasanlagen
Michael Dittrich-Zechendorf, Franziska Schäfer, heike Sträuber, Michael Tietze, Matthias Leiker, Jürgen Pröter 36

Elektrooptische on-line Bestimmung der Zellvitalität in Biogasprozessen
Erich Kielhorn, Alexander Angersbach, Jörn Beheim-Schwarzbach, Johanna Koserske, Emma Ritzi, Torsten Unmack, Boris Habermann, Peter Neubauer, Stefan Junne 38

Inhalt

AsH2Gas – Mikrobiologische Methanisierung von Gasen aus der thermochemischen Vergasung von biogenen Roh- und Reststoffen
Yvonne Gmach, Matthias Kohlmayer, Robert Huber, Jürgen Karl, Andreas Hornung, Raimund Brotsack **40**

Acidestion - Modifizierte VFA (Fettsäure)-Silierung zur Steuerung einer bedarfsorientierten Biogasproduktion
Markus Dahmen, Katharina Kasper, Isabel Kuperjans, Martin Pieper, Christian Rieke, Thorsten Selmer **42**

REPOWERING - Maßnahmen zur Effizienzsteigerung für den vorhandenen Anlagenbestand
Joachim Krassowski **44**

Flex 75 – Regelenergiemarkt für kleine Gülleanlagen
Rolf Jung, Andreas Weger **46**

Forum 3: Flexible Bioenergie **49**

Optflex Biogas – Flexibilisierungsstrategien für den Biogasanlagenbestand
Markus Lauer, Tobias Romberg, Martin Dotzauer, Christiane Hennig, Eva Nebel, Jan Postel, Alexander Krautz, Monique Lehmann **50**

BioStrom – Steuerbare Stromerzeugung mit Biogasanlage
Katharina Bär, Georg Häring, Matthias Sonnleitner, Wilfried Zörner **52**

BioPower2Gas – Flexibilisierung am Beispiel Bioenergiedorf Jühnde 2.0
Dirk Filzek, Peter Ritter, Lars Nicklaus **54**

Hochtemperaturspeicher zur flexiblen Stromerzeugung in Biomasse-HKW
Matthias Stark, Matthias Sonnleitner, Wilfried Zörner **56**

FlexHKW - Flexibilisierung von Biomasse-Heizkraftwerken
Uwe Hoffstede, Bernd Krautkremer **58**

RegioBalance – Flexible Bioenergie als regionale Ausgleichsoption in Stromverteilernetzen – Ein Ansatz zur ökonomischen Bewertung
Marcus Trommler, Tino Barchmann, Martin Dotzauer **60**

Biomasse als Flexibilitätsoption am Elektrizitätsmarkt
Benjamin Fleischer, Ludger Eltrop, Marlies Härdtlein **62**

Postergalerie **65**

Kontakt **70**

Impressum **71**

Ein herzliches Willkommen

zur 6. Statuskonferenz des Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“

Die 6. Statuskonferenz des BMWi-Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“ präsentiert mit Ideenwerkstatt, Bioenergie-Foren und Poster Slam die neusten Entwicklungen in der Bioenergieforschung.

Vom 11. – 12.11.2015 veranstaltet das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) finanzierte Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“ seine 6. Statuskonferenz und lädt unter dem Motto „Bioenergie – Mehr als eine sichere Reserve?!“ Bioenergieexperten aus dem Programm und darüber hinaus zum zweitägigen fachlichen Austausch nach Leipzig. Im Fokus der Konferenz stehen vielversprechende Entwicklungen für den Einsatz zukünftiger, optimierter Bioenergietechnologien. Hierzu zählen schlüssige Konzepte, die zur Energieeffizienz, Versorgungssicherheit, sowie Umweltverträglichkeit beitragen und zusätzliche System- und Marktlösungen anbieten, beispielsweise im Bereich der Flexibilisierung der Strom- und Wärmenetze und Bioökonomie.

Ganz neu dieses Jahr: Ideenwerkstatt Bioenergie

In der Ideenwerkstatt Bioenergie können die Teilnehmer ihre Fachexpertise in verschiedenen Ideenräumen (Wärme, KWK / Strom, PTX / Netze und Speicher) einbringen, Fragen aufwerfen und neue Ideen entwickeln. Besprochen werden der künftige Forschungsbedarf sowie Ansätze für mögliche Projekte. Ferner sollen Kriterien für die Bewertung der Umwelteffizienz von Bioenergietechnologien im Förderprogramm weiterentwickelt werden.

Wir laden Sie herzlich ein, sich an einem intensiven und fachlich dezidierten Erfahrungs- und Ideenaustausch zu beteiligen. Wir hoffen, dass die vielfältigen Möglichkeiten der Bioenergie-Technologien und deren Bedeutung für die Energiewende deutlich sichtbar werden.

Eine erfolgreiche Konferenz wünscht die Programmbegleitung des Förderprogramms!

In Vorbereitung

Special Issue des Journals "Chemical Engineering Technology"

Im Nachgang der Konferenz besteht für Autoren mit eingereichten Abstracts die Möglichkeit, ein Paper (auf Englisch) in folgendem Special Issue des Journals "Chemical Engineering Technology" (CET) einzureichen:

"Biomass energy use":
Bioenergy – More Than a Secure Reserve in the Future Energy Mix?!
6th Bioenergy Conference of the Funding Programme "Biomass energy use"

Die Abgabefrist für das Paper ist der **31.03.2016**.

Weitere Infos:
www.energetische-biomassenutzung.de/de/veranstaltungen/statustreffen/6-statuskonferenz/beitraege-vorlagen.html

Einreichung unter CET:
onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/%28ISSN%291521-4125

Chemical & Engineering Technology

Foto: Rainer Sturm_pixelio.de

Netzwerk: KUBUS
Passwort:
BioenergieLeipzig2015

Programm

1. Tag - 11. November 2015

09:30	**Pressegespräch** mit Dr. Bernhard Dreher (BMWi), Prof. Dr. Daniela Thrän (DBFZ / UFZ / Universität Leipzig), Heike Neumann (Projektträger Jülich), Daniel Hegele (Hoval GmbH), Ulrich Schmack (MicrobEnergy GmbH / Viessmann Group)	Zi. 219, 1. OG
ab 10:00	Einlass und Registrierung	Foyer
10:45	**Eröffnung & Begrüßung** Moderation durch das Programm: Marija C. Bakker (freie Autorin und Moderatorin für Radio und Fernsehen)	Saal 1 AB
	Impulsvorträge im Plenum	Saal 1 AB
11:00	Neueste Entwicklungen in der Biomassepolitik im Rahmen der Bioenergiewende Dr. Karin Freier (BMWi)	
11:20	Der Beitrag des BMWi-Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“ zur künftigen Bioenergienutzung Prof. Dr. Daniela Thrän (DBFZ / UFZ / Universität Leipzig)	
11:40	Umsetzung der Energiewende - elektrifizierend und innovativ Norman Gerhardt (Fraunhofer IWES)	
12:00	**Nachgefragt und diskutiert - Podiumsdiskussion** **„Bioenergie – Mehr als eine sichere Reserve?!“** Moderation: Marija C. Bakker	Saal 1 AB

Es diskutieren:

- Dr. Ruth Delzeit (Universität Kiel, Institut für Weltwirtschaft)
- Dr. Karin Freier (BMWi)
- Norman Gerhardt (Fraunhofer IWES)
- Prof. Dr. Daniela Thrän (DBFZ / UFZ / Universität Leipzig)
- Alexander Krautz (Next Kraftwerke GmbH)
- Ulrich Schmack (MicrobEnergy GmbH / Viessmann Group)

Foyer

14:30 **Neue Köpfe, neue Ideen:**
Neue Vorhaben im Förderprogramm stellen sich vor: Saal 1 AB

I Sauber verbrennen - Demonstration von emissionsarmen Biomasse-Feuerungsanlagen

03KB093 – LEVS – Low-Emission-Verbrennungssystem für die Verbrennung von festen Brennstoffen in Vergaserkesseln
Dr. Mohammad Aleysa (Fraunhofer IBP)

03KB095 – IntEleKt – Integrierter Elektrofilter im Kleinserientest
Dr. Bodo Groß (IZES)

03KB096 – SCR-Filter – Demonstration von Verfahren zur kombinierten Reduktion von Stickoxiden und Feinstaub an Biomassefeuerungen
Mario König (DBFZ)

03KB099 – CLEANPELLET – Entwicklung eines Verfahrens für die Erzeugung emissionsarm verbrennbarer Gärrestpellets zur Nutzung als Brennstoff für Haus- und Kleinfeuerungsanlagen
Olaf Scheithauer (Fraunhofer IKTS)

II Effizienz bei Biogasanlagen steigern - Emissionsminderung, Kostensenkung und Optimierung der Biogasaufbereitung & Prozessmesstechnik

03KB094 – ManBio – Entwicklung von technischen Maßnahmen zur Verbesserung des Gasmanagements von Biogasanlagen
Mathias Stur (DBFZ)

03KB100 – FermKomp – Abgestimmte Effizienzsteigerung und Emissionsminderung der Feststofffermentation mit nachfolgender Kompostierung
Torsten Reinelt (DBFZ)

03KB105 – Bio-OPTI – Optimierung der Biogasausbeute durch effiziente Erfassung und Vergärung von Küchenabfällen in Deutschland
Thomas Raussen (Witzenhausen-Institut)

03KB106 – ELIRAS – Entwicklung eines Leitfadens zur Auswahl von standortspezifisch angepassten Rühr- und Substratauschlussverfahren für Biogasanlagen
Dr. Jürgen Pröter (DBFZ)

III Flexible und regelbare Biogasherstellung

03KB101 – FlexFeed – Flexibilisierte Fütterung in Biogasprozessen mit Modell-basierter Prozesserkennung im Praxismaßstab
Dr. Stefan Junne (Technische Universität Berlin)

03KB102 – FlexFuture – Integration von Biogasanlagen in Netze mit hohem Anteil fluktuierender Stromerzeuger - Wissenschaftliche Untersuchung der steuerbaren Stromerzeugung
Matthias Sonnleitner (Technische Hochschule Ingolstadt)

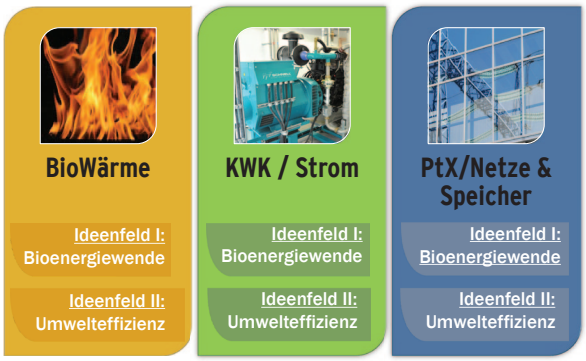
IV Optimierung der Biomethan-Erzeugung

03KB097 – Ash-to-Gas – Mikrobielle Biomethan-Erzeugung mit Wasserstoff aus der thermischen Vergasung von Biomasse mit Nährstoffen aus Vergasungsrückständen
Martin Wolff (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

03KB098 – SuRIOx – Verfahrensentwicklung und Erprobung für In-Situ regenerierbare Adsoberschäume zur Entfernung von Schwefelwasserstoff aus Biogas und Gewinnung von Schwefel
Dr. Uwe Gaitzsch (Fraunhofer IFAM)

03KB104 – BGA-IL – Biogasaufbereitung mit ionischen Flüssigkeiten
Felix Ortloff (Karlsruher Institut für Technologie KIT)

15:30 **Einführung Ideenwerkstatt Bioenergie** Saal 1 AB
Diskutieren Sie in folgenden Ideenräumen!
Ihr Kopf und Ihre Expertise sind gefragt!



Saal 1 AB Saal 1 CD Saal 1 AB

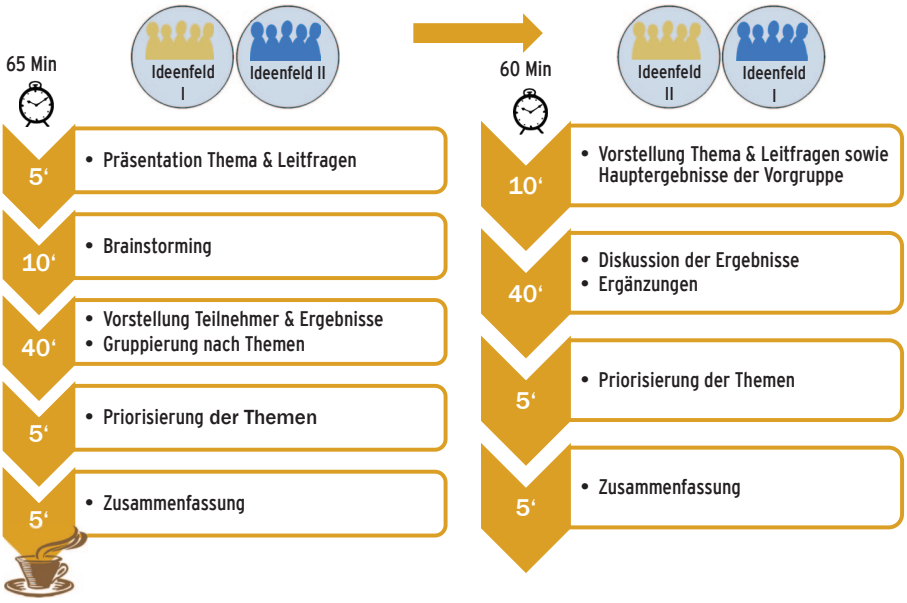
Programm

1. Tag - 11. November 2015

16:15 **Ideenwerkstatt Bioenergie**

In der Ideenwerkstatt Bioenergie können die Teilnehmer ihre Fachexpertise in verschiedenen Ideenräumen zu bestimmten Fragestellungen einbringen, Fragen aufwerfen und neue Ideen entwickeln.

Das Vorgehen:



Ziel:
Die Ergebnisse sollen zum einen den künftigen Forschungsbedarf und Hemmnisse aufzeigen und zum anderen Ansätze für neue Projektideen hervorbringen. Für den Fördergeber sollen Handlungsempfehlungen bereitgestellt werden. Ferner werde Kriterien für die Bewertung der Umwelteffizienz von Bioenergietechnologien im Förderprogramm weiterentwickelt.

18:30 **Ende 1. Tag**

19:30 **Abendveranstaltung & Netzwerktreffen „Biomarkt der Möglichkeiten“**
im Salles de Pologne im ehemaligen Hotel de Pologne (Barocksaal)
Hainstraße 18, 04109 Leipzig

ÖVPN:
Straßenbahnhaltestelle „Goerdelerring“, erreichbar mit den Linien: 1, 3, 4, 7, 9, 12, 13 ,14 ,15

Programm: Poster Slam „BioenergieLeuchten 2015“ - Bühne frei für die Wissenschaft

23:00 Ausklang

Programm

2. Tag - 12. November 2015

09:00 **Begrüßung** Saal 1 AB
Prof. Daniela Thrän (DBFZ / UFZ / Universität Leipzig)

09:15 **Impulsvortrag** Saal 1 AB
Nachhaltige Entwicklung im Kontext der Bioökonomie
Dr. Ruth Delzeit (Universität Kiel, Institut für Weltwirtschaft)

09:45 **Resümee aus der Ideenwerkstatt** Saal 1 AB
Moderatoren der Ideenräume

10:45 **Kaffeepause**

11:15 **Block I: Bioenergie-Foren**
(á 20 min Vortrag & 10 min Diskussion)

Vorträge zu folgenden Themen:

BioWärme & KWK Saal 1 CD
Forenleiter:
Prof. Dr. Matthias Gaderer (Technische Universität München)
Dr. Volker Lenz (DBFZ)

- ToxOAb – Entwicklung eines Probenahmesystems zur Extraktion von Stäuben aus Abgasen von Holzfeuerungen zur anschließenden toxikologischen Untersuchung
  Daniel Büchner (DBFZ)
- Entwicklung des elektrostatischen Staubabscheidesystems für Biomassefeuerunge – Start der Kleinserie
  Alexander Berhardt (IZES)
- Einsatz von Nachrüstmodulen an Kaminöfen zur Effizienzsteigerung und Emissionsminderung
  Mirjam Matthes, Dr. Ingo Hartmann (DBFZ)
- Carola - Elektrostatischer Feinstpartikelabscheider zur flexiblen Anpassung an Biomassekessel
  Hanns-Rudolf Paur (Karlsruher Institut für Technologie KIT)

Biogas Saal 1 AB
Forenleiter
Dr. Hans Oechsner (Universität Hohenheim)
Dr. Jan Liebetrau (DBFZ)

- EFFIGEST – Prozesskette zur Effizienzsteigerung bei der Vergärung von Geflügelmist unter Nutzung modifizierter Strohfraktionen
  Björn Schwarz (Fraunhofer IKTS)
- Spurenelemente – Emissionsminderung durch Spurenelemente in Abfallbiogasanlagen: Pilotierung, Demonstration und wissenschaftliche Begleitung der Spurenelemente-Zugabe und Ausschleusung im großtechnischen Maßstab
  Michael Dittrich-Zechendorf (DBFZ)
- Elektrooptische on-line Bestimmung der Zellvitalität in Biogasprozessen
  Erich Kielhorn (Technische Universität Berlin)

Programm

2. Tag - 12. November 2015

Flexible Bioenergie Saal 2
Forenleiter:
Dr. Henning Hahn (Fraunhofer IWES)
Prof. Dr. Wilfried Zörner (Technische Hochschule Ingolstadt)

- OptFlex Biogas – Flexibilisierungsstrategien für den Biogasanlagenbestand – Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt
  Markus Lauer (DBFZ)
- BioStrom – Steuerbare Stromerzeugung mit Biogasanlagen
  Matthias Sonnleitner (Technische Hochschule Ingolstadt, Institut für neue Energie-Systeme – InES)
- BioPower2Gas – Flexibilisierung am Beispiel Bioenergiedorf Jühnde 2.0
  Dirk Filzek (CUBE Engineering GmbH)

12:45 **Mittagspause** Foyer

13:30 **Postergalerie**

14:00 **Block II: Bioenergie-Foren**

BioWärme & KWK Saal 1 CD
Forenleiter:
Prof. Dr. Matthias Gaderer (Technische Universität München)
Dr. Volker Lenz (DBFZ)

- Mikro-KWK mit einem biomassebetriebenen Stirlingmotor auf Basis einer stationären Wirbelschichtfeuerung
  Dominik Müller (Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik der Universität Erlangen-Nürnberg)
- Flugstromvergasung von hydrothermal karbonisierter Biomasse
  Ludwig Briesemeister (Technische Universität München, Lehrstuhl für Energiesysteme)
- Simulation und experimentelle Untersuchung der Verschlackungsneigung biomassegefeuerter Brennkammern
  Thomas Plankenbühler (Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik)
- Kosteneffizienz der HTC-Kohlenutzung zur Wärmebereitstellung
  Martin Zeymer (DBFZ)

Programm

2. Tag - 12. November 2015

Biogas Saal 1 AD
Forenleiter:
Dr. Hans Oechsner (Universität Hohenheim)
Dr. Jan Liebetrau (DBFZ)

- AsH2Gas – Mikrobiologische Methanisierung von Gasen aus der thermochemischen Vergasung von biogenen Roh- und Reststoffen
  Yvonne Gmach (MicroPyros GmbH)
- Acidestion – Modifizierte VFA (Fettsäure)-Silierung zur Steuerung einer bedarfsorientierten Biogasproduktion
  Markus Dahmen (FH Aachen)
- REPOWERING – Maßnahmen zur Effizienzsteigerung für den vorhandenen Anlagenbestand
  Joachim Krassowski (Fraunhofer UMSICHT)
- Flex 75 – Regelenergiemarkt für kleine Gülleanlagen
  Rolf Jung (Fraunhofer UMSICHT)

Flexible Bioenergie Saal 2
Forenleiter:
Dr. Henning Hahn (Fraunhofer IWES)
Prof. Dr. Wilfried Zörner (Technische Hochschule Ingolstadt)

- Hochtemperaturspeicher zur flexiblen Stromerzeugung in Biomasse-HKW
  Matthias Stark (Technische Hochschule Ingolstadt, Institut für neue Energie-Systeme - InES)
- FlexHKW – Flexibilisierung von Biomasse-Heizkraftwerken
  Bernd Krautkremer (Fraunhofer IWES)
- Flexible Bioenergie als regionale Ausgleichsoption in Stromverteilernetzen –
  Ein Ansatz zur ökonomischen Bewertung
  Marcus Trommler (DBFZ)
- Biomasse als Flexibilitätsoption am Elektrizitätsmarkt
  Benjamin Fleischer (Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung - IER)

16:00 **Ende der Veranstaltung**

Die Präsentationen sind nach der Konferenz unter unter folgenden Link downloadbar:
www.energetische-biomassenutzung.de/statuskonferenz

Neueste Entwicklungen in der Biomassepolitik im Rahmen der Energiewende

MinR'in Dr. Karin Freier (BMWi, Leiterin des Referats „Erneuerbare Energien Technologien")

Zentrale Energiewendeziele bis 2050 betreffen

- den Klimaschutz (Senkung der Treibhausgasemissionen um 80 bis 95 %),
- den Ausbau erneuerbarer Energien (80 % Anteil am Stromverbrauch, 60 % Anteil am Endenergieverbrauch) und
- die Energieeffizienz (Senkung des Primärenergieverbrauchs um 50 %, Steigerung der Energieproduktivität um 1,6 % p.a. sowie Verdopplung der Sanierungsrate auf 2 % p.a..

Grundsatzentscheidungen der EEG-Reform 2014 sichern den weiteren Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien:

- Marktintegration durch verpflichtende Direktvermarktung mit Förderung mit gleitende Marktprämie als Normalfall der Förderung
- Fokussierung auf die kostengünstigen Technologien Wind und PV hat die bisherige Kostendynamik gebrochen.
- Technologiespezifische Ausbaupfade sichern den EE-Ausbaupfad.
- Mengensteuerung erfolgt durch „atmenden Deckel": Degression der Förderung in Abhängigkeit von der Zubaugeschwindigkeit.

Im Bereich der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sind wir auf dem Zielkurs

- 2014 EE-Anteil von 27,8 % (Wind 9,1 %, PV 5,6 %; Biomasse 6,9 %)
- Der Strommix wird immer grüner und fluktuierender, das schafft neue Herausforderungen.

Nächster Reformschritt ist die Umstellung der Förderung auf Ausschreibungsverfahren (EEG 2016). Die Grundsatzentscheidungen des EEG 2014 sollen dabei Bestand haben. Ausschreibungen ermöglichen bessere Mengensteuerung als der „atmende Deckel".

Der Referentenentwurf zum EEG 2016 soll bis Jahresende vorliegen. Bereits im Januar 2016 soll die Länder- und Verbändeanhörung stattfinden, im Sommer 2016 sollen die parlamentarischen Beratungen abgeschlossen werden. Erste Ausschreibungsrunden könnten dann bereits Ende 2016 starten.

Erste positive Erfahrungen mit Ausschreibungen im Rahmen des EEG wurden mit der Ausschreibung von PV-Freiflächenanlagen bereits in diesem Jahr gemacht.

Die durch das EEG 2014 gekürzte Förderung für Strom aus Biomasse führt dazu, dass der Ausbaupfad von max. 100 MW (brutto) 2015 nicht erreicht wird und dies auch im kommenden Jahr nicht zu erwarten ist. BMWi prüft deshalb, ob auch Biomassebestandsanlagen, deren EEG-Förderung ausläuft, in die Ausschreibung einbezogen werden können. Fragen zum möglichen Ausschreibungsdesign sind aber noch weitgehend offen.

Abstracts

6. Statuskonferenz

Bioenergie-Foren
2. Tag

BioWärme & KWK

ToxOAb – Probenahmesystem zur Extraktion von Stäuben aus Abgasen von Holzfeuerungen zur anschließenden toxikologischen Untersuchung

Daniel Büchner, Tobias Ulbricht, Lisa Unterberg

Deutsches Biomasseforschungszentrum
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig
Telefon: +49 (0) 341-2434-435
E-Mail: daniel.buechner@dbfz.de

Schlagwörter: Feinstaub, Emissionen, Abscheider, Toxizität

1. Hintergrund

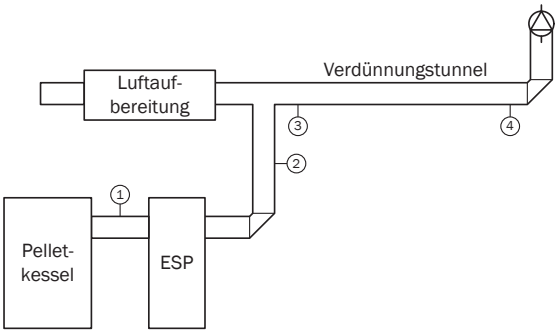
Die Bundesregierung verfolgt in ihrem Energiekonzept das Ziel, den Anteil der erneuerbaren Energien weiter auszubauen.[1] Dabei stellen sich zunehmend neben den Fragen der optimalen Erzeugung und Aufbereitung biogener Energieträger auch die Fragen nach der Umweltverträglichkeit bei deren Nutzung. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Feinstaubemissionen zu nennen. Aufgrund der Emissionsreduzierung im Verkehrssektor wird davon ausgegangen, dass derzeit die Kleinfeuerungsanlagen die größten Emittenten darstellen. Zur Minderung von Feinstaubemissionen aus der Verbrennung biogener Festbrennstoffe kommen verstärkt elektrostatische und katalytische Nachbehandlungssysteme zum Einsatz. Die Auswirkungen dieser Systeme auf das toxikologische Potenzial der verbleibenden Partikel sind derzeit wissenschaftlich noch weitestgehend unklar. Mögliche Gefahren liegen in einer drastischen Verkleinerung der durchschnittlichen Partikelgröße, der Bildung hochtoxischer Sekundäraerosole durch den Abscheideprozess oder der Erhöhung der biologischen Verfügbarkeit von potenziell gesundheitsgefährdenden Komponenten.

2. Forschungsschwerpunkte

Im Vordergrund des Projektes ToxOAb (FKZ: 03KB090A) steht die Entwicklung validierter, gut handhabbarer und für die toxikologische Bewertung von Feinstaub aus Holzfeuerungen geeignete Tests. Für eine umfangreiche toxikologische Bewertung der Feinstaubpartikel werden vergleichsweise große Probemengen von mehreren zehn Milligramm benötigt. Bei modernen Pelletfeuerungen beträgt der Staubgehalt im Rohgas üblicherweise 15 mg/m³ bis 20 mg/m³. Beim Einsatz von Abscheidern sinkt der verbleibende Staubgehalt auf Werte kleiner 5 mg/m³. Für die Probenahme sind deshalb Verfahren mit hohen Sammelraten erforderlich. Im Rahmen des Projektes wurden deshalb unterschiedliche Verfahren zur Extraktion der Partikel aus dem Abgas auf ihre Eignung hin untersucht. Neben dem Probenahmesystem ist es für die Entwicklung eines Standardverfahrens zur Probenahme erforderlich, den Einfluss verschiedener Randbedingungen zu untersuchen.

3. Experimentelle Untersuchungen

Für die experimentellen Untersuchungen des Einflusses der Parameter während der Probenahme wurde der in Abbildung 1 dargestellte Versuchsaufbau verwendet. Als Feuerung kam ein marktüblicher Pelletkessel mit einer Nennleistung von 50 kW zum Einsatz. Das heiße Abgas wird durch einen elektrostatischen Abscheider geleitet. Zwischen dem Abscheider und dem Ver-



Nr.	Entfernung
1	0,8 m
2	7,0 m
3	9,7 m
4	16,9 m

Abbildung 1: Versuchsaufbau am DBFZ mit den verwendeten Messstellen (ESP electrostatic precipitator)

1 Mehr aus Energie machen: Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE). In: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWI) (Hrsg.) (2014).

dünnungstunnel befindet sich eine senkrechte Abgasmessstrecke mit zusätzlichen Messöffnungen zur Messung der Abgaszusammensetzung. Am Eingang in den Verdünnungstunnel wird das Abgas des Kessels mit einem gereinigten und klimatisierten Luftstrom verdünnt. Die Messungen erfolgten parallel mit zwei bauähnlichen Partikelzählern (SMPS und OPC[2]) verschiedener Hersteller. Die Entfernungen der einzelnen Messstellen vom Kesselausgang sind in Abbildung 1 aufgelistet.

4. Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt den Einfluss des Abscheiders auf die Verteilung der Partikelgrößen. Beim ausgeschalteten Abscheider erfolgt eine kontinuierliche Reduzierung der Partikelanzahl über die Zeit und die Messstellen. Die Lage des Maximums verschiebt sich ebenfalls sehr gleichmäßig hin zu größeren Durchmessern. Wird der Abscheider eingeschaltet, verschiebt sich das Maximum am Ende des Verdünnungstunnels zu kleineren Durchmessern. Auffällig ist, dass die maximalen Anzahlen in beiden Fällen sehr ähnlich sind, obgleich die gesamte Partikelanzahl bei aktivem Abscheider um etwa 20 % unter der bei inaktivem Abscheider liegt. In der verbleibenden Projektlaufzeit soll der Einfluss dieser Unterschiede auf die Toxizität der Feinstäube untersucht werden.

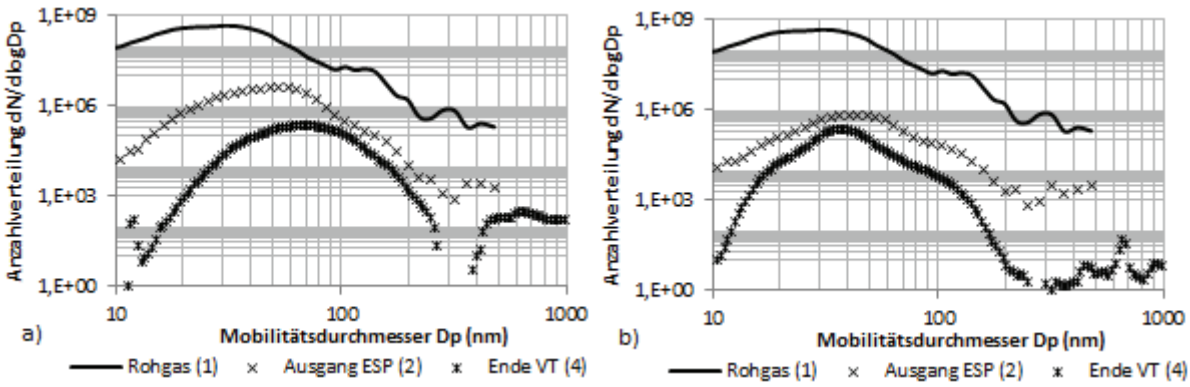


Abbildung 2: Verteilung des Mobilitätsdurchmessers bei ausgeschaltetem (a)) und eingeschaltetem (b)) Abscheider (VT – Verdünnungstunnel)

2 SMPS scanning mobility particle sizer, OPC optical particle counter

IntElekt – Entwicklung des elektrostatischen Staubabscheidesystems für Biomassefeuerungen der IZES gGmbH: Start der Kleinserie

Alexander Berhardt, Bodo Groß

IZES gGmbH
Altenkesseler Straße 17a1, 66115 Saarbrücken
Telefon: +49 (0) 681 9762 861
E-Mail: berhardt@izes.de

Schlagwörter: Biomassekessel, Elektrostatische Staubabscheidung, Integrierte Systeme, Feldtest

Die IZES gGmbH befasst sich, aufgrund der Neufassung der 1. BImSchV vom 22. März 2011, seit einigen Jahren mit dem Thema der Emissionsminderung bei kleinen Biomasseheizkesseln durch den Einsatz geeigneter elektrostatischer Staubabscheidesysteme. Anknüpfend an das im August 2014 erfolgreich abgeschlossene OPTIDUST Projekt, indem ein elektrisches Staubabscheidesystem für zwei Test-Biomassekessel entwickelt und erforscht wurde, wird dieses System derzeit in Zusammenarbeit mit der HOVAL AG in einen Kleinserientest überführt. Das innerhalb des Programms „Energetische Biomassenutzung“ geförderte IntEleKt-Projekt (Integrierter Elektrofilter im Kleinserientest), soll vor allem die Systemeigenschaften „Langzeittauglichkeit, Massentauglichkeit und Breiten- bzw. Nutzertauglichkeit“ nachweisen bzw. herstellen, sodass Mitte 2017 ein marktreifes Produkt verfügbar ist.

Das Herzstück des Filtersystems bildet auf der Hochspannungsseite der Elektrostatischer Filter Controller (kurz: EFC). Dieser realisiert einerseits die Bereitstellung der benötigten Hochspannung und andererseits die mit einem intelligenten Algorithmus arbeitende Regelung des Elektrofilters. Unter Einbeziehung eigener, sowie ausgewählter Messwerte des Kessels wird der aktuelle Betriebszustand ausgewertet und die Betriebsführung des Elektrofilters darauf optimal angepasst. 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 Elektrofilter durchgeführt wird.

Abbildung 1: Kontrolleinheit des E-Filters

Ein Projekt des Förderprogramms
„Energetische Biomassenutzung“

Die zweite Kernkomponente wird durch die Filterstrecke dargestellt. Diese kann entweder bei entsprechender Platzverfügbarkeit im Kessel direkt integriert werden oder als adaptive Lösung ausgeführt werden. Als adaptive Lösung wird die eigens entwickelte und in mehreren Größen ausgeführte Filterbox entweder als dann Kesselbestandteil direkt in den Abgasweg des Kessels (zwischen letztem Kesselzug und Saugzuggebläse) integriert oder nachgeschaltet in den Abgasweg installiert. Mit bereits ersten Ergebnissen der Heizperiode 2014/2015, werden innerhalb der Kleinserie bis Ende 2015 insgesamt 16 Kesselanlagen mit einer prototypischen Vorserie des IZES Elektrofilters ausgerüstet.

Die aus den Feldtestphasen stetig erhaltenen Daten und Erfahrungen werden evaluiert und zur Identifikation der notwendigen Optimierungsmaßnahmen genutzt. So wurden beispielsweise aus der ersten Testphase in der Heizperiode 2014/2015 Optimierungsmaßnahmen zur selbstsicheren Betriebsführung, elektromagnetischen Verträglichkeit und der (möglichst flexiblen) Integrationsfähigkeit des Elektrofilters in bestehende Heizanlangen in den Tests festgestellt, konzeptioniert und umgesetzt, sodass die Neuerungen in der nächsten Heizperiode 2015/2016 getestet werden können. Das Spektrum der Kesselsysteme erstreckt sich dabei über die verschiedenen Kesseltypen „Holhackschnitzel-, Pellet- und Stückholzkessel“ mit einer Nennwärmeleistung von derzeit bis zu 160 kW.

Abbildung 2: Testanlage 160 kW_{th} Pelletkessel mit Single EFC

Einsatz von Nachrüstmodulen an Kaminöfen zur Effizienzsteigerung und Emissionsminderung

Mirjam Matthes, Ingo Hartmann

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig
Telefon: +49 (0) 341-2434-473
E-Mail: Mirjam.Matthes@dbfz.de

Schlagwörter: Biomassekessel, Elektrostatische Staubabscheidung, Integrierte Systeme, Feldtest

Die etwa 14 Millionen Einzelraumfeuerungen in Deutschland haben einen wesentlichen Anteil an der Freisetzung von unvollständig umgesetzten Verbrennungsgasen wie CO und VOC als auch Staub. Da ein Austausch aller betriebenen Feuerungen mit hohem Schadstoffausstoß kurzfristig schwer möglich ist, kann die Integration von Nachrüstlösungen eine zeitnahe Verbesserung des Anlagenbetriebs in Bezug auf die Emissionen und den Wirkungsgrad ermöglichen. Im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsprojektes wurden der Einsatz und die Wirksamkeit von Nachrüstmodulen an Kaminöfen untersucht. Zielsetzung war die wesentliche Reduzierung der Emissionen von unvollständig umgesetzten Abgasbestandteilen CO, VOC und Staub sowie die Erhöhung des Wirkungsgrades durch eine bessere Wärmeausnutzung.

Als Zielwerte wurden Konzentrationen von CO < 400 mg/m³, VOC (Org.-C) < 50 mg/m³, Staub < 30 mg/m³ und ein Wirkungsgrad > 75 % oder alternativ eine mind. 50 %-ige Minderung der Schadstoffkonzentrationen gesetzt. Die für das Projekt konzipierte Nachrüstlösung bestand im Wesentlichen aus drei Komponenten: einem Wärmeübertrager, einer Sicherheitseinrichtung für die störungsfreie Abgasabführung sowie einem Katalysator inklusive Beheizung. Die Nachrüstlösung wurde mit drei verschiedenen Baumarktkaminöfen getestet, um den Anlageneinfluss sowie eine anlagenunspezifische Einsetzbarkeit zu demonstrieren. Die Charakterisierung des Referenzbetriebes der ausgewählten Kaminöfen als auch die Wirksamkeit der untersuchten Maßnahmen wurde anhand von Prüfstanduntersuchungen vorgenommen, wobei Zustandsparameter wie Temperatur und Druck als auch die Abgaszusammensetzung analysiert wurde. Im Projekt wurden zwei verschiedene Wärmeübertrager untersucht: ein Rippenrohr und ein durchströmtes Rohr. Die Abgasableitung wurde durch Einsatz eines Rauchsaugers und eines Bypasses sichergestellt. Als Katalysator wurden sowohl kommerziell erhältliche Produkte getestet als auch eine eigene Entwicklung auf Basis eines Metallschaumes als Trägermaterial vorgenommen. Schäume sind als Katalysatorträger aufgrund der damit erreichbaren Druckverluste und auch der geförderten Gasvermischung vielversprechend.

In den Untersuchungen wurde gezeigt, dass eine deutliche Verbesserung bezüglich der Schadstoffemissionen als auch der Wärmeausnutzung möglich ist. Bei dem Referenzbetrieb der einfachen Baumarktkaminöfen ohne nachgerüstete Maßnahmen treten sehr hohe CO-, VOC- und Staubkonzentrationen auf, welche durch die Brennstoff- und Luftzufuhr und damit den Nutzer stark beeinflusst werden können. Durch Integration einer Wärmeübertragerstrecke im Anschluss an die Feuerungsanlage wurde der Wirkungsgrad je nach Versuchsaufbau um etwa 5 bis hin zu 19 % gesteigert und auch ein feuerungstechnischer Wirkungsgrad > 75 % erreicht.

Mit dem Einsatz kommerzieller Katalysatoren konnten die CO-, Org.-C- und Staubkonzentration über 50 % reduziert werden. Für CO wurden Konzentrationen unter 20 mg/m³ erreicht, für Org.-C < 100 mg/m³ und für Staub eine Absenkung bis hin zu ca. 30 mg/m³. Durch die Katalysatorbeheizung mittels einer Glühkerze sowie eines Heizwendels konnte die Reduzierung von Org.-C zum Teil noch weiter gesteigert werden. Bei Integration in einer entsprechenden Temperaturzone kann mittels einer Beheizung auch ein Rußabbrand induziert werden.

Die Oxidation der unvollständig umgesetzten Kohlenstoffverbindungen ergibt eine zusätzliche Wirkungsgraderhöhung von 2 – 3 %. Mit dem Metallschaumkatalysator, welcher im Rahmen des Projektes entwickelt wurde, konnten im Vergleich zu den kommerziellen Produkten bisher nicht so hohe Umsatzgrade erreicht werden, jedoch konnte eine gute Aktivität für die CO-Oxidation nachgewiesen werden. Der bisherige Entwicklungsstand erfordert aber noch eine Weiterentwicklung bis hin zur wirksamen Einsetzbarkeit im Abgas von Feuerungsanlagen. Sowohl für Org.-C als auch für Staub ist auch bei Nutzung der kommerziell erhältlichen Katalysatoren noch eine weitere Steigerung der Reduzierungsgrade wünschenswert. Einfache Konstruktionen, die eine fliehkraftbasierte oder filternde Staubabscheidung ermöglichen, werden als vielversprechend angesehen. Zur praktischen Einsetzbarkeit an häuslichen Anlagen ist eine Weiterentwicklung hin zum kommerziellen Produkt noch erforderlich sowie die Absolvierung notwendiger Zulassungsverfahren und -prüfungen für den Einsatz der Aggregate.

Ein weiteres Modul für den Einsatz an einer realen Anlage ist bereits im Rahmen einer Kooperation mit der Fa. Oberland Mangold entstanden und wird auf dem Prüfstand getestet. Das DBFZ wird die Untersuchungen in Kooperation mit Praxispartnern weiter vorantreiben und insbesondere die Erforschung und Entwicklung von Katalysatoren für häusliche Holzfeuerungsanlagen im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Katalytische Emissionsminderung“ weiter durchführen. Zur Umsetzung und Weiterentwicklung vielfältiger Emissionsminderungsmaßnahmen ist es notwendig, die Marktchancen für emissionsarme Einzelraumfeuerungen durch Schaffung von Anreizen (gesetzliche Vorgaben, bessere Überwachung, gezielte Förderung) zu verbessern.

Carola - Elektrostatischer Feinstpartikelabscheider zur flexiblen Anpassung an Biomassekessel

Hanns-Rudolf Paur[1], Andrei Bologa[1], Martin Ecker[3], Hanns P. Rheinheimer[2]

[1] Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Technische Chemie
Herrmann-von-Helmholtz-Platz 1, D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Telefon: +49 (0) 721 608 23029
E-Mail: paur@kit.edu

[2] CCA-Carola Clean Air GmbH
[3] TDG-Bavaria GmbH

Schlagwörter: Biomasse, Verbrennung, Feinstaub, Abscheider, Filter, Hackschnitzel, Pellet, Scheitholz

Hintergrundlagen
Moderne holzgefeuerte Heizkessel erreichen bei optimalen Verbrennungsbedingungen an Prüfständen hohe Wirkungsgrade und vergleichsweise niedrige Emissionen. Aktuelle Erhebungen zeigen jedoch, dass zahlreiche Biomassekessel bei Vorort-Messungen den nach 1.BImSchV-Stufe 2 geforderten Staubgrenzwert überschreiten. Da bei modernen Kesselanlagen die feuerungstechnischen Maßnahmen weitgehend ausgeschöpft sind, besteht ein dringender Bedarf an kosteneffizienten, sekundären Minderungstechnologien für Bestandsanlagen und Neuanlagen, die unter Feldbedingungen die Einhaltung der geforderten Grenzwerte gewährleisten.

Forschungsschwerpunkte
Im Carola®-Abscheider werden die Feinstpartikel im Abgas des Kessels mittels Corona-Entladung aufgeladen und auf Edelstahlbürsten abgeschieden. Die Edelstahlbürsten werden periodisch durch Drehen über eine Abstreifkante trocken gereinigt und die agglomerierten Partikel werden im Aschekasten gesammelt. Der Abscheider zeichnet sich durch hohe Abscheidegrade, geringe elektrische Leistungsaufnahme, niedrigen Druckverlust und hohe Betriebssicherheit aus.

Abbildung 1: Langzeittest des Carola®-Abscheider am Teststand in Karlsruhe

Ein Projekt des Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“

Ergebnisse
In Vorversuchen mit ersten Testgeräten wurde zunächst die Auslegung der industriellen Carola Abscheider erarbeitet. An Prüfständen in Massing und in Karlsruhe wurden die Prototypen des Abscheiders im Dauerbetrieb über 2500 h getestet. Bei wechselnden Kessellasten und unterschiedlichen Brennstoffqualitäten wurden umfangreiche Betriebserfahrungen erworben und in der Optimierung der Abscheiderkonstruktion berücksichtigt. In wissenschaftlichen Begleitversuchen wurden die Messung der Partikelgrößenverteilung im Größenbereich von 10 – 800 nm am Eintritt und Austritt des Abscheiders in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen charakterisiert. Die Schwermetallgehalte der abgeschiedenen Filterstäube wurden gemessen. Mit einem optimierten Reinigungskonzept wurden ein stabiler Langzeitbetriebetrieb der Abscheider und hohe Abscheidegrade von 70 – 90 % sowie Reingaskonzentrationen unter 20 mg/m^3 erreicht.

Kleinserien der kompakten Carola®-Abscheider im Leistungsbereich 25 – 200 kW wurden daraufhin konstruiert und im Auftrag gefertigt. Mit einem optimal ausgelegten Abscheider wurde ein Feldversuch an einem 100 kW-Hackschnitzelkessel durchgeführt, bei denen der Abscheider ca. 5000 h mit realistischen Lastprofilen betrieben wurde. Zum Ende des Projekts wurde bei einem Pilotkunden ein 200 kW-Kessel mit einem Carola-Abscheider ausgerüstet.

Neben Abscheidern, die dem Kessel nachgeschaltet sind, wurde im zweiten Teil des Projektes ein adaptierter Abscheider entwickelt, der im Gehäuse eines 200 kW-Kessels eingebaut ist. Die Adaption beinhaltet neben der mechanischen Verbindung von Kessel und Abscheider, die Verbindung der Ascheaustragsysteme sowie die Steuerung der Abscheiderfunktionen durch die Kessel-SPS. Die Inbetriebnahme der Gesamtanlage wurde erfolgreich abgeschlossen. Durch die Adaption des Abscheiders können erhebliche Kosteneinsparungen erzielt werden.

Abbildung 2: Feldversuch des Carola®-Abscheiders an einem 100 kW-Hackgutkessel in Massing

Weitere Informationen
www.carola-clean-air.com

Mikro-KWK mit einem biomassebetriebenen Stirlingmotor auf Basis einer stationären Wirbelschichtfeuerung

Dominik Müller, Jürgen Karl

Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik
Fürther Straße 244f, 90429 Nürnberg
Telefon: +49 (0) 911 - 5302-9024
E-Mail: dominik.mueller@fau.de

Schlagwörter: Wirbelschichtfeuerung, KWK, Stirlingmotor, µ-BHKW

Biomassegefeuerte Mikro-KWK-Anlagen könnten einen erheblich höheren Beitrag zur CO_2-Minderung mit biogenen Rohstoffen bieten, als dies mit konventionellen Kleinfeuerungen zur Wärmeerzeugung der Fall wäre. Allerdings sind heute keine entsprechenden Systeme kommerziell verfügbar. Vielversprechende Konzepte scheiterten an der Herausforderung der für eine effiziente Wärmebereitstellung hohen Feuerungstemperaturen.

Abbildung 1: 100 kW Wirbelschichtfeuerung mit Stirlingmotor im Technikum des Lehrstuhls für Energieverfahrenstechnik

Inhomogene Verbrennungstemperaturen und lokale Temperaturspitzen führten bei bisherigen Konzepten vielfach zu Problemen, die sich aus der Zusammensetzung der Asche biogener Brennstoffe ergeben. Diese weisen hohe Anteile an Alkalien - vor allem Kaliumchloride - auf, die auch mit den Hauptproblemen vieler Biomassefeuerungen – Verschlackungen, Korrosion und Agglomerationen – in Zusammenhang stehen. Die Ursachen dafür und Beispiele für das Auftreten dieser Phänomene sind vielfach in der Literatur beschrieben (Kuosa et al. 2007, Gatternig et al. 2010). Für die Feuerungstechnik bedeutet dies, dass das Unterschreiten der Ascheerweichungstemperaturen stets gewährleistet werden muss.

Am Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik wird intensiv an kleinskaligen Kraft-Wärme-Kopplungs-Konzepten basierend auf biogenen Festbrennstoffstoffen gearbeitet (Müller & Karl 2013, Staub et al. 2015). Aufgrund der Zusammensetzung und den typischerweise geringen Ascheschmelztemperaturen dieser Brennstoffe werden die Rostfeuerungen bei Leistungsbereichen bis 50 kW zur Vermeidung von Verschlackungen in der Regel mit hohem Luftüberschuss betrieben. Die daraus resultierenden niedrigen Verbrennungstemperaturen senken dann deutlich die über das Rauchgas bereitstellbare Hochtemperaturwärme für Wärmekraftmaschinen, zum Beispiel für einen Stirlingmotor. Der Einsatz von Wirbelschichtfeuerungen mit dem Stirling-Wärmeübertrager als Tauchheizfläche kühlt dagegen aktiv das Bett der Wirbelschicht und erlaubt Luftzahlen nahe Eins. Dies hat einen deutlich erhöhten Feuerungswirkungsgrad zur Folge und verhindert gleichzeitig die Bildung von Verschlackungen am Wärmeübertrager. Die zuverlässige Unterschreitung von Ascheschmelztemperaturen wird durch moderate Wirbelschichttemperaturen von etwa 800 °C sichergestellt.

Aufgrund der vielversprechenden Vorversuche (Müller & Karl 2015) an der bestehenden 100 kW Wirbelschichtfeuerung (siehe Abbildung 1) wurde am Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik eine besonders kompakte Mikro-Wirbelschichtfeuerung zur Kopplung mit einem 3 kW_{el}-Stirlingmotor entwickelt, aufgebaut und experimentell untersucht. Entwicklungsziel war eine Baumraumgröße, welche den Anforderungen herkömmlicher Heizungskeller gerecht wird, gleichzeitig über eine effektive Entstaubung des Rauchgases verfügt und geringe CO Emissionen gewährleistet. Sie ist ausgelegt für Feuerungsleistungen bis 30 kW und bietet eine wesentlich höhere Brennstoffflexibilität als herkömmlichen Rostfeuerungen. Die Laboranlage erlaubt dabei schnelle Anfahrzeiten, so dass zum einen die Variation der Wirbelschichtparameter möglich ist, aber auch das dynamische Verhalten des Stirlingmotors untersucht werden konnte.

Im Rahmen dieses Konferenzbeitrags sollen neben der ausführlichen Konzeptpräsentation auch die Auslegung der Partikelabscheider mittels CFD-Simulation und die Ergebnisse der Rauchgasemissionsmessungen in Abhängigkeit der Bauraumgröße und der integrierten Luftvorwärmung präsentiert werden. Es zeigt sich, dass mit diesem Konzept die Kohlenmonoxid-Grenzwerte der 1. BImSchV auch für nahstöchiometrische Betriebspunkte problemlos eingehalten werden können und die Bildung von Anbackungen am Wärmeübertrager des Stirlingmotor effektiv vermieden wird (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Wärmeübertrager des Stirlingmotors nach dem Einsatz in einer Biomassefeuerung als Rauchgaswärmeübertrager (links), und nach den Experimenten an der Wirbelschichtfeuerung als Tauchheizfläche (rechts)

Literatur

Kuosa, M.; Kaikko, J.; Koskelainen, L. (2007): The impact of heat exchanger fouling on the optimum operation and mainte-nance of the Stirling engine. Applied Thermal Engineering 27, pp. 1671-1676.

Gatternig, B.; Hohenwarter, U.; Karl, J. (2010): Ascheproblematik in biomassegefeuerten Wirbelschichtanlagen. 11. Symposium Energieinnovation, Graz.

Mueller, D.; Karl, J. (2013): Biomass CHP with Micro-fluidized-bed combustion. 21st European Biomass Conference, Kopenhagen.

Staub, S.; Müller, D.; Karl, J. (2015): HomeORC – Mikro-KWK mit Organic Rankine Cycles. 2. E|Home-Kolloquium, Nürnberg.

Fluhke – Flugstromvergasung von hydrothermal karbonisierter Biomasse

Ludwig Briesemeister[1*], Sebastian Fendt[1], Tobias Wittmann[2], Matthias Gaderer[3], Hartmut Spliethoff[4]

[1] TU München, Lehrstuhl für Energiesysteme
Boltzmannstr. 15, 85748 Garching
Telefon: +49 (0) 89 289 16284
E-Mail: ludwig.briesemeister@tum.de

[2] SCI SunCoal Industries GmbH
Rudolf-Diesel-Str. 15, 14974 Ludwigsfelde
[3] TU München, Regenerative Energiesysteme,
Schulgasse 16, 94315 Straubing
[4] ZAE Bayern
Walther-Meißner-Str. 6, 85748 Garching

Schlagwörter: Flugstromvergasung, Hydrothermale Karbonisierung, HTC, Reststoffe

Die thermochemische Vergasung von Biomasse stellt eine flexible Technologie dar, um sowohl Kraft und Wärme zu erzeugen, als auch z. B. alternative Treibstoffe, SNG etc. herzustellen. Aktuell liegt der Fokus hierbei insbesondere auf der Erschließung von biogenen Reststoffen (Grünschnitt, Restholz, Stroh, etc.), die für die energetische Nutzung bisher wenig zur Anwendung kamen. Der Grund liegt in der Inhomogenität, der hohen Feuchte und damit den schlechten Verbrennungseigenschaften dieser Biomassen. Methoden zur Biomassevorbehandlung bieten die Möglichkeit diese Biomassen so aufzubereiten, dass eine anschließende energetische Nutzung mit bekannten Technologien ermöglicht wird. Ein Beispiel zu Vorbehandlung ist die hydrothermale Karbonisierung (HTC).

In dieser Arbeit wird die Kombination der HTC-Biokohleerzeugung mit der Flugstromvergasung zur Erzeugung eines energiereichen Produktgases für die Verwendung in einem Gasmotor-BHKW untersucht. Im Biomassesektor kommen zumeist die Festbett- oder Wirbelschichtvergasung zum Einsatz, die beide eine höhere Toleranz hinsichtlich der Biomasseaufbereitung bieten, durch vergleichsweise niedrige Prozesstemperaturen jedoch ein Produktgas mit hoher Teerbeladung erzeugen, was zu einem erhöhten Aufwand für die Gasreinigung führt. Gas aus der Flugstromvergasung gilt hingegen als weitgehend teerfrei.

Das Ziel der Arbeit ist es die gesamte Technologiekette von der Biomassebereitstellung, über die Aufbereitung bis zur Vergasung zu untersuchen. Dabei sollen optimale Vorbehandlungsparameter hinsichtlich der Vergasungseigenschaften gefunden werden. Außerdem soll eine geeignete Aufbereitung (Trocknung / Mahlung) des HTC-Produkts definiert werden, so dass die Qualität der HTC-Kohle für die Flugstromvergasung ausreichend ist. Die Biomasse wird von der Firma SunCoal Industries mit einer HTC-Anlage im Technikumsmaßstab in verschiedenen Chargen erzeugt und zur Verfügung gestellt. Es werden unterschiedliche Einsatzstoffe verwendet und dafür jeweils geeignete Prozessparameter (Druck, Temperatur, etc.) aus vorherigen Laborversuchen angewendet.

Ein Projekt des Förderprogramms
„Energetische Biomassenutzung“

Für die Flugstromvergasung wurde am Lehrstuhl für Energiesysteme ein autothermer Flugstromvergaser (100 kW_{th}) entwickelt und in Betrieb genommen. Der Brennraum besteht aus einer mehrschichtigen Ausmauerung und ist für Temperaturen bis 1.500 °C ausgelegt. Der Brennstoff wird mittels einer pneumatischen Dichtstromförderung bei hohen Beladungen von bis zu 50 kg/Nm³ Traggas über einen Drallbrenner eingebracht und mit vorgeheizten Gasen (bis 500 °C) vergast. Als Vergasungsmedium wird Luft bei atmosphärischem Druck verwendet.

Um den Prozess zu untersuchen, werden online wichtige Parameter (Kaltgaswirkungsgrad, Koks-Umsatz, Verluste etc.) berechnet. Eine gekühlte Brennraumkamera ermöglicht es, den Brennstoffeintrag und die Flammenausbildung zu visualisieren. Partikel- und Produktgasproben werden über eine temperierte Lanze nach variierbaren Verweilzeiten aus dem Brennraum abgezogen. Das Produktgas wird mittels online-Gasanalyse sowie einem GC-WLD auf seine Hauptkomponenten untersucht. Die Teeranalyse wird mittels SPA-Probenahme und Auswertung mittels GC-FID realisiert.

Während der Inbetriebnahme des Vergasers und erster Versuchskampagnen zeigte sich, dass insbesondere eine gleichmäßige und stabile Brennstoffzuführung notwendig für einen sinnvollen Vergasungsbetrieb ist. Sowohl die Flammenstabilität, als auch die Produktgasqualität hängen direkt hiervon ab. Nach Optimierung der Brennstoffförderung konnten erste Tests erfolgreich durchgeführt werden.

Vorveröffentlichungen zum Thema

Kremling, M.; Briesemeister, L.; Spliethoff, H.; Gaderer, M.; Fendt, S. (2015): High temperature biomass gasification in an entrained flow reactor – Commissioning and first trials of a 100 kW test facility. 2nd International Conference on Renewable Energy Gas Technology.

Briesemeister, L.; Kremling, M.; Spliethoff, H.; Gaderer, M. (2015): Pneumatic conveying of biocoal from hydrothermal carbonization: An approach for small scale entrained-flow gasification. 2nd International Conference on Renewable Energy Gas Technology.

Fuelband –Simulation und experimentelle Untersuchung der Verschlackungsneigung biomassegefeuerter Brennkammern

Thomas Plankenbühler, Jürgen Karl

Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik
Fürther Straße 244f, 90429 Nürnberg
Telefon: +49 (0) 911 - 5302-9031
E-Mail: thomas.plankenbuehler@fau.de

Schlagwörter: Brennstoffflexibilität, Verschlackungen, Reststoffe

Bei der Verbrennung fester Brennstoffe sind asche-induzierte Vorgänge wie die Verschlackung von Feuerraum und Konvektionsheizflächen eine der häufigsten Ursachen von Anlagenstörungen und -schäden. Gerade der Einsatz biogener Brennstoffe beinhaltet aufgrund niedriger Ascheschmelztemperaturen und oftmals stark schwankender Brennstoffqualität erhebliche Risiken für den sicheren Betrieb von Brennkammern (Gatternig 2015).

Am Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik der Universität Erlangen-Nürnberg (FAU-EVT) wurde dazu im Zuge des Forschungsprojekts „FuelBand“ im Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“, gefördert durch das Deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, ein Modell für die Vorhersage von Ablagerungen in biomassegefeuerten Kraftwerkskesseln entwickelt. Langfristiges Ziel des Vorhabens ist die Erweiterung des Brennstoffbandes von Biomassefeuerungen durch die Erschließung alternativer Brennstoffe wie Landschaftspflegematerial, Industrieresthölzer oder landwirtschaftlicher Reststoffe. Die Rohstoffflexibilität ist dabei essentiell für den klima- und energieeffizienten Betrieb von Biomassekraftwerken und Heizkraftwerken. In der Praxis wird jedoch – vor allem aufgrund der Verschlackungsproblematik – meist auf bewährte Brennstoffe zurückgegriffen. Daher werden im Projekt „FuelBand“ Kennfelder definiert, die es Anlagenbetreibern ermöglichen sollen, das Verschlackungsrisiko alternativer Brennstoffe vorab einzuschätzen und somit das Brennstoffband der Feuerung zu optimieren.

Die dazu benötigte Datenbasis stammt einerseits aus einem am FAU-EVT entwickelten CFD-Modell zur Vorhersage von Verschlackungen in existierenden Biomassekraftwerken. Das Modell beruht auf der Vorstellung, dass mit dem Rauchgas mitgerissene Feinpartikel beim Verglühen Ascheerweichungstemperaturen überschreiten und partiell aufschmelzen. Dadurch bleiben sie mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit bei Oberflächenkontakt haften und bilden Verschlackungen. Die Haftwahrschein-

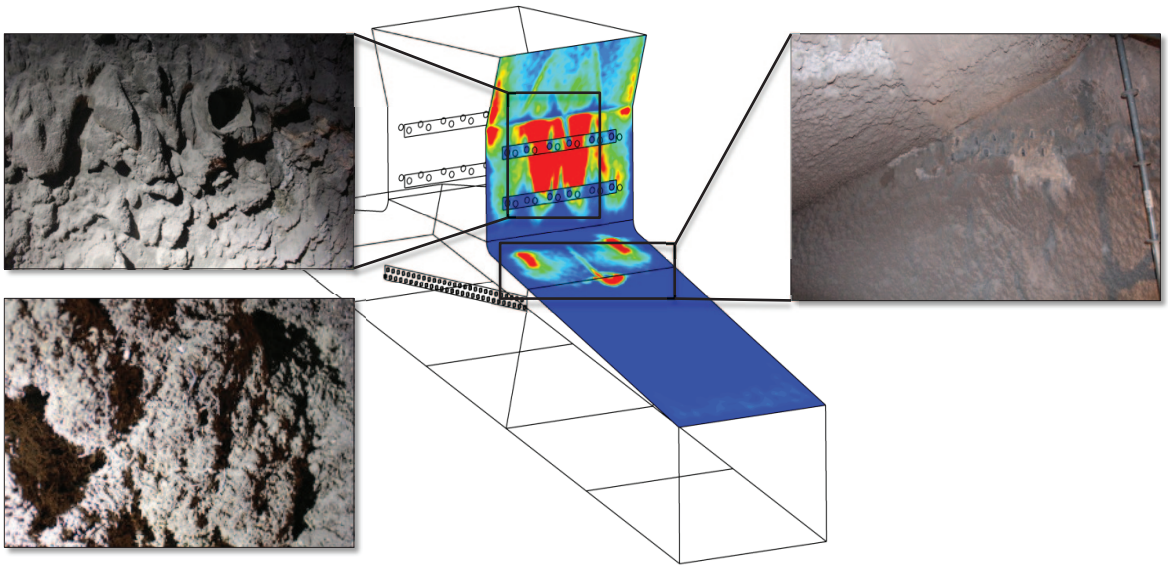


Abbildung 1: Vergleich der Simulationsergebnisse mit den realen Verschlackungen in der in der 25 MW_{th}-Rostfeuerung des Heizkraftwerks Sandreuth, Nürnberg

Ein Projekt des Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“

lichkeit hängt dabei von Wand- und Partikeleigenschaften wie Viskosität und Oberflächenspannung – und damit vor allem von den Partikeltemperaturen – und dem Geschwindigkeitsfeld ab (Walsh et al. 1988). Die entwickelte Simulationsmethode liefert Ergebnisse, die sich mit Betreiber- und Herstellererfahrungen decken und im Zuge von Revisionsarbeiten im Kraftwerk validiert werden konnten (Plankenbühler & Karl 2014).

Weiterhin werden die Modelle am FAU-EVT an einer 100 kW_{th} Laborwirbelschichtfeuerung experimentell überprüft und weiter entwickelt. Dazu werden Verschlackungen an einer gekühlten Messsonde provoziert, so dass der Einfluss verschiedener Parameter – Brennstoffeigenschaften und anlagenspezifischer Größen – gezielt untersucht werden kann. Die Verschlackungen werden nach dem Versuch detailliert untersucht (Abbildung 2). Aus den Ergebnissen von Simulationen und Experimenten werden schließlich Kennfelder zur Beurteilung des Verschlackungsrisikos abgeleitet.

Dieser Tagungsbeitrag gibt einen Überblick über das Simulationsmodell zur Verschlackungsvorhersage am Beispiel der 25 MW_{th} Biomasserostfeuerung der N-ERGIE Kraftwerke GmbH in Nürnberg-Sandreuth und dessen Validierung bei mehreren Kesselbegehungen im Zuge von Revisionsarbeiten. Anschließend wird dargestellt, wie im Laborversuch die Verschlackungsneigung der im Kraftwerk verwendeten Brennstoffe ermittelt wird. Abschließend werden die aus diesen Daten abgeleiteten Kennfelder vorgestellt und erläutert, welche Möglichkeiten sich für Anlagenbetreiber ergeben, alternative Brennstoffressourcen zu erschließen.

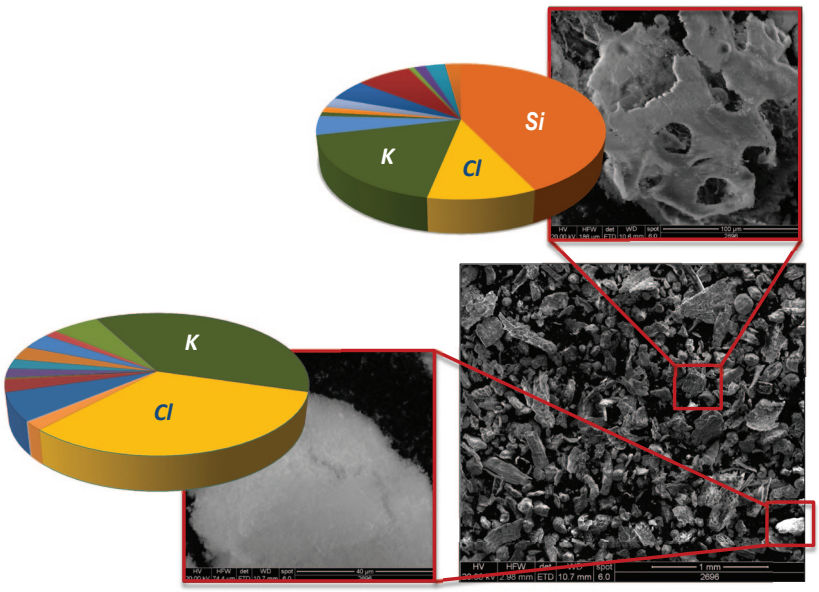


Abbildung 2: Untersuchung von Ablagerungen unter dem Rasterelektronenmikroskop

Literatur

Gatternig, B. (2015): Predicting agglomeration in fluidized beds. Dissertation.

Walsh, P. M.; Sayre, A. N.; Loehden, D.; Beer, J. M.; Sarofim, A. F. (1988): Pilot scale simulation of ash deposition on an isolated convective tube: the effect of temperature on deposit growth. Fall International Symposium Coal. American Flame Research Committee.

Plankenbühler, T; Karl, J. (2014): Numerische Simulation eines biomassegefeuerten Kraftwerkskessels zur Abbildung von Verschlackung. Fachtagung Prozesssimulation in der Energietechnik. Leipzig.

Herstellung von HTC-Kohle aus Grünschnitt und Nutzung im Wärmemarkt – Eine ökologische und ökonomische Bewertung

Martin Zeymer, Andreas Clemens, Kathleen Meisel, Franziska Müller-Langer

Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
Torgauer Str. 116, 04347 Leipzig
Telefon: +49 (0) 341 2434-547
E-Mail: martin.zeymer@dbfz.de

Schlagwörter: Reststoff, Wärme, Wirtschaftlichkeit, LCA, THG-Vermeidungskosten, Kosteneffizienz, HTC

Die stoffliche und energetische Nutzung von Holz stieg in Deutschland in den letzten Jahren kontinuierlich an, so dass ein nachfrageinduzierte Preisanstieg unweigerlich zu beobachten war. Zudem kommt es z. T. schon heute regional zu spürbaren Rohstoffengpässen, die einen rentablen Betrieb von Bioenergieanlagen erschweren. Eine Konzentration auf biogene Reststoffe, die derzeit nicht genutzt oder eher als Abfall behandelt werden, kann hier eine Möglichkeit bieten, kostengünstige Rohstoffpotenziale zu erschließen. Dazu sind jedoch im Vorfeld die Qualitätseigenschaften an eine Nutzung als Brennstoff anzupassen. Als ein mögliches Vorbehandlungsverfahren von Bioabfall und weiterer Reststoffe wurde die hydrothermale Carbonisierung (HTC) von Grünschnitt untersucht, die eine Konversion zu hochwertigen Energieträgern ermöglichen kann. In diesem Zusammenhang wurde ein Konzept erstellt, das aufgrund eines dezentralen Ansatzes auf eine Vielzahl anderer Kommunen übertragbar ist. Als integriertes Verfahren ist es dabei ergänzend zu bisherigen Verwertungslinien für Bioabfall und Grünschnitt einsetzbar.

In Abbildung 1 sind die Wärmegestehungskosten bezogen auf das Jahr 2014 in ihrer Kostenstruktur dar-gestellt. Besonders kostentreibend wirken die hohen Investitionssummen bei dem Einsatz biogener Energieträger in Festbrennstoffkesseln im kleinen Leistungsbereich (30 kW) im Vergleich zu einem Erdgaskessel, der hier die günstigste Option für eine Wärmeversorgung ist. Verursacht u. a. durch das Brennstofflager und die notwendige Fördertechnik, führen hohe Investitionssummen für Festbrennstoffkessel und die notwendige Peripherie gerade bei geringen Jahresvolllaststunden zu erheblich höheren kapitalgebundenen Kosten, was einen wesentlichen Teil der Mehrkosten verursacht. Mit steigender Auslastung bei den 500 kW

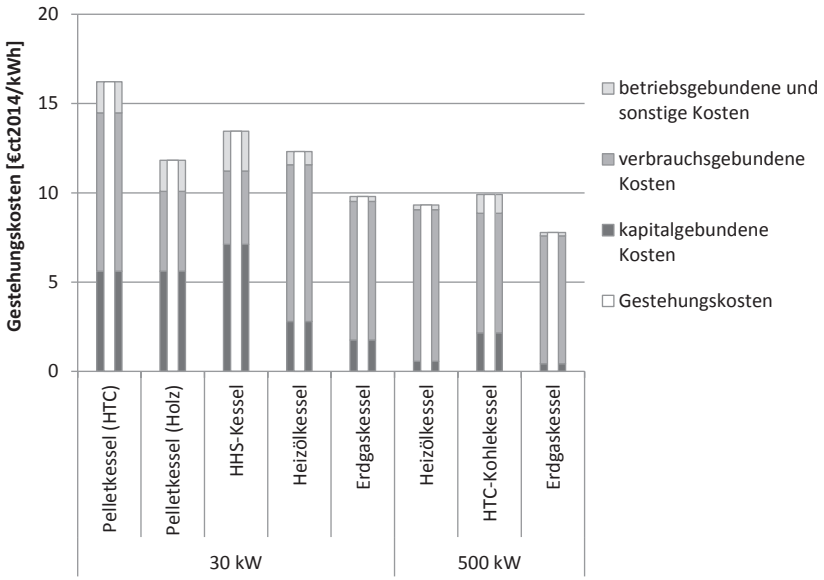


Abbildung 1 Wärmegestehungskosten im Jahr 2014, Eigene Berechnungen.

Ein Projekt des Förderprogramms
„Energetische Biomassenutzung“

Anlagen reduzieren sich die kapitalgebundenen Kosten und damit die Mehrkosten gegenüber den fossilen Referenzsystemen. Gleichzeigt verringern sich die Brennstoffkosten der HTC-Kohle, da auf eine Pelletierung verzichtet werden kann. Zudem wurde bei Berechnung ein Reststoffpreis von 0 €/t Grünschnitt angesetzt. Können darüber hinaus Entsorgungserlöse erzielt werden, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Wärmebereitstellung entscheidend.

Letztlich zeigt die ökonomische Analyse der Konversion von biogenen Restsoffen zu hochwertigen Energieträgern mittels HTC, dass die daraus erzielte Erweiterung des Nutzungsspektrums auch mit einer deutlichen Steigerung der Brennstoffkosten einhergeht. Besonders bei Aufbereitungsverfahren mit hohem Neuigkeitscharakter und dementsprechend hohen Investitionsbedarf und geringerer Verfügbarkeit. Zugleich erhöht eine Kompaktierung der HTC-Kohle für einen besseren Transport die Brennstoffkosten signifikant, weshalb eine Nutzung vor Ort mit wesentlichem Kosten- und THG-Reduktionspotenzial verbunden ist. Bei der Nutzung von HTC-Kohle zur Wärmeerzeugung bietet sich daher aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten Anlagen an, die für den Einsatz von HTC-Kohlenstaub geeignet sind und möglichst hohe Jahresvolllaststunden aufweisen, um den erhöhten Fixkosten gegenüber Heizöl- und Erdgaskesseln auf eine große Wärmemenge zu verteilen.
Derzeit ist HTC-Kohle als biogener Energieträger nur bedingt konkurrenzfähig im Vergleich zu fossilen. Gleichzeitig besteht jedoch erhebliches Entwicklungs- und Kostensenkungspotential der HTC-Anlagen. Weitere wesentliche Faktoren zur Kostenreduktion sind Erhöhung des Durchsatzes und der Jahresvolllaststunden der HTC-Anlagen. Insgesamt ist eine wirtschaftliche Bereitstellung von HTC-Kohlen aus kommunalen, biogenen Reststoffen und deren Nutzung als Brennstoff im Wärmemarkt in Zukunft nicht auszuschließen. Des Weiteren verspricht eine stoffliche Nutzung der HTC-Kohle oder extrahierbarer Stoffe aus den Abwässern ein besseres Ertragspotenzial, sofern die erforderlichen Qualitäten realisierbar sind.

Abstracts

6. Statuskonferenz

Bioenergie-Foren
2. Tag

Biogas

EFFIGEST - Prozesskette zur Effizienzsteigerung bei der Vergärung von Geflügelmist unter Nutzung modifizierter Strohfraktionen

Björn Schwarz, Burkhardt Faßauer

Fraunhofer IKTS
Winterbergstr. 28, 01277 Dresden
Telefon: +49 (0) 351 2553-7745, - 7667
E-Mail: bjoern.schwarz@ikts.fraunhofer.de, burkhardt.fassauer@ikts.fraunhofer.de

Schlagwörter: Biogas, Gärrestbehandlung, Geflügelmist, Stroh, Stickstoff

Das Projekt EFFIGEST widmet sich zwei Stoffgruppen von biogenen Reststoffen, welche einerseits ein sehr hohes Mengenaufkommen und einen relativ hohen Energiegehalt besitzen, aber andererseits als schwer vergärbar gelten (problematische Nährstoffbilanz und Handling). Dass die Vergärung von größeren Anteilen Stroh prinzipiell gut möglich ist, zeigten Untersuchungen des Fraunhofer IKTS bereits 2009 im Pilotmaßstab (Friedrich et al. 2010). Problematisch blieb allerdings die Logistik bei der Beschaffung größerer Strohmengen, aufgrund der geringen Transportwürdigkeit. Bei der Vergärung von Geflügelmist konnte 2008 durch die Firma Rückert Naturgas eine Anlage mit bis zu 70 % Geflügelmistanteil geplant und realisiert werden (Wagner et al. 2009). Jedoch beschäftigt sich Rückert Naturgas bis heute mit der Optimierung der Gärrestbehandlung auf verschiedenen Biogasanlagen, wobei die effiziente Entfernung von Stickstoff nach wie vor ein relevantes Thema ist.

Innerhalb des Projektes EFFIGEST sollte die Vergärung von Stroh und Geflügelmist kombiniert werden, um insbesondere Synergien beim Stickstoffhaushalt zu nutzen. Der Fokus der Entwicklungen lag auf der Einstellung optimaler Mischungsverhältnisse, dem effektiven Wasser- und Nährstoffmanagement sowie der optimalen Reaktordurchmischung. Darüber hinaus sollte gemeinsam mit dem Partner PCM Green Energy ein kombiniertes Aufschluss- und Kompaktierungsverfahren für Stroh entwickelt werden, um sowohl die Transportwürdigkeit als auch die Abbaubarkeit von Stroh zu erhöhen. Für überflüssige organische Reststoffe sollte die Möglichkeit der thermischen Verwertung, insbesondere der Pyrolyse, betrachtet werden.

Bisherige Ergebnisse

Die Pelletierung der untersuchten Strohchargen führte aufgrund der dabei notwendigen Zerkleinerung mittels Hammermühle zu einer deutlichen Verbesserung des Gasertrages (+ 10 bis 20 %) und sowie zu einer Verkürzung der notwendigen Gärdauer. Durch die Zudosierung von Aufschlusschemikalien während der Pelletierung konnten zusätzlich nochmals 10 bis 20 % mehr Biogas erzeugt werden. Die Schüttdichte der Strohpellets lag bei 550 bis 700 kg/m³, wodurch die Transportwürdigkeit deutlich verbessert werden könnte. Diese „Biogaspellets“ zeichnen sich darüber hinaus durch ein sehr gutes Handling (kein Staub, leichtes Beschicken, kein Aufschwimmen und schnelles Auflösen im Fermenter) aus und eigenen sich somit hervorragend als Inputmaterial für Biogasanlagen.

Abbildung 1: Gerstenstroh nach Hamermühle, pelletiert und pelletiert mit chemischen Aufschluss

Ein Projekt des Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“

Für die untersuchten Geflügelmistproben konnten innerhalb des Projektes Korrelationen zwischen Stoffparametern und der Stickstofffreisetzung während der Fermentation gefunden werden, welche eine Vorhersage bezüglich der zu erwartenden Stickstoffhemmung ermöglichen. Ein 100 %iger Einsatz von Geflügelmist in Biogasanlagen kann nur dann erfolgen, wenn ausreichend stickstoffarme Prozesswässer zum Anmaischen zur Verfügung stehen oder der Stickstoff dem Prozess simultan entzogen wird. Dafür wurden innerhalb des Projektes zwei Verfahrensansätze zur Gärrest- bzw. Fermenterbehandlung verfolgt (saure Trocknung oder Vakuumentstickung). Langzeitversuche im Labor haben die Stabilität dieser Behandlungsoptionen mit Rückführung der entstickten Kondensate zur Fermentation bestätigt. Untersuchungen zur Stickstoffzehrung durch Strohzugabe bei der Geflügelmistvergärung bestätigten die Synergie bei der gemeinsamen Nutzung als Inputsubstrat.

Prozesstomographische Untersuchungen zum Reaktordesign der liegenden Fermenter der Fa. Rückert Naturgas konnten eine sehr hohe Mischintensität, insbesondere bei der Zerstörung von Schwimmschichten nachweisen. Die Untersuchungen zur Pyrolyse der getrockneten Gärreste sind gegenwärtig in der Vorbereitung. Weiterhin werden alle Verfahrensschritte bzw. Inputsubstrate noch im 5 m³ - Pilotmaßstab getestet.

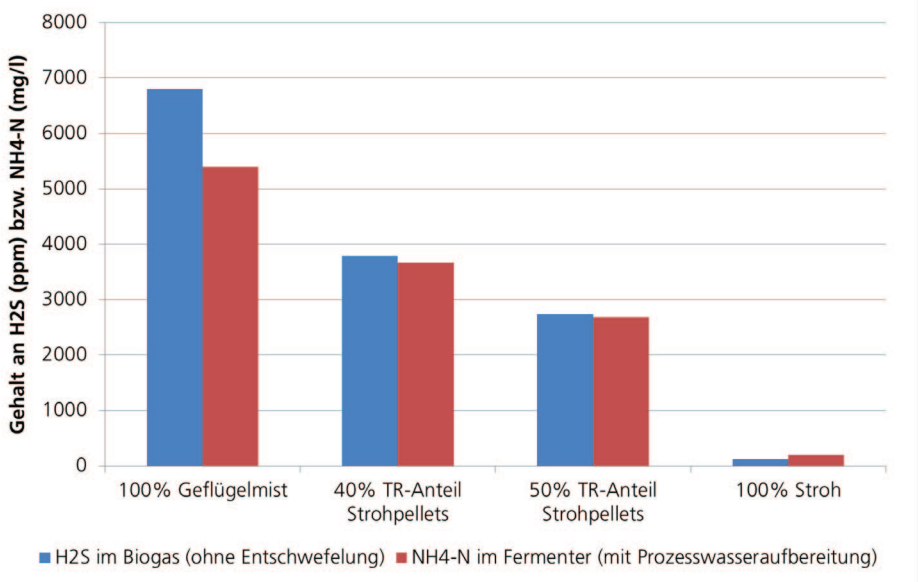


Abbildung 2: Einfluss von Stroh auf den Stickstoff- und Schwefelhaushalt bei der Geflügelmistvergärung

Literatur

Friedrich, E.; Friedrich, H.; Lincke, M.; Schwarz, B.; Wufka, A.; Fassauer, B. (2010): Verbesserte Konvertierbarkeit lignocellulosehaltiger Substrate in der Nassfermentation - Extrusion von Stroh. In: Chemie Ingenieur Technik 82 (8), S. 1177–1181. DOI: 10.1002/cite.201000081.

Wagner, U.; Rückert, C.; Maurer, M. (2009): Biogasanlage_Flughafen_Köthen. Vergärung von Hühnertrockenkot. Abschlussbericht, 31.01.2009.

Emissionsminderung durch Spurenelemente in Abfallbiogasanlagen: Pilotierung, Demonstration und wissenschaftliche Begleitung der Spurenelemente-Zugabe und Ausschleusung im großtechnischen Maßstab

Michael Dittrich-Zechendorf[1*], Franziska Schäfer[1], Heike Sträuber[2], Michael Tietze[3], Matthias Leiker[4], Jürgen Pröter[1]

[1] Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
Torgauer Str. 116, 04347 Leipzig
Telefon: +49 (0) 341 2434-565
E-Mail: michael.zechendorf@dbfz.de

[2] Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ (in Kooperation mit dem DBFZ)
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig
Telefon: +49 (0) 341 2434-563
E-Mail: heike.straeuber@ufz.de

[3] GICON GmbH
Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
Telefon: +49 (0) 351 47878-737
E-Mail: m.tietze@gicon.de

[4] PUS GmbH
Industrie- und Gewerbegebiet Lauta, Straße A; Nr. 8,02991 Lauta
Telefon: +49 (0) 35722-32509
E-Mail: leiker.pus@gmx.de

Schlagwörter: Spurenelemente, Bioabfall, Maissilage, Eisen, Mangan, FerroSorp®, Trockenfermentation, acidogene Fermentation, anaerobe Fermentation

Hintergrund
Die Aufgabe dieses Verbund-Vorhabens bestand darin, die anaerobe Vergärung von Bioabfällen zu optimieren und damit einer energetischen Verwertung zuführen zu können. Um Bioabfälle einer wirtschaftlichen und energetischen Nutzung zuführen zu können, sind vor allem der vorhandene und notwendige Spurenelemente (SE) zu betrachten.

Forschungsschwerpunkte
Die biologische Verfügbarkeit dieser SE sollte über den Weg der Umkomplexierung durch Zusatz von FerroSorp® DG erhöht werden. Parallel wurde an Varianten der Zuschlagstoffe geforscht, um die Gesamtmenge an zugeführten Stoffen zu minimieren. Untersuchungen zur Verfügbarkeit der Spurenelemente wurden an Modellsubstraten (Maissilage und Getreideschlempe) durchgeführt.

Ein Projekt des Förderprogramms
„Energetische Biomassenutzung“

Maßnahmen
Maissilage als Modellsubstrat wurde in der ersten Stufe des im zweistufigen Gicon™-Verfahren acidogenen Fermentation ohne, sowie mit verschiedenen SE unterworfen. Das Perkolat wurde dabei unter anderem mikrobiologisch untersucht. Parallel wurden am Modellsubstrat Getreideschlempe mit verschiedenen Modifikationen von FerroSorp™ die Entschwefelungsleistung und damit die Aktivität untersucht. Schließlich wurden Versuche der acidogenen Fermentation mit unterschiedlichen Zuschlagstoffen auf Bioabfall angewandt und letztlich im zweistufigen Prozess mit ausgewählten Modifikationen ausgeführt.

Ergebnisse
Die Fermentation der Maissilage mit unterschiedlichen Zuschlagstoffen ergab eine deutliche Änderung des jeweiligen Prozessverlaufes. So wurden ohne Zuschlagstoffe vor allem Milch- und Essigsäure produziert, während mit FerroSorp™ DGµ überwiegend Buttersäure und im späteren Verlauf Milchsäure entstand. Die Gesamtausbeute (im Sinne eines Biogasprozesses) mit SE ist zudem deutlich gesteigert.

Die Verfügbarkeitsstudien an Getreideschlempe im Rührreaktor mit unterschiedlichen FerroSorp™-Modi-fikationen zeigten deutliche Unterschiede in Bezug auf die Entschwefelungsleistung im Hochlastbereich. So sind grobkörnige oder oxydische Präparate deutlich weniger aktiv als feine oder hydroxydische. Ent-sprechend ergeben sich Dosierungsunterschiede je nach Verweilzeit und Durchsatzraten.

Schließlich konnte im technischen Maßstab eine deutliche Steigerung der Biogasproduktion und damit auch der Abbaurate von Bioabfall unter Verwendung von FerroSorp™ DGµ im zweistufigen Gicon™-Verfahren verzeichnet werden. Im Laborversuch ergaben sich im Batch (acidogene Fermentation) nach kurzer Zeit Schwierigkeiten mit der Versäuerung und daraus resultierend Methanbildung. Als Gesamtprozess (zweistufig) konnten gute Biogasausbeuten erzielt werden. Eine echte Phasentrennung jedoch konnte aufgrund der kurzen Verweilzeiten und der hohen Pufferkapazitäten in der Methanstufe nicht erreicht werden.

Literatur

Sträuber, H.; Kleinsteuber, S.; Zechendorf, M.: Effect of iron and manganese on the acidogenic fermentation of maize silage (in prep.)

Zechendorf, M.; Kleinsteuber, S.; Sträuber, H.: Effect of iron and manganese on the anaerobic fermantation of bio-waste (in prep.)

Elektrooptische on-line Bestimmung der Zellvitalität in Biogasprozessen

Erich Kielhorn[1], Alexander Angersbach[2], Jörn Beheim-Schwarzbach[3], Johanna Koserske[1], Emma Ritzi[3], Torsten Unmack[4], Boris Habermann[3], Peter Neubauer[1], Stefan Junne[1]

[1] Technische Universität Berlin, Institut für Biotechnologie, Fachgebiet Bioverfahrenstechnik
Ackerstrasse 76 ACK24, 13355 Berlin
Telefon: +49 (0) 30 314-72190
E-Mail: erich.kielhorn@tu-berlin.de

[2] EloSystems GbR
Alt-Reinickendorf 28, 13407 Berlin
Telefon: +49 (0) 30 41727294
E-Mail: angersbach@biotronix.de

[3] Humboldt Universität Berlin, Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte
Philippstraße 13, 10115 Berlin
Telefon: +49 (0) 30 20936112
E-Mail: boris.habermann@agrar.hu-berlin.de

[4] Biopract GmbH
Magnusstraße 11, 12489 Berlin
Telefon: +49 (0) 30 6392-6107
E-Mail: torsten.unmack@biopract.de

Schlagwörter: Elektrooptik, Polarisierbarkeit, Biogas, Monitoring, Zellvitalität

Hintergrund
Die bestehenden Monitoringsysteme in Biogasanlagen basieren auf der Messung von Umgebungszuständen und geben keine direkten Informationen über den Zustand der Zellen wieder. Dabei findet gerade in der Zelle die Biogasproduktion statt, hier ließen sich zuerst Störungen des Prozesses feststellen. Die Messung zellphysiologischer Parameter, u. a. durch die Flusszytometrie, hat sich in den letzten Jahren in Bakterienreinkulturen etabliert. Dabei werden, im Gegensatz zu herkömmlichen Messsystemen wie pH-Wert oder Redoxpotential, Parameter bestimmt, die indirekt Aussagen über die Zellaktivität und -viabilität zulassen. Aufgrund fehlender Technologien, die den aktuellen Zustand der biologischen Zelle on-line und schnell erfassen können, ist der Einsatz von solchen Zellanalysesystemen in Biogasprozessen jedoch stark begrenzt.

Forschungsschwerpunkte
Ein Ansatz zur Charakterisierung zellphysiologischer Eigenschaften bietet das elektrooptische Monitoring bakterieller Kulturen (Junne et al. 2010, 2008). Das hier vorgestellte Messverfahren erlaubt erstmalig die gleichzeitige Erkennung der Zellgröße, Zellzahl und des Transmembranpotentials in Bakterienkulturen. Diese Parameter liefern wichtige Informationen über den aktuellen Zustand stäbchenförmiger Zellen durch die Messung der induzierten Ausrichtung in einem elektrischen Feld.

Maßnahmen
Zur Bestimmung der Zellpolarisierbarkeit in Biogaskulturen wurde eine bestehende Messmethode auf die Anforderungen von Biogasproben angepasst und als tragbares System ausgelegt. Ein elektrisches Wechselfeld wirkt bei vier Frequenzen zwischen 200 kHz bis 2.100 kHz auf die Zellen ein, und die photometrische Erfassung der optischen Dichteänderung der Zellsuspension ergibt ein Spektrum der Polarisierbarkeit der Zellen in Abhängigkeit der Frequenz (Abbildung 1).

Ergebnisse

Mehrere Biogaskultivierungen im Labormaßstab, in Batch- als auch in kontinuierlicher Betriebsweise, wurden durchgeführt. In den Batch-Kultivierungen kamen Kulturen aus Kläranlagen und Biogasanlagen zum Einsatz. Gefüttert mit Maissilage, wurden die Kulturen über 20 Tage hinweg analysiert. Bei der kontinuierlichen Fermentation wurde die Zugabe von Maissilage schrittweise erhöht, bis es zur Versäuerung und dem Ende der Biogasproduktion kam. Neben der Polarisierbarkeit wurden bei allen Versuchen Standardparameter erfasst.

Unterzieht man die erhaltenen Daten für alle Frequenzen einer Hauptkomponentenanalyse (PCA), so ergibt sich eine Korrelation zwischen den Prozessdaten wie der Entwicklung der Biogasbildungsrate und dem FOS/TAC-Wert zu den elektrooptischen Messwerten. Die Polarisierbarkeit der Zellen liefert damit eine Aussage über den physiologischen Zustand und ermöglicht das Einstellen geeigneter Prozessbedingungen für maximale Stoffwechselleistungen.

Das neue Messverfahren dient so als integriertes Prozessanalysewerkzeug für ein besseres Verständnis der Bedingungen in der Flüssigphase, gerade auch bei einer generellen Bewertung aktueller und der Einstellung neuer Prozesszustände. Die vorgestellte Methodik hat das Potential, stabile Betriebspunkte in Biogasanlagen anhand des Zellzustandes zu definieren und zu optimieren.

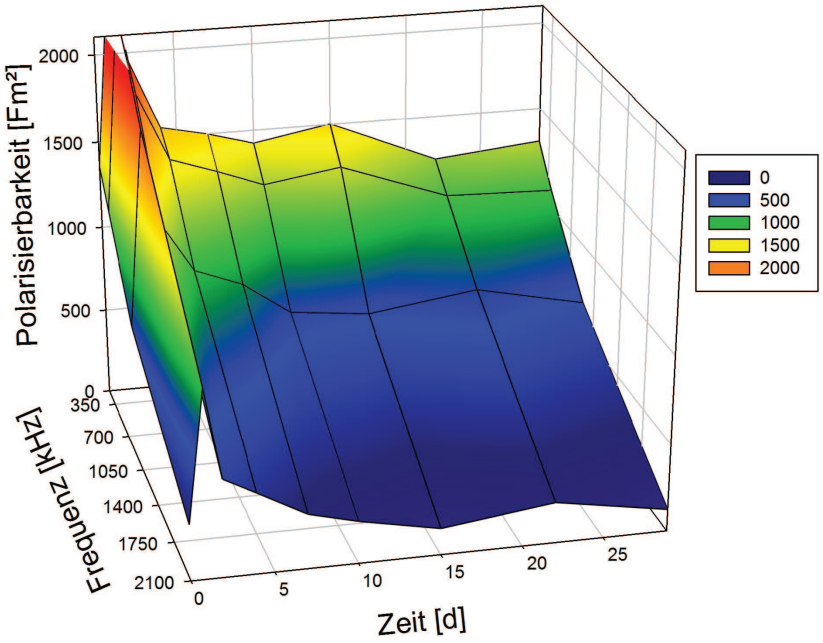


Abbildung 1: Spektrum der Polarisierbarkeit einer Biogaskultur in Batch-Betriebsweise

Literatur

Junne, S.; Cruz-Bournazou, M. N. ; Angersbach, A.; Götz, P. (2010): Electrooptical monitoring of cell polarizability and cell size in aerobic Escherichia coli batch cultivations. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, 2010. 37 (9): p. 935-942.

Junne, S.; Klein, E. ; Angersbach, A.; Götz, P. (2008): Electrooptical measurements for monitoring metabolite fluxes in acetone-butanol-ethanol fermentations. Biotech Bioeng, 2008. 99 (4): p. 862-869.

Weitere Informationen

www.bioprocess.tu-berlin.de

AsH_2Gas: Mikrobiologische Methanisierung von Gasen aus der thermochemischen Vergasung von biogenen Roh- und Reststoffen

Yvonne Gmach[1], Matthias Kohlmayer[1], Robert Huber[1], Jürgen Karl[2], Andreas Hornung[3], Raimund Brotsack[1]

1 MicroPyros GmbH
Imhoffstr. 95, 94315 Straubing
Telefon: +49 (0) 9421 1896113
E-Mail: y.gmach@micropyros.de

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

3 Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
An der Maxhütte 1, 92237 Sulzbach-Rosenberg

Schlagwörter: Biologische Methanisierung, wasserstoffhaltige Vergasergase

Im Rahmen des Forschungsprojektes „AsH_2Gas"(Vorstellung des Verbunds durch Martin Wolff, EVT, am 11.11.15) wird zusammen mit den Kooperationspartnern des Lehrstuhls für Energieverfahrenstechnik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und des Institutsteils Sulzbach-Rosenberg der Fraunhofer UMSICHT geprüft, ob H_2, CO_2 und CO aus der thermischen Vergasung von Biomasse mikrobiell in Biomethan umgesetzt werden kann und ob anfallende Vergasungsrückstände als Nährstoffe für die methanogenen Mikroorganismen verwendet werden können.

Es werden innerhalb des Projektes verschiedene Forschungsschwerpunkte vereint:
Über zwei unterschiedliche Vergasungsverfahren (allotherme Vergasung von EVT und Vergaser-Reformer von UMSICHT) wird ein wasserstoffreiches Gas bereitgestellt. Dieses Gasgemisch wird mittels Mikroorganismen in Methan umgesetzt. Dies ist Thema des vorliegenden Vortrags und Kernkompetenz der MicroPyros GmbH.

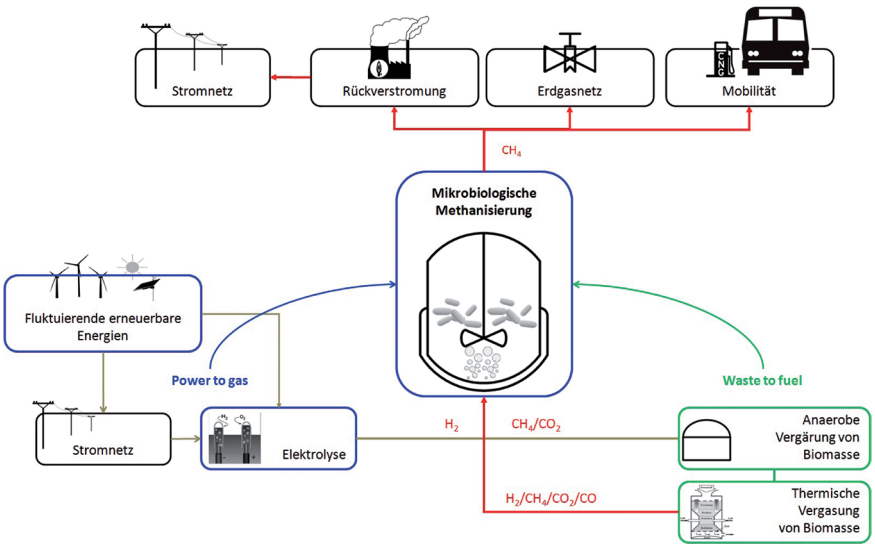


Abbildung 1: Ergänzung zur bisherigen Power-to-Gas-Technologie

Ein Projekt des Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“

Mikrobiologische Herausforderungen ergeben sich einerseits durch die variierenden Gaszusammensetzungen aus der Vergasung mit teilweise toxischen Komponenten wie Kohlenmonoxid, leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen, polyzyklische aromatischen Kohlenwasserstoffen und Teeren. Andererseits sollen die Aschen als mögliche Nährstofflieferanten für die Mikroorganismen untersucht werden. Je nach verwendetem Rohstoff, enthält die Asche diverse Metallverbindungen auch Schwermetallverbindungen, die ebenfalls giftig für Mikroorganismen sein könnten.

Geplant sind zahlreiche Versuche mit unterschiedlichen methanogenen Rein- und Mischkulturen. Die verwendeten thermophilen bis hyperthermophilen methanogenen Mikroorganismen nutzen den Stoffwechselweg der Methanogenese als Energiequelle und Kohlendioxid als einzige Kohlenstoffquelle beim Zellaufbau. Ihre anaerobe (d. h. unter Ausschluss von Sauerstoff) Lebensweise, sowie die Inkubation bei Temperaturen von 60 bis über 80 °C stellt hohe Anforderungen bei ihrer Kultivierung im Labor.

Im Verlauf des bisherigen Projektes konnte erfolgreich gezeigt werden, dass die verwendeten Mikroorganismen ein synthetisch hergestelltes Vergasergas mit den Komponenten: H_2, CO_2, CH_4 und CO als Substrat nutzen und Methan bilden können. Basierend auf dieser Grundlage werden derzeit verschiedene reale Vergasergase mit unterschiedlichen Inhaltsstoffen getestet, um anschließend einen Langzeitversuch am Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg in einem Laborfermenter fahren zu können. Gleichzeitig werden Analysen der Aschebestandteile im Bezug auf ihre Zusammensetzung sowie Bioverfügbarkeit durchgeführt. Die Beimengung der Asche wird vor allem empirisch zu lösen sein, da die Auswirkungen der Inhaltsstoffe auf die Mikroorganismen nur bedingt abgeschätzt werden können.

Zielsetzung des Projekts ist eine klare Aussage über die Verträglichkeit der verschiedenen Gas- und Aschekomponenten und die Methanproduktionsrate. Gelingt der Einsatz der mikrobiellen Methanisierung in diesem Bereich, kann dieses Verfahren eine Ergänzung der bisherigen Power to Gas Technologie (siehe Abb. 1) mit biologischer Methanisierung darstellen.Das neue Messverfahren dient so als integriertes Prozessanalysewerkzeug für ein besseres Verständnis der Bedingungen in der Flüssigphase, gerade auch bei einer generellen Bewertung aktueller und der Einstellung neuer Prozesszustände. Die vorgestellte Methodik hat das Potential, stabile Betriebspunkte in Biogasanlagen anhand des Zellzustandes zu definieren und zu optimieren.

ACidestion – Regelung von Biogasanlagen durch modifizierte Silage

Markus Dahmen[1], Katharina Kasper[1], Isabel Kuperjans[1], Martin Pieper[1], Christian Rieke[2], Thorsten Selmer[3]

[1] Institut NOWUM-Energy, FH Aachen - University of Applied Sciences
Heinrich-Mussmann-Str. 1, 52428 Juelich
Telefon: +49 (0) 241 6009-53020
E-Mail: dahmen@fh-aachen.de

[2] FH Aachen - University of Applied Sciences
Heinrich-Mussmann-Str. 1, 52428 Juelich

[3] Institut für Nano- und Biotechnologien (INB), FH Aachen - University of Applied Sciences
Heinrich-Mussmann-Str. 1, 52428 Juelich

Schlagwörter: Biogas, Regelung, Silierung

Hintergrund
Das Gesamtziel des im Rahmen des Vortrages vorgestellten Projektes ACidestion ist eine gezielte, ressourcenschonende Nutzung von Biomasse durch eine zeitlich regelbare Produktion von Biogas. Mit den hier geplanten Untersuchungen kann Biogas zukünftig genutzt werden, um wetterunabhängig Strom zu erzeugen. Die Biogasproduktion soll innerhalb weniger Stunden angepasst werden können.

Zur Realisierung wird die Silage so verändert, dass sie schnell verfügbare Substrate für den Biogasprozess enthält. Experimentelle Untersuchungen erfolgen in Pilotfermentern. Sie zielen auf die Quantifizierung der Gasbildung und -qualität sowie deren zeitliche Verzögerung. Die experimentell ermittelten Daten dienen als Basis für eine Modellierung und Simulation des neuen Prozesses, um eine innovative Regelung für Biogasanlagen zu entwickeln.

Forschungsschwerpunkte
Die Forschungsschwerpunkte liegen in der Optimierung des Einsatzes von Biomasse. Im aktuellen Projekt werden besonders die Silierung und die Auswirkung unterschiedlicher Silierungstypen auf den Biogasprozess untersucht. Durch die Variation der Silierungsbedingungen werden verschiedene Gärungstypen forciert um eine möglichst hohe Konzentration an kurzkettigen Fettsäuren zu generieren. Durch den stoßweisen Einsatz dieser modifizierten Silage in einer Biogasanlage sollen die Methankonzentration im erzeugten Biogas und die Gesamtausbeute kurzfristig erhöht werden.

Eine bedarfsgerechte Biogaserzeugung setzt eine Modellierung des Prozesses voraus um den benötigten Gasertrag vorhersagen zu können. Im Rahmen des Projektes wird ein neues Biogasbildungsmodell erstellt, das wesentlich weniger Eingangsparameter benötigt und somit einfacher anwendbar ist als gängig eingesetzte Modelle wie ADM1.

Ein Projekt des Förderprogramms
„Energetische Biomassenutzung“

Maßnahmen
Zurzeit werden Versuche durchgeführt, um die Silierungsbedingungen so anzupassen, dass kurzkettige Fettsäuren während des Silierungsprozesses entstehen. Ziel ist außerdem die Stabilität der entstehenden Silage zu gewährleisten. Zusätzlich wird versucht, eine normale Silage nachträglich so zu modifizieren, dass innerhalb weniger Tage eine große Konzentration an kurzkettigen Fettsäuren gebildet wird.

Darüber hinaus wird basierend auf den Biogasbildungsraten der normalen und modifizierten Silage ein Simulationsmodel erstellt, das die Biogasbildung effektiv vorhersagen kann. Durch eine einfache Kombination zweier Kinetiken erster Ordnung konnten bereits erfolgsversprechende Daten generiert werden.

Ergebnisse
Erste Ergebnisse der modifizierten Silierung zeigen, dass es möglich ist, kurzkettige Fettsäuren in der Silage zu produzieren und diese ohne Schimmelbildung langfristig zu lagern. Die Versuche zum Einsatz der modifizierten Silage im Versuchsreaktor zeigten unterschiedliche Ergebnisse, sodass die Daten weiter verifiziert werden müssen.

Bei der Modifikation der Silage hat sich eine nachträgliche Umsilierung (eine Art der gezielten Vorhydrolyse) der vorhandenen Biomasse als vielversprechendster Ansatz herausgestellt, da hier die höchsten Fettsäurekonzentrationen gemessen werden. Basierend auf den bisher gewonnenen Daten wurde ein Simulationsmodel erstellt, das reproduzierbare und genaue Vorhersagen erlaubt.

Im Vortrag werden die aktuellen Ergebnisse der modifizierten Silierung und die Erstellung des Simulationsmodels vorgestellt und diskutiert.

Weitere Informationen
www.fh-aachen.de/forschung/institut-nowum-energy/forschung/biomasse-und-biogas/acidestion/

REPOWERING – Maßnahmen zur Effizienzsteigerung für den vorhandenen Anlagenbestand

Joachim Krassowski

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
Osterfelder Straße 3, 46047 Oberhausen
Telefon: +49 (0) 208 8598 1160
E-Mail: joachim.krassowski@umsicht.fraunhofer.de

Schlagwörter: Biogasanlagen, Repowering

Hintergrund
Ziel des Projekts REPOWERING ist es, die Repowering-Potenziale bestehender Biogasanlagen zu evaluieren und Strategien zur Umsetzung der identifizierten Potenziale zu entwickeln. Dazu erfolgt eine Betrachtung der technologischen Optionen zum Repowering, angefangen bei anlagen- und prozesstechnischen Anpassungen an den einzelnen Anlagen bis hin zu raumbezogenen Betrachtungen, wie z. B. der Bildung von Anlagenverbünden, anhand von Szenarienbetrachtungen zur Technologieimplementierung. Soweit verfügbar wird für die Bewertung der identifizierten Optionen auf bestehende, reale Anlagenkennwerte zurückgegriffen, so dass die Kosten zur Effizienzsteigerung und Vermeidung klimarelevanter Emissionen realitätsnah aufgezeigt werden können. Der Fokus liegt darauf, den Anteil an Energiepflanzen in den Anlagen zugunsten der Nutzung von Reststoffen gemäß Biomasseverordnung 2012 (BiomasseV), Anlage 1 und 3 zu reduzieren.

Die Biogastechnologie trägt zum erneuerbaren Energiemix in Deutschland bei. Unterstützt durch die Rahmenbedingungen des Erneuerbaren Energie Gesetzes (EEG) hat sich die Anlagenzahl in den letzten Jahren stetig erhöht. Ende 2013 erzeugten etwa 7850 Anlagen, vorwiegend in der Leistungsklasse 150 bis 500 kW_{el}, Strom und Wärme aus regenerativen Quellen (Fachverband Biogas 2014). Die Ergebnisse verschiedener Messprogramme zeigen, dass es bei Bestandsanlagen dieser Größenordnung teilweise große Defizite bei der technischen Ausgestaltung gibt. Die Möglichkeiten hinsichtlich Effizienz und Vermeidung klimarelevanter Emissionen werden bei weitem nicht ausgeschöpft (Zörner 2009). Maßgebliche Studien im Bioenergiebereich zeigen darüber hinaus, dass größere Biogasanlagen unter bestimmten Voraussetzungen effizienter, wirtschaftlicher und klimafreundlicher arbeiten als kleine dezentrale Anlagen (Urban 2008, Sievers 2011).

Forschungsschwerpunkte
Ziel des Projekts REPOWERING ist die Evaluierung der Repowering-Potenziale bestehender Biogasanlagen. Dazu erfolgt eine Betrachtung technologischer Optionen zum Repowering von anlagen- und prozesstechnischen Anpassungen an den einzelnen Anlagen bis hin zur möglichen Bildung von Anlagenverbünden. Das Projekt umfasst die Entwicklung von Konzepten zur Ausschöpfung der Repowering-Potenziale und deren Evaluierung anhand von Szenarienbetrachtungen. Für die identifizierten Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung werden die erforderlichen Kosten der Betriebs- und Anlagenoptimierung ermittelt, den Effizienzsteigerungspotenzialen gegenübergestellt, bewertet und Handlungsoptionen abgeleitet. Es wird erwartet, dass die bisher eingesetzten Substratströme durch neue Anlagenkonzepte mit höherer Effizienz genutzt werden können und einen im Vergleich zum heutigen Status deutlich größeren Beitrag zum Klimaschutz leisten können. Der Fokus liegt darauf, den Anteil an Energiepflanzen in den Anlagen zugunsten der Nutzung von Reststoffen gemäß Biomasseverordnung 2012 (BiomasseV 2012) Anlage 1 und 3 zu reduzieren.

Maßnahmen
Das Projekt umfasst zum einen die Ermittlung, die Beschreibung und Bewertung von Technologieoptionen für die Effizienzsteigerung bestehender Biogasanlagen und zum anderen die Erstellung von Konzepten zur Realisierung der Optionen unter Beachtung des Beitrags zum Klimaschutz und der Wirtschaftlichkeit. Als Basis für die Ableitung zielführender Maßnahmen wurden mögliche technische Optionen zur Weiterentwicklung des Biogasanlagenbestands identifiziert. Dazu gehören verfahrenstechnische und biologische Optimierungen, der Anlagenneubau, der Zusammenschluss einzelner Biogasanlagen sowie

Ein Projekt des Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“

die Erweiterung bestehender Anlagen. Ebenso wurden verschiedene Gasverwertungskonzepte wie die Vorortverstromung, die Gaseinspeisung und die direkte Nutzung von Biogas als Fahrzeugkraftstoff betrachtet. Die dargestellten technischen Optionen wurden hinsichtlich des Stands der Technik bewertet. Abschließend erfolgen eine Analyse der Hemmnisse (Negativliste), die die Implementierung erschweren, sowie eine Analyse der Aspekte, die förderlich auf die Umsetzung (Positivliste) wirken. Ein Fokus der Bewertung wurde auf die Flexibilisierung der Gas- bzw. Stromproduktion beim Repowering von Bestandsanlagen gelegt.

Ergebnisse
Die Datenauswertung und Szenarienanalyse zeigen, dass bei Bestandsanlagen grundsätzlich ein großes Potenzial für das Repowering und damit auch für eine bessere Integration in ein regeneratives Energiesystem besteht. Unter Berücksichtigung des aktuellen regulatorischen Rahmens zählen insbesondere eine Optimierung der Anlage zur Vermeidung von Methanverlusten und eine Optimierung der Gärbiologie zu den am ehesten wirtschaftlichen Optionen.

Die Nachrüstung von Bestandanlagen mit zusätzlichen Gasspeichern und BHKWs erhöht zwar die Anlagenflexibilität deutlich, kann aber nicht in jedem Fall als wirtschaftlich erachtet werden. Als herausragende aber auch teuerste Option der Anlagenflexibilisierung ist die Gaseinspeisung zu betrachten, wobei kleinere Biogasanlagen hierbei auch mit Gassammelleitungen zu zentralen Einspeisepunkten zusammengeführt werden können. Im Rahmen des Projektes REPOWERING wurde ermittelt, dass diese Umsetzung auch an Bestandsanlagen möglich ist. Den hierbei anfallenden höheren Kosten der Biogasproduktion stehen deutliche Vorteile bei der Anlagenflexibilität, der Energieeffizienz und beim Treibhausgasminderungspotenzial gegenüber.

Literatur

Fachverband Biogas (2014): Entwicklung der Anzahl Biogasanlagen und der gesamten installierten elektrischen Leistung. Stand 06/2014, veröffentlicht auf http://www.biogas.org

Zörner, W.; Brügging, E.; Bücker, C.; Graweloh, K.; Häring, G.; Sonnleitner, M.; Vogt, R.; Wetter, C. (2009): Ökologische und ökonomische Optimierung von bestehenden und zukünftigen Biogasanlagen – erste Projektergebnisse. 18. Symposium Bioenergie, Bad Staffelstein, 19.-20.11.2009.

Sievers, J.; Zacharias, P. ; Schmid, J. ; Brähler, M. ; Hu, L. ; Spiekermann, R. ; Wenzel, S. ; Jessen, U. ; Thees, M. ; Urban, A. ; Dürl, G. ; Morgan, R. ; Schaldach, R.; Schaldach, A. ; Lapola, D. ; Möller, D. ; Gold, S. ; Hartmann, K. (2010): Ausbau und Integration von Biogasanlagen in Energieversorgungsstrukturen: Simulation zur optimalen Nutzung von Biogas und Bewertung der unterschiedlichen Nutzungspfade. Kassel: BMELV / FNR.

Urban, W.; Girod, K.; Lohmann, H.; Dachs, G.; Zach, C. (2008): Technologien und Kosten der Biogasaufbereitung in das Erdgasnetz, Ergebnisse der Markterhebung 2007-2008, Fraunhofer Umsicht, Oberhausen 2008 BMBF-Biogaseinspeisung.

BiomasseV (2012): Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse (Biomasseverordnung – BiomasseV), Ausfertigungsdatum: 21.06.2001, zuletzt geändert am 24.02.2012

EEG (2014): Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2014), Ausfertigungsdatum: 21.07.2014.

Flex 75 - Regelenergiemarkt für kleine Gülleanlagen

Rolf Jung, Andreas Weger

Fraunhofer UMSICHT – Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
An der Maxhütte 1, 92237 Sulzbach-Rosenberg
Telefon: +49 (0) 9661-908434
E-Mail: rolf.jung@umsicht.fraunhofer.de

Schlagwörter: Kleine Gülleanlagen, Direktvermarktung, Flexibilitätsprämie, Regelenergiemarkt, Wirtschaftlichkeit

Hintergrund
Hintergrund und Zielstellung
Projektziel war die Wirtschaftlichkeit von kleinen Biogasanlagen für verschiedene Szenarien der Direktvermarktung (Marktprämienmodell, Flexible Fahrweise und Regelenergiemarkt) gegenüber der EEG-Grundvergütung zu bewerten und damit die Fragestellung zu klären, ob Gülleanlagen < 75 kW durch Teilnahme an der Direktvermarktung rentabler betrieben werden können. Für die Anlagenvarianten werden im Folgenden die verschiedenen Möglichkeiten der Direktvermarktung dargestellt (siehe Abbildung 1). Auf der einen Seite die gesetzliche EEG-Vergütung (Szenario 1), auf der anderen Seite die drei Möglichkeiten der Direktvermarktung: Marktprämienmodell (Szenario 2), Regelenergiemarkt (Szenario 3) und flexible Fahrweise (Szenario 4).

Ergebnisse
Als Ergebnis der Sensitivitätsanalyse wurde eine starke Abhängigkeit der Wirtschaftlichkeit von den Investitionskosten festgestellt. Die Gesamtkapitalrendite schlüsselfertiger 75 kW-Gülleanlagen mit Marktpreisen von über 550.000 € ist wirtschaftlich uninteressant.

Bei der geplanten Errichtung von Gülleanlagen spielt daher der Grad der Eigenleistung (sog. Bauherrenmodelle) eine entscheidende Rolle um die Investitionskosten gegenüber den Marktpreisen für schlüsselfertige Anlagen zu senken. Bei einer durchschnittlichen Reduzierung der betrachteten Investitionskosten um 20 % ist von einem wirtschaftlichen Betrieb der Gülleanlagen auszugehen.

Die unterschiedlichen Szenarien der Direktvermarktung ergaben, dass der Regelenergiemarkt für kleine Gülleanlagen eine sehr interessante Vermarktungsmöglichkeit darstellt, da durch Regelenergievermarktung, je nach untersuchter Variante der Biogasanlagen, Mehrerlöse in Höhe von 2.700 – 5.000 €/a erzielt werden können.

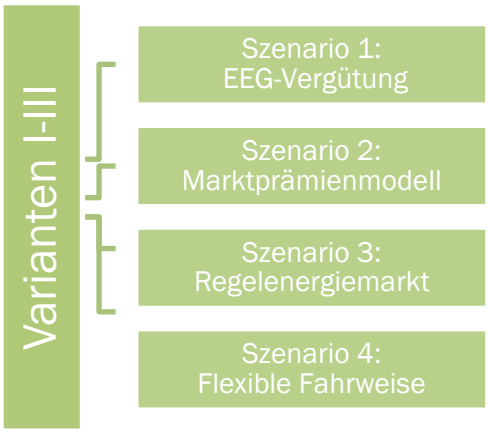


Abbildung 1: Gegenüberstellung der verschiedenen Möglichkeiten der Direktvermarktung

Ein Projekt des Förderprogramms
„Energetische Biomassenutzung“

Allerdings kann Regelenergie nur über einen bestehenden Anlagenpool vermarktet werden. Aufgrund der notwendigen hohen Anzahl kleiner Gülleanlagen und dem damit verbundenen Mehraufwand (Fernwirktechnik, Verwaltung), ist die Bereitschaft von Energiehändlern, kleine Anlagen in Pools aufzunehmen, noch als sehr gering anzusehen.

Fazit
Durch die Direktvermarktung kann mit Ausnahme der flexiblen Fahrweise eine höhere Wertschöpfung beim Betrieb von kleinen Gülleanlagen gegenüber der EEG-Vergütung erreicht werden. Die Zusatzerlöse aus der flexiblen Stromvermarktung und der Flexibilitätsprämie können die entstehenden Mehrkosten der technischen Umrüstung jedoch nicht aufwiegen.

Die Investitionskosten der Anlagen üben den größten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit aus. Neben einem günstigen Finanzierungsmodell spielt daher die Kostenminimierung eine bedeutende Rolle. Um die Gesamtkapitalrendite von kleinen Gülleanlagen zu verbessern, muss über eine Reduzierung der Investitionskosten nachgedacht werden. Schlüsselfertige Anlagen weisen hier zu hohe Investitionskosten auf.

Aus wirtschaftlicher Sicht eignen sich kleine Gülleanlagen nicht zur Bereitstellung flexibler Energie (bedarfsgerechte Stromproduktion), da die erforderlichen Zusatzinvestitionen (Gasspeicher, Fernwirkeinrichtung, BHKW) nicht durch Zusatzerlöse aus der Direktvermarktung kompensiert werden können. Nachteilig wirkt sich diesem Zusammenhang auch die strikte Obergrenze der installierten Leistung von 75 kW aus, da hierdurch die Möglichkeiten der flexiblen Fahrweise von kleinen Gülleanlagen stark eingeschränkt werden. Politisch könnte durch eine Art Anreizfinanzierung die Bereitschaft von Energiehändlern, kleine Anlagen in die Regelenergievermarktung aufzunehmen, gefördert werden.

Abstracts

6. Statuskonferenz

Bioenergie-Foren
2. Tag

Flexible Bioenergie

OptFlex Biogas – Flexibilisierungsstrategien für den Biogasanlagenbestand

Markus Lauer[1*], Tobias Romberg[2], Martin Dotzauer[1], Christiane Hennig[1], Eva Nebel[1], Jan Postel[1], Alexander Krautz[2], Monique Lehmann[1]

[1] DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig
Telefon: +49 (0) 341 2434 491
E-Mail: markus.lauer@dbfz.de

[2] Next Kraftwerke GmbH
Lichtstraße 43g, 50825 Köln

Schlagwörter: Biogas, flexible Strombereitstellung, ökonomische Bewertung, Life Cycle Assessment

Hintergrund
Die notwendige Dekarbonisierung des Energiesystems wird zu einer überwiegenden Strombereitstellung durch fluktuierende erneuerbare Energien in Form von Photovoltaik und Windkraft führen (Leprich et al. 2012). Die Herausforderung dieser Transformation hat weitreichende Folgen und verlangt u. a. nach einem Paradigmenwechsel für steuerbare (erneuerbare) Erzeugungstechnologien, die perspektivisch zum Ausgleich schwankender Residuallasten benötigt werden (Szarka et al. 2013). Eine flexible und bedarfsgerechte Strombereitstellung aus Biogasanlagen wird seit dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz 2012 mittels der sog. Flexibilitätsprämie gefördert, wodurch notwendige Zusatzinvestitionen von Bestandsanlagen in etwaige zusätzliche Verstromungs- und Gasspeicherkapazitäten refinanziert werden sollen. Für Anlagenbetreiber ergeben sich durch die Schaffung des Förderinstrumentes neue Fragestellungen bezüglich optimaler Betriebs- und Vermarktungsstrategien der Anlagen, die mit technischen Anpassungen verbunden sind.

Forschungsschwerpunkte
Der Forschungsschwerpunkt des Projektes liegt bei der Ermittlung eines technisch-ökonomisch optimalen Szenarios für die Flexibilisierung von Bestandsbiogasanlagen. Dabei wird die optimale Kombination aus Anlagekonfiguration und Betriebsstrategie maßgeblich von dem Trade-Off zwischen der Erlösoptimierung an der Strombörse- und dem Regelenergiemarkt geprägt. Zudem liegt ein weiterer Forschungsschwerpunkt bei der ökobilanziellen Bewertung des flexiblen Biogasanlagenbetriebs in Bezug auf Treibhausgasemissionen. Dazu werden zum einen die anlagenspezifischen Emissionen und zum anderen der Einfluss auf die Gesamtemissionen im deutschen Stromsystem betrachtet.

Ein Projekt des Förderprogramms
„Energetische Biomassenutzung“

Maßnahmen

Zur Ermittlung eines technisch-ökonomisch optimierten Betriebs flexibler Biogasanlagen werden auf Basis von fünf Beispielanlagen in Deutschland, die bereits einen flexiblen Betrieb aufweisen und die Flexibilitätsprämie beziehen, typische Flexibilisierungsverläufe abgeleitet. Für diese Modelltypen werden unterschiedliche Szenarien entwickelt, die sich hinsichtlich verschiedener Flexibilisierungskonzepte, technischen Restriktionen und Fahrplangestaltungen unterscheiden. Weiterhin wird eine ökologische Bewertung mit Hilfe der Ökobilanz für eine gegenwärtige und zukünftige Perspektive durchgeführt. In der zukünftigen Perspektive wird sich der Problematik der Abregelung fluktuierender erneuerbarer Energien gewidmet. Wohingegen in der gegenwärtigen Perspektive Fragen bezüglich der relativen Treibhausgasemissionen im Vergleich zum unflexiblen Betrieb sowie anderen Erzeugungstechnologien im Fokus stehen.

Ergebnisse

Der flexible Betrieb von Bestandsbiogasanlagen wird vor allem durch die Flexibilitätsprämie und durch die Effizienzsteigerung in Folge des Zubaus eines neuen Verstromungsaggregats angereizt. Die optimale Betriebs- und Vermarktungsstrategie ist von mehreren Faktoren abhängig und anlagenindividuell zu wählen. Dabei spielen Mehrerlöse an der Strombörse der EPEX Spot SE nur eine untergeordnete Rolle. Die relativen Emissionen von flexiblen Biogasanlagen liegen unterhalb von modernen Gaskraftwerken, jedoch führt derzeitig ein flexibler Betrieb zu Mehremissionen im Stromsystem, da diese ausschließlich mit flexiblen konventionellen Kraftwerken konkurrieren. Zukünftig muss sich der flexible Biogasanlagenbetrieb an der Residuallast orientieren, um die Abregelung fluktuierender erneuerbarer Energien zu verhindern.

Literatur

Leprich, U.; Hauser, E.; Grashof, K.; Grote, L.; Luxenburger, M.; Sabatier, M.; Zipp, A. (2012): Kompassstudie Marktdesign Leitideen für ein Design eines Stromsystems mit hohem Anteil fluktuierender Erneuerbarer Energien, Saarbrücken.

Szarka, N.; Scholwin, F.; Trommler, M.; Jacobi, F.; Eichhorn, M.; Ortwein, A.; Thrän, D. (2013): A novel role for bioenergy: A flexible, demand-oriented power supply. In: Energy Bd. 61 (2013), S. 18–26

BioStrom – Steuerbare Stromerzeugung mit Biogasanlagen

Katharina Bär, Georg Häring, Matthias Sonnleitner, Wilfried Zörner

Technische Hochschule Ingolstadt – Institut für neue Energie-Systeme (InES)
Esplanade 10, 85049 Ingolstadt
Telefon: +49 (0) 841 9348 6490
E-Mail: matthias.sonnleitner@thi.de

Schlagwörter: Biogas, flexible Stromerzeugung, Biogasanlage, fluktuierende Stromerzeugung, technische Voraussetzungen, Strommarkt, Regelenergie, Gasspeicher, BHKW, Demonstration, Monitoring, Wärmenutzung, Klimagasbilanz, Treibhausgasbilanz, Optimierung, Wirtschaftlichkeit, Betriebsweise, Konzepte, Treibhausgasemissionen

Mit dem Ausbau der erneuerbaren, jedoch fluktuierenden Stromerzeugung durch Wind- und Solarenergie steigen die Anforderungen an die Versorgungssicherheit und zuverlässigkeit. Um die Netzstabilität in Zukunft sicherzustellen, müssen Potenziale im Bereich des Lastmanagements und neuer Speichertechnologien erschlossen werden. Hierbei hat die steuerbare Stromerzeugung aus Biogas ein besonders großes technisches und wirtschaftliches Potenzial, da ein höherer Wirkungsgrad erreicht werden kann als beispielsweise bei der Speicherung von Strom in Pumpspeicherkraftwerken, durch Druckluftspeicher oder in Form von Wasserstoff.

Vor diesem Hintergrund wurde vom Institut für neue Energie-Systeme (InES) der Technischen Hochschule Ingolstadt und der UTS Biogastechnik GmbH das Forschungsvorhaben „BioStrom: Steuerbare Stromerzeugung mit Biogasanlagen“ durchgeführt. Das primäre Ziel des Vorhabens war, anhand von Simulationen und den Erfahrungen in einer Pilot- bzw. Demonstrationsanlage, bestehende Biogasanlagen in die Lage zu versetzen, als steuerbare Stromerzeuger zu agieren und damit zur Erhöhung der Effizienz bei der Integration der Erneuerbaren Energien beizutragen. Dabei wurden konkrete Lösungen im technischen Bereich erarbeitet, so dass Biogasanlagen frühzeitig, durch z. B. den Einsatz von effizienten Speichertechnologien, in die Lage versetzt werden, Erzeugungsmanagement zu betreiben und damit als steuerbare Stromerzeuger in Aktion zu treten.
Um konkrete Lösungen zu erarbeiten, erfolgte ebenfalls eine Analyse des Umrüstungspotenzials, des Bedarfs an steuerbarer Stromerzeugung sowie geeigneter Steuerinstrumente.

Ein Projekt des Förderprogramms
„Energetische Biomassenutzung“

Als Steuerinstrument für eine flexible Stromerzeugung durch Biogasanlagen eignen sich Energy-only-Märkte, wie die Spotmärkte der EPEX Spot. Die Preise an Energy-only-Märkten bilden die residuale Last ab. Aus diesem Grund sind deren Preissignale dafür geeignet die fluktuierende Stromerzeugung auszugleichen und damit die noch zu deckende residuale Last zu verstetigen. Der Verlauf der Strompreise gibt damit die notwendige Flexibilität der Stromerzeugung aus Biogasanlagen vor.
Im Vorhaben wurde die Technik von durch die Umrüstung auf steuerbare Stromerzeugung betroffenen, relevanten Komponenten analysiert, bewertet und deren jeweiliges Potenzial für den praktischen Betrieb einer flexiblen Strombereitstellung beschrieben. Als Ergebnis wurden Mindestanforderungen an Gasspeichersysteme, das Gasspeichermanagement, die BHKW-Technik und der Wärmenutzung definiert.

Aufbauend darauf wurden innerhalb einer Parameterstudie verschiedene Gesamtkonzepte zur steuerbaren Stromerzeugung entwickelt. Grundlage für die wirtschaftliche Bewertung dieser Konzepte ist ein optimierter Einsatz der jeweiligen installierten Leistungen und der Gasspeichergröße. Hierzu wurden mittels Simulationen optimierte potenzielle Fahrpläne der Stromerzeugung für die jeweiligen Anlagenkonzepte erstellt.

Zur Demonstration der steuerbaren Stromerzeugung im Rahmen des Vorhabens wurde eine bestehende Biogasanlage umgerüstet, so dass diese nun in der Lage ist, steuerbar Strom zu erzeugen. Um ein detailliertes wissenschaftliches Monitoring der steuerbaren Stromerzeugung durchzuführen, wurde im Zuge des Vorhabens an der Demonstrationsanlage umfangreich Messtechnik verbaut. Die Messergebnisse weisen die Fähigkeit der Anlage nach, steuerbar Strom zu erzeugen. Insbesondere zum Betrieb des Gasspeichers konnten detaillierte Erkenntnisse gewonnen werden.

Der Beitrag stellt die wichtigsten Ergebnisse des Projekts „BioStrom – Steuerbare Stromerzeugung mit Biogasanlagen“ dar.

BioPower2Gas – Flexibilisierung am Beispiel Bioenergiedorf Jühnde 2.0

Dirk Filzek, Peter Ritter, Lars Nicklaus

CUBE Engineering GmbH
Breitscheidstr. 6, 34119 Kassel
Telefon: +49 (0) 561 288 573 -55
E-Mail: d.filzek@cube-engineering.com

Schlagwörter: Flexibilisierung von Bioenergieanlagen, Energieeffizienz mit Kraft-Wärme-Kopplung, Saisonale Optimierung, tägliche Einsatzoptimierung mit Fahrplanmanagement

Ziel des Verbund-Projektes „BioPower2Gas“ ist es, Biogasanlagen als systemstützende Komponente in einem zunehmend erneuerbaren Energieversorgungssystem zu etablieren. Dazu sollen Flexibilisierungs-potentiale genutzt und eine bedarfsgerechte Stromeinspeisung ermöglicht werden. Dies wird anhand von drei sich unterscheidenden Modellanlagen praktisch erprobt. Beim Bioenergiedorf Jühnde handelt es sich um eine Biogasanlage mit Vor-Ort-Verstromung und einem angeschlossenen Nahwärmenetz, das große Teile des Dorfes mit Wärme versorgt. Der Vorreiter unter den Bioenergiedörfern geht nun als Bioenergiedorf Jühnde 2.0 erneut voran und wird die neue Rolle der Bioenergie mit bedarfsorientierter Stromerzeugung konkret vorleben.

Schwerpunkte der Arbeiten sind:

- Optimierte flexible Auslegung der Biogasanlage mit Nahwärmenetz für eine bedarfsorientierte Stromerzeugung
- Entwicklung und Aufbau eines Systems für die anlagenindividuelle Einsatzoptimierung
- Flexibler Betrieb der steuerbaren Anlage mit Fahrplanmanagement und Evaluation des flexiblen Betriebs
- Energieeffizienz und Systemintegration durch täglich und saisonal optimierte Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung

Für die flexible Auslegung der Bioenergieanlage wurden techo-okönomische Simulationen von Anlagenbetrieb und Stromhandel bei alternativen Anlagenkonfigurationen durchgeführt. Diese Simulationen boten die Grundlage für eine wirtschaftliche Betrachtung.

Die flexibilisierte Anlage wird künftig nur noch während eines Teils der Tagesstunden Strom erzeugen. Der optimierte Fahrplanbetrieb ermöglicht, die Betriebsstunden so auszuwählen, dass maximale Erlöse am Strommarkt erzielt werden. Dabei spiegeln die Marktpreise den bundesweiten Strombedarf und die wetterabhängige Wind- und PV-Stromeinspeisung deutlich wider.

Ein Projekt des Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“

Die Umsetzung der entwickelten anlagenindividuellen Einsatzoptimierung erfolgt auf Basis eines detaillierten digitalen Anlagenmodells in Kombination mit Marktpreis- und Wetterprognosen. Besonderes Augenmerk liegt auf der genauen Berücksichtigung der Anlagenrestriktionen. Hierzu zählen der jederzeit zu deckende Wärmebedarf im Nahwärmenetz sowie Anlageneigenschaften wie z. B. BHKW-Wirkungsgrade und Mindestlaufzeiten. Wärme- und Gasspeicherfüllstände sind passend dazu zu managen. Im Ergebnis werden Fahrpläne für jedes einzelne BHKW erzeugt.

- Simulationen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zum Zwecke der flexiblen Anlagenauslegung und eines energieeffizienten saisonal flexiblen Betriebs
- Entwicklung und Aufbau des Einsatzoptimierungssystems
- Inbetriebnahme der flexibilisierten Anlage in der Heizperiode 2015/16 nach erfolgter Investitionsentscheidung und Projektplanung durch die Genossenschaft Bioenergiedorf Jühnde

Beiteiligt am Projektkonsortium sind die MicrobEnergy GmbH, Netzbetreiber EnergieNetz Mitte GmbH und den Energieversorger EAM EnergiePlus GmbH der EAM Gruppe, CUBE Engineering GmbH sowie IdE Institut dezentrale Energietechnologien gGmbH. Assoziierter Partner des Vorhabens ist das Bioenergiedorf Jühnde. Das Projekt BioPower2Gas wird innerhalb des Programms „Energetische Biomassenutzung“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert (Projektlaufzeit: 01.09.2013 – 31.08.2016, FKZ: 03KB089A). Die wissenschaftliche Begleitforschung erfolgt durch das Deutsche Biomasseforschungszentrum DBFZ. Weitere Informationen zum Projekt unter www.biopower2gas.de.

Literatur

Ritter, P.; Filzeck, D.; Nicklaus, L. (2015): Marktoptimierte Fahrpläne für flexible Biogasanlagen. In: Biogas Journal. Sonderheft Direktvermarktung 2015, S. 34-41.

Hochtemperaturspeicher zur flexiblen Stromerzeugung in Biomasse HKW

Matthias Stark, Matthias Sonnleitner, Wilfried Zörner

Technische Hochschule Ingolstadt – Institut für neue Energie-Systeme (InES)
Esplanade 10, 85049 Ingolstadt
Telefon: +49 (0) 841 9348 6405
E-Mail: matthias.stark@thi.de

Schlagwörter: Feste Biomasse, flexible Stromerzeugung, Biomasse HKW, fluktuierende Stromerzeugung, Strommarkt, Regelenergie, Residuallast, Dampfspeicher, Dampfkraftwerk, Hochtemperaturspeicher, Wärmenutzung, Optimierung, Wirtschaftlichkeit, Betriebsweise, Konzepte, Energiewende

Durch den Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere durch den Zubau von Windkraft und Photovoltaik, ist der Anteil der fluktuierenden Stromerzeuger im deutschen Kraftwerkspark stark angestiegen. In den nächsten Jahren ist, unter Berücksichtigung des Ausbauszenarios der Bundesregierung, von einer weiteren, starken Zunahme der fluktuierenden Stromerzeuger auszugehen (Nitsch et al. 2013).

Aufgrund der steigenden Gefahr von Netzüberlastungen und Versorgungsengpässen, besteht ein erhöhter Bedarf an flexiblen Kraftwerken und Energiespeichern. Dieser Bedarf wird mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien weiter ansteigen (Höflich et al. 2012).

Im Gegensatz zur Solar- und Windkraft, haben die mit Biomasse betriebenen Anlagen den Vorteil, dass diese witterungsunabhängig zu jeder Zeit Strom erzeugen können. Durch die technologisch bedingt einfache Möglichkeit zur Gasspeicherung werden Biogasanlagen bereits zur flexiblen Stromerzeugung eingesetzt. Aber auch Biomasseheizkraftwerke haben durch ihre dezentrale Verteilung und ihre Anlagengröße vorteilhafte Grundvorrausetzungen für eine flexible Stromerzeugung.

Aktuell kann eine variable Stromerzeugung meist nur über die Regelung der Feuerung (Reduzierung der Brennstoffzufuhr) verwirklicht werden. Dieser Vorgang läuft jedoch sehr träge ab und hat hohe Wirkungsgradeinbußen im Kessel zur Folge. Auch ein erhöhter Verschleiß und Schadstoffausstoß ist in vielen Anlagen zu erwarten. Da diese Art der flexiblen Stromerzeugung technisch und wirtschaftlich nicht optimal ist, wird ein alternatives Konzept entwickelt. Wie in Abbildung 1 dargestellt soll, ähnlich zur Biogastechnologie (Entkopplung von Gaserzeugung und Gasnutzung), die Dampferzeugung von der Dampfnutzung entkoppelt werden.

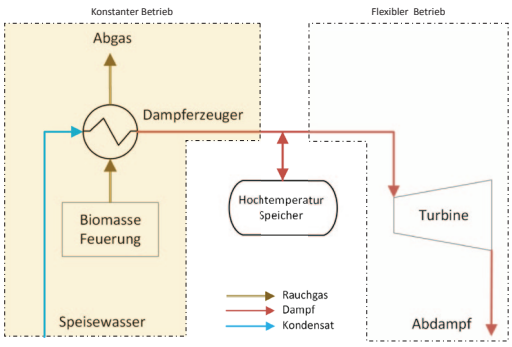


Abbildung 1: Entkopplung von Dampferzeugung und -nutzung, eigene Darstellung

Durch die Einbindung einer Technologie zur Speicherung des Dampfes kann der ‚unflexible' Anlagenteil, bestehend aus Feuerung und Dampferzeuger, weiter im Auslegungspunkt bei optimalem Wirkungsgrad betrieben werden. Soll die Strommenge reduziert werden, kann vor der Turbine ein Teilstrom des Dampfes entnommen und in den Speicher geladen werden. Wird eine erhöhte Strommenge benötigt, kann die verfügbare Dampfmenge mit Entladedampf aus dem Speicher angehoben und die Turbinenleistung erhöht werden. Moderne Dampfturbinen eigenen sich für solch einen flexiblen Betrieb und weisen hier nur moderate Wirkungsgradverluste auf.

Eine prozess-interne Speicherung von Dampf ist bisher nur in wenigen Fällen betrachtet worden. Meist wurde der am weitesten verbreitete Ruths-Dampfspeicher untersucht. Durch hohe Druckverluste und die Gleitdruckentladung eignet sich dieser Speicher aber nur eingeschränkt für den beschriebenen Anwendungsfall.
Im Bereich der solar-thermischen Kraftwerke wurden jedoch in den letzten Jahren viele verschiedene Technologien zur Dampfspeicherung erprobt und weiterentwickelt. Verbesserte Ruths-Speicher, Latent-Wärmespeicher (PCM), Salzschmelze-Speicher und Feststoffspeicher (Beton) sind beispielhafte Technologien, die sich grundsätzlich auch für den Einsatz am Biomasseheizkraftwerk eignen (Kuravi et al. 2013).

Die Übertragbarkeit neuer Speichertechnologien 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 an Technologien zur Speicherung von Dampf zusammengefasst. Zudem wurden die Funktionsprinzipien und Integrationsmöglichkeiten für Speicher im System untersucht.

Auf Basis dieser Erkenntnisse konnten die verschiedenen Speichermedien und -technologien auf ihre Einsatzfähigkeit im Dampfkreislauf von Biomasseheizkraftwerken geprüft werden. Die verschiedenen Speicherkonzepte sowie die Kombination von verschiedenen Technologien in einem Konzept wurden gegenübergestellt und bewertet. Eine Kombination aus PCM- und Salzschmelze-Speicher sowie ein Konzept, das auf einer verbesserten Form des Ruths-Speichers basiert, wurden als aussichtsreiche Lösungen ermittelt.

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 techologies and systems for concentrating solar power plants. Progesss in Energy and Combustion Science, 22 March, pp. 285-319.

Nitsch, J.; Pregger, T.; Naegler, T.; Heide, D.; de Tena, D.L.; Trieb, F.; Scholz, Y.; Nienhaus, K.; Gerhardt, N.; Sterner, M.; Trost, T.; Oehsen, A.; Schwinn, R.; Pape, C.; Hahn, H.; Wickert, M.; Wenzel, B. (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global - Schlussbericht. DLR, IWES, IFNE.

FlexHKW - Flexibilisierung von Biomasse Heizkraftwerken

Uwe Hoffstede, Bernd Krautkremer

Fraunhofer IWES
Koenigstor 59, 34119 Kassel
Telefon: +49 (0) 561 7294 438
E-Mail: uwe.hoffstede@iwes.fraunhofer.de

Schlagwörter: Flexibilisierung Biomasseheizkraftwerke

Hintergrund
Das Projekt FlexHKW evaluiert das Potenzial der Biomasseheizkraftwerke (BMHKW) für die flexible elektrische Energieerzeugung für den Ausgleich der Differenz zwischen der Nachfrage und der Erzeugung aus Wind und Photovoltaik. Hierdurch kann der Anteil der Erneuerbaren Energien am Strommix gesteigert und dementsprechend CO_2 -Emissionen gesenkt werden.

Aus Sicht des Anlagenbetreibers kann der Profit durch die Direktvermarktung - Ausnutzung des Preisspreads - der erzeugten Energie maximiert werden und bildet dadurch eine solide Basis für die Amortisation der Biomasseanlage. Um diesen extra Freiheitsgrad zu nutzen, erforscht das Projekt insbesondere die Möglichkeiten, welche sich durch zusätzliche Wärmespeicher ergeben.

Hierbei wurden verschiede Konzepte für unterschiedliche Biomasse Heizkraftwerktypen ausgearbeitet und an einem existierenden BMHKW, welches ein Fernwärmenetz mit Wärme versorgt, die ökonomische Realisierbarkeit analysiert.

Forschungsschwerpunkte
Der Hauptschwerpunkt des Projektes ist es die elektrische und thermische Energieerzeugung aus Biomasseheizkraftwerke als flexible Kapazität für die Realisierung einer unterbrechungsfreien Energieversorgung nutzbar zu machen. Die Erzeugungsleistung von Biomasse wird durch die Flexibilisierung erhöht und kann somit die volatilen Energieerzeuger wie Wind und PV sowie die volatilen Lasten ausgleichen.

Teilforschungsziele waren hierbei Ermittlung erforderliche Maßnahmen für Biomasseheizkraftwerke auf Basis theoretische Grundlagen und praktischer Erfahrungen im Rahmen eines Feldtests sowie die Erarbeitung von Rahmenempfehlungen für Betreiber und Politik, welche die Ertüchtigung der Biomasseheizkraftwerke für eine flexible elektrische Energieerzeugung unter Berücksichtigung der Versorgung von Kunden mit Wärme ermöglichen.

Maßnahmen
Im ersten Schritt wurde der Bestand von vorhandenen BMHKW‘s in Deutschland ermittelt und nach verschiedenen technologischen Konzepten unterteilt.
Anschließend wurden angepasste technische und ökonomische Maßnahmen für eine flexible elektrische Energieerzeugung auf Basis der verschiedenen technologischen Konzepte der BMHKW und deren Hauptprodukte Wärme und elektrische Energie erarbeitet.

Ein Projekt des Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“

Die technischen und ökonomischen Machbarkeit wurde Anhand eines Feldtest mit einem 5 MW_{th} großen Biomasseheizkraftwerk im Rahmen eines Feldtests erprobt. Hierzu wurden die Maßnahmen an der Anlage umgesetzt und die elektrische Leistung über einem Energiehändler am regulären Regelleistungsmarkt angeboten.
Im Rahmen von zwei Experten Workshops wurden die Ergebnisse diskutiert und Rahmenempfehlungen für Betreiber und Politik ausgearbeitet.

Ergebnisse
Der Bestand von BMHKW's in Deutschland wurde ermittelt und deren Potenzial für die Erbringung von Ausgleichsenergie bestimmt. Hierbei wurden in Deutschland vier verschiedene technologische Konzepte von BMHKW's gefunden. Diese unterscheiden sich Hauptsächlich durch die Art der elektrischen Energieerzeugung voneinander.

Von der Anlagentechnik her wurden vier Turbinen Arten (ORC EKT GK und HT) ermittelt sowie drei verschiedene Wärmeprofile (Privater Sektor, Industrie Sektor und Mischung von beiden) identifiziert. Mögliche zusätzliche Erlöse durch das Anbieten von Regelenergie, oder von Energie am Intraday oder Day-Ahead Markt wurden ermittelt. Technische Möglichkeiten mit Wärmespeicher und ohne wurden ökonomisch betrachtet. Technische Ergebnisse aus dem Versuchsbetrieb belegen die Umsetzbarkeit. Der Dampferzeuger wurde hierbei auf Grund dessen Trägheit als Problemstelle identifiziert, welche in weiteren Untersuchungen betrachtet werden sollte. Ein weiteres Ergebnis war, dass, trotz der zusätzlichen Einnahmen, das existierende Einspeisetarifsystem angepasst werden sollte, um die Flexibilisierung der BMHKW anzureizen.

Weitere Informationen
www.energiesystemtechnik.iwes.fraunhofer.de/de/projekte/suche/laufende/flex_hkw--flexibilisierung-des-betriebes-von-heizkraftwerken.html

RegioBalance – Flexible Bioenergie als regionale Ausgleichsoption in Stromverteilernetzen – Ein Ansatz zur ökonomischen Bewertung

Marcus Trommler, Tino Barchmann, Martin Dotzauer

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig
Telefon: +49 (0) 341 2434 584
E-Mail: Marcus.Trommler@dbfz.de

Schlagwörter: Bioenergieanlage, Flexibilität, Kosten, Netzausbau, ökonomische Bewertung, proaktives Einspeisemanagement, Stromnetz, Verteilnetz

Hintergrund
Der Großteil der Einspeiseleistung aus Erneuerbaren Energien in Deutschland (Stand 2014: ca. 61 GW) wurde und wird mit derzeit ca. 25 GW in den Stromnetzen der Mittelspannungsebene installiert (Verteilernetzstudie 2014). Historisch betrachtet wurde über diese Spannungsebene der Strom aus fossil-nuklearen Kraftwerken aus der Hoch- und Höchstspannungsebene zu den Letztverbrauchern bis in die Niederspannungsebene verteilt. Heute sind Verteilernetze vielmehr Hybride, die Strom aufnehmen und verteilen oder in das Hoch- und Höchstspannungsnetz zurück speisen. Rückspeisung erfolgt immer dann, wenn in Verteilnetzbereichen die kumulierte angeschlossene Erzeugungsleistung bilanziell die Stromnachfrage übersteigt. Da sich diese Situation strukturell aufgrund der Ausbauziele im Rahmen der deutschen Energiewende weiter verbreiten und verstärken wird, können Netzengpässe entstehen denen entweder durch Netzausbau oder Flexibilitätsoptionen im Verteilernetz zu begegnen ist. Zukünftig werden hierfür zusätzlich zu den existierenden Mechanismen neue Ansätze entwickelt werden müssen, die die Herausforderungen eines stabilen Netzbetriebs adressieren.

Forschungsschwerpunkte
Im Projekt RegioBalance (FKZ 03KB087) wird untersucht, welchen Beitrag flexibel betriebene Biogasanlagen zur Vermeidung oder Minderung von Netzausbaumaßnahmen in der Mittelspannungsebene leisten können und ob diese Flexibilitätsoption im Vergleich zu herkömmlichem Netzausbau ökonomisch vorteilhaft ist.

Methoden und Ergebnisse
Dazu werden insgesamt fünf Mittelspannungsbezirke (20 kV) untersucht, von denen 3 in Ostdeutschland und 2 weitere in Norddeutschland liegen. Für diese fünf Mittelspannungsbezirke werden Szenarien berechnet, um aufzuzeigen, wie Biogasanlagen netztechnisch zu bewerten und wie die dabei resultierenden Kosten ökonomisch im Vergleich zu Netzausbaumaßnahmen einzuordnen sind.

Ein Projekt des Förderprogramms
„Energetische Biomassenutzung“

Bewertungsansatz für einen Vergleich der Flexibilitätsoption Biogas mit dem Stromnetzausbau im Rahmen eines proaktiven Einspeisemanagements

Der Kern des Bewertungsansatzes ist eine Opportunitätsrechnung, bei der entstehende Kosten und entgangene Erlöse einer netzdienlichen Betriebsweise der Konversionsaggregate von Biogasanlagen dem konventionellem Netzausbau gegenüber gestellt werden. Für diese Bewertung sind Informationen über die Einsatzhäufigkeit der Biogasanlagen aus den Szenarien abzuleiten, vermiedene Erlöse zu berechnen und Ansätze für einen Vergleich zum herkömmlichen Netzausbau zu implementieren. Die Bestimmung der Einsatzhäufigkeit von Biogasanlagen bei proaktivem Einspeisemanagement erfolgt durch eine vereinfachte Simulation der Mittelspannungsbezirke im Zeitverlauf. Dabei wird eine kumulierte Einspeiseleistung bestimmt, ab der eine Grenzwertverletzung für einzelne Netz- und Betriebsmittel zu erwarten ist. In Zeiten einer gleichzeitig hohen Wind- und Solarstromeinspeisung sowie geringer Nachfrage ist eine Leistungsreduktion der steuerbaren Anlagen erforderlich. Die Häufigkeit und Dauer dieser Abregelungen führt zu unterschiedlichen Opportunitätskosten auf Seiten der Biogasanlagen, die dann gegenüber einer rein marktgetriebenen Betriebsweise nicht preisoptimal eingesetzt werden können. Dies sind insbesondere entgangene Erlöse an Strom- und Regelenergiemärkten.

Beim Netzausbau der standardmäßig als Gegenstück zur vorgestellten Berechnung fungiert, ist entscheidend, wie der Netzbetreiber den Ausbau seines Verteilnetzes anhand einer dauerhaften Netzbewertung innerhalb einer kurz-, mittel- bzw. langfristigen Perspektive plant und steuert. Hierfür werden verschiedene Konzepte entworfen, die die grundsätzliche Vorgehensweise des Netzbetreibers und dessen Kostenansätze berücksichtigen.

Fazit und Ausblick

Am Beispiel der ausgewählten Mittelspannungsbezirke wird gezeigt, ob und unter welchen Bedingungen flexible Biogasanlagen eine Ergänzungsoption zum notwendigen Stromnetzausbau in Deutschland sein können, indem sie den Bedarf an Netzausbau reduzieren oder zeitlich erst später notwendig werden lassen.

Literatur

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Moderne Verteilernetze für Deutschland (Verteilernetzstudie), S. 6-7, E-Bridge Consulting GmbH, Bonn, Deutschland.

Biomasse als Flexibilitätsoption am Elektrizitätsmarkt

Benjamin Fleischer, Ludger Eltrop, Marlies Härdtlein

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)
Heßbrühlstraße 49a, 70565 Stuttgart
Telefon: +49 (0) 711 685-87850
E-Mail: benjamin.fleischer@ier.uni-stuttgart.de

Schlagwörter: Biogas, Flexibilisierung, Energiesystem, Elektrizitätsmarkt, Optimierung, Energiewende

Die Nutzung erneuerbarer Energien prägt die Entwicklungen des Elektrizitätsversorgungssystems auf europäischer und deutscher Ebene in zunehmendem Maße. Die ambitionierten Ziele der Bundesregierung sehen eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2025 auf 40 bis 45 Prozent und bis zum Jahr 2035 auf 55 bis 60 Prozent vor. Langfristig (2050) soll der Bruttostromverbrauch aus 80 Prozent erneuerbaren Energien gedeckt werden. Im Wesentlichen werden dargebotsabhängige Technologien wie Wind- und Solarenergie dazu beitragen, diese Ziele kosteneffizient zu erreichen. Dabei steigt der Bedarf an komplementären Flexibilitätsoptionen zur Erhaltung der Systemstabilität. Da das technische Potenzial der Flexibilitätsoptionen den tatsächlichen Bedarf weit übersteigt, sollen die kostengünstigsten Optionen genutzt werden (BMWi 2015).

Ziel des Vortrags ist es, die Flexibilitätsoptionen Kapazitätszubau, Biomethanaufbereitung und bedarfsorientiertes Fütterungsmanagement für Biogasanlagen und deren Auswirkungen auf den Elektrizitätsmarkt hinsichtlich der Erreichung mittel- (2025, 2035) und langfristiger (2050) energiepolitischer Ziele technisch, ökonomisch und aus Gesamtsicht des Elektrizitätsversorgungssystems zu bewerten.

Zur Analyse wurde das am Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) entwickelte Europäische Elektrizitätsmarktmodell (E2M2s) mit einem fundamentalanalytischen Modellierungsansatz des Elektrizitätsmarktes zur rekursiven Optimierung von Kraftwerkseinsatzplanung und Investitionen weiterentwickelt und eingesetzt (Sun 2013). Die Flexibilitätsoptionen für Biomasse wurden als Restriktionen und Gleichungen mittels linearer Programmierung implementiert. Anschließend wurde die Flexibilitätsoption Biomasse integral mit anderen verfügbaren Flexibilitätsoptionen, wie Lastmanagement, flexiblen konventionellen Kraftwerken und KWK-Anlagen, dem Netzausbau, überregionalem Elektrizitätsaustausch, Speichertechnologien und Curtailment zur Minimierung der Systemgesamtkosten optimiert und bewertet. Die Szenarien und Annahmen zum Ausbau erneuerbarer Energien sind dabei angelehnt an das Referenzszenario in (Schlesinger et al. 2014).

Die Ergebnisse zeigen den zunehmenden Bedarf an Flexibilität aus Biomasse mit steigendem Anteil dargebotsabhängiger erneuerbarer Energien. Dabei wird der zeitliche und regionale Bedarf an flexiblen Biomasseanlagen unter expliziter Berücksichtigung des Kraftwerksparks und der Übertragungsnetz-infrastruktur in Deutschland und dem europäischen Umland mittel- und langfristig aufgezeigt. Zudem wird der Einfluss einer jahreszeitlichen Flexibilisierung der Rohgasproduktion von Biogasanlagen auf den Bedarf einer Kapazitätsreserve gezeigt. Anhand der Ergebnisse können fundierte Handlungsempfehlungen für die Ausgestaltung zukünftiger energiepolitischer Rahmenbedingungen für Biomasse abgeleitet werden.

Die Biomasse als erneuerbare Flexibilitätsoption hat eine dominante Rolle unter den erneuerbaren Energien, da sich Biomassen sowohl für eine disponible Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung als auch für die Produktion von Sekundärenergieträgern eignen (Eltrop et al. 2015). Dennoch ist die Elektrizitätserzeugung aus Biomasse u. a. auf Grund der Verfügbarkeit von Anbauflächen begrenzt. Die Elektrizitätserzeugung aus Biomasse in Deutschland wird von ca. 49 TWh in 2014 auf ca. 52 TWh in 2030 und ca. 48 TWh in 2050 prognostiziert (Schlesinger et al. 2014). Mit der Markt- und Flexibilitätsprämie wird bereits heute vor allem größeren Biogasanlagen ein Anreiz zur bedarfsgerechten Elektrizitätsproduktion vor Ort gegeben (Fleischer 2014). Die Möglichkeit Rohbiogas zu Biomethan aufzubereiten und ins Erdgasnetz einzuspeisen stellt durch die räumliche und zeitliche Entkopplung der Gasproduktion und der Verwertung eine vielversprechende Flexibilitätsoption auch im Hinblick auf eine effiziente Kraft-Wärme-Kopplung dar (Fleischer & Eltrop 2014). Der Ausbau dieser Option wurde mit dem EEG 2014 zur Kostenbegrenzung beendet. Dies zeigt, dass die Biomasse als erneuerbarer Energieträger und Flexibilitätsoption noch nicht in ausreichendem Maße analysiert und bewertet wurde (Fleischer & Eltrop 2014).

Literatur

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie - BMWi (2015): Ein Strommarkt für die Energiewende – Ergebnispapier des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Weißbuch).

Schlesinger, M.; Lindenberger, D.; Lutz, C. (2014): Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose, Projekt Nr. 57/12, Studie im Auftrag des BMWi.

Eltrop, L.; Fleischer, B.; Härdtlein, M.; Panic, O.; Maurer,C.; Daiber, R.; Dieter, H.; Beirow, M. (2015): BioenergieFlex BW, 2. Zwischenbericht anlässlich des Statuskolloquiums Umweltforschung Baden-Württemberg, am 25. und 26. Februar 2015.

Fleischer, B. (2014): Flexible biogas plants in future energy systems, in: Progress in Biogas III. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart, 11. September 2014.

Fleischer, B.; Eltrop, L. (2014): Welchen Beitrag kann Biogas künftig zur flexiblen Strombereitstellung in Baden-Württemberg leisten?, Tagung: Flexible energetische Biomasse-Nutzung und das EEG 2014 am 27. November 2014.

Sun, N. (2013): Modellgestützte Untersuchung des Elektrizitätsmarktes – Kraftwerkeinsatzplanung und -investitionen, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart.

Postergalerie

6. Statuskonferenz

Bioenergie -
Mehr als eine sichere Reserve !?

BioWärme & KWK

- Carola - Elektrostatischer Feinstpartikelabscheider zur flexiblen Anpassung an Biomassekesseln
  Hanns-Rudolf Paur (Karlsruher Institut für Technologie, KIT)

- Numerische Simulationen zur Verbesserung von Biomassefeuerungen – Modellierung des Glutbetts am Beispiel von Stroh
  Andrea Dernbecher (DBFZ)

- Neue Wege gehen: dezentrale Fernwärme-Einspeisung in ein bestehendes Fernwärmenetz durch ein innovatives Holzvergaser-Konzept
  Mirco Beisheim (KEBAP KulturEnergieBunkerAltonaProjekt e.V.)

- Markteinführung von Katalysatoren zur Emissionsminderung an Biomassefeuerungen
  Ingo Hartmann (DBFZ)

- Voruntersuchungen zum Einsatz landwirtschaftlicher Reststoffe in einem Biomasse-Kraftwerk
  Martin Meiller (Fraunhofer UMSICHT)

- LEVS - Low-Emission-Verbrennungssystem für die Verbrennung von festen Brennstoffen in Vergaserkesseln
  Mohammadshayesh Aleysa (Fraunhofer-Institut für Bauphysik)

- Intelligente Biomasseheiztechnologien – Wärme aus Biomasse in einem zukünftigen erneuerbaren Energiesystem
  Volker Lenz (DBFZ)

- Optimierte energetische Nutzung von Biertrebern
  Andreas Weger (Fraunhofer UMSICHT – Institutsteil Sulzbach-Rosenberg)

- Verfahren zur kombinierten Reduktion von Stickoxiden und Feinstaub an Biomassefeuerungen
  Mario König (DBFZ)

- IntEleKT - Entwicklung des elektrostatischen Staubabscheidesystems für Biomassefeuerungen der IZES gGmbH: Start der Kleinserie
  Bodo Groß & Alexander Berhardt (IZES)

Poster-Slam

Biogas

- FermKomp – Optimierung anaerober Perkolationsprozesse mit anschließender Nachrotte auf Basis von Methoden zur Substratcharakterisierung
  Torsten Reinelt (DBFZ)

- PROKOSYS - Prozesse, Komponenten und Systeme für die flexible Biogasproduktion und - Aufbereitung
  Björn Schwarz (Fraunhofer IKTS)

- Entschwefelung von Biogas mittels dielektrisch behinderter Entladung
  Marina Unseld (TU Clausthal, Institut für Energieforschung und Physikalische Technologien)

- ManBio – Entwicklung von technischen Maßnahmen zur Verbesserung des Gasmanagements von Biogasanlagen
  Matthias Stur (DBFZ)

- Flex Feed – Flexibilisierte Fütterung in Biogasprozessen mit Modell-basierter Prozesserkennung im Praxismaßstab
  Stefan Junne & Erich Kielhorn (TU Berlin)
  (Co-Autoren: H.-J. Nägele, P. Kress, A. Bockisch, K. Bailly, P. Neubauer, H. Oechsner, M.N. Cruz)

- BGAMIX - Verbesserung der Durchmischung in Biogasfermentern durch methodische Rührwerksoptimierung im Laborversuch
  Leonhard Wiedemann (Technische Hochschule Ingolstadt – InES)

- Ressourceneffizienz im Energiepflanzenanbau
  Katharina Winter (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, TLL)

Poster-Slam

Flexible Bioenergie

- Ash-to-Gas - Mikrobielle Biomethan-Erzeugung mit Wasserstoff aus der thermischen Vergasung von Biomasse mit Nährstoffen aus Vergasungsrückständen
  Martin Wolff (Uni Erlangen-Nürnberg)

- Omic-basiertes Monitoring des Wasserstoffentstehungsprozesses mit Rhodobacter sphaeroides
  Nadine Wappler (University of Applied Sciences Mittweida)

- Identifikation kritischer Zonen im Biogasfermenter bei flexibilisiertem Anlagenbetrieb: Einfluss der Rührzeiten im Praxismaßstab
  Philipp Kress (Universität Hohenheim)

- Speicherung von Strom mit Hilfe von biogenen Kohlenstoffoxiden – Fallstudien zum Warmstart von Synthesereaktoren
  Stefan Rönsch (DBFZ)

- Synergien aus der direkten Kopplung von BtL- und PtL-Anlagen
  Tim Schulzke (Fraunhofer-Institut UMSICHT)

- BioPower2Gas – Einsatzpotential von optimal leistungsregelbaren Biogastechnologien und Simulation eines bedarfsgerechten Anlagenbetriebes in einer Modellregion
  Tobias Heidrich (IdE – Institut dezentrale Energietechnologien gGmbH)

- Torrefizierte Holzpellets – Einsatz in Kleinfeuerungs- und Kleinvergasungsanlagen
  David Ziegler (DBFZ)

- Technisches Konzept zur wirtschaftlichen Nutzung erneuerbarer Energien aus organischen Abfällen im kommunalen Maßstab
  Frank Hilbrig (Lehrstuhl für Bioprozesstechnik, Universität Bayreuth)

- Erneuerbare Energien als Teil der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie
  Karin Naumann (DBFZ)

Poster-Slam

Kommunale Konzepte

- KomInteg – Nachhaltige Integration von Bioenergiesystemen im Kontext einer kommunalen Entscheidungsfindung
  Bodo Gross (IZES)

- IbeKET - Innovatives bedarfsangepasstes Kommunal-Energieträger-Konzept
  Andreas Schonhoff (ttz Bremerhaven)

Programmbegleitung (Service- und Begleitvorhaben)

Energetische Biomassenutzung

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (DBFZ)
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig

Projektleitung
Prof. Dr. Daniela Thrän (zweite v. r)
Telefon: +49 (0) 341-2434-435
E-Mail: Daniela.Thraen@dbfz.de

Projektkoordination (dritte v. r.)
Diana Pfeiffer
Telefon: +49 (0) 341-2434-554
E-Mail: Diana.Pfeiffer@dbfz.de

Projektassistenz (erste v. l.)
Kathrin Greve
Telefon: +49 (0) 341-2434-485
E-Mail: Kathrin.Greve@dbfz.de

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (zweite v. l.)
Bianca Stur (in Elternzeit)
Telefon: +49 (0) 341-2434-439
E-Mail: Bianca.Stur@dbfz.de

Publikationen und Neue Medien (erste v. r.)
Angela Gröber
Telefon: +49 (0) 341-2434-457
E-Mail: Angela.Groeber@dbfz.de

Impressum

Herausgeber
Daniela Thrän, Diana Pfeiffer

Kontakt
DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
Programmbegleitung des Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“
Torgauer Straße 116, D-04347 Leipzig
Telefon: +49 (0)341 2434-554
Telefax: +49 (0)341 2434-133
E-Mail: diana.pfeiffer@dbfz.de
www.energetische-biomassenutzung.de

Geschäftsführung
Wissenschaftlicher Geschäftsführer: Prof. Dr. mont. Michael Nelles
Administrativer Geschäftsführer: Dipl.-Kfm. (FH) LL.M. Daniel Mayer

Bildnachweis
Titel: DBFZ
Jeder Autor ist für die korrekte und rechtskonforme Verwendung seiner Darstellungen und Bilder selbst verantwortlich.

Layout & Herstellung
Angela Gröber
Diana Pfeiffer

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

ISSN 2366-4169

© Copyright: Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Druckerzeugnisses darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fällt insbesondere auch die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf anderen digitalen Datenträgern.

© DBFZ, Leipzig 2015

www.energetische-biomassenutzung.de