



Vermeidung betriebsbedingter Methanemissionen aus Über-/ Unterdrucksicherungen (ÜUDS) durch Maßnahmen des Biogasspeichermanagements

Torsten Reinelt

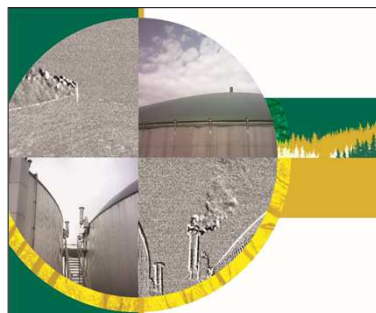


50. Biogasfachtagung Thüringen, Erfurt 07.11.2018

Agenda



- Hintergrund
- Promotionsvorhaben
- Forschungsvorhaben
- Überwachung von Überdrucksicherungen
- Ergebnisse aus Praxismessungen
 - Biogasanlagen
 - Emissionsfaktoren
 - Einflüsse auf das Emissionsverhalten
- Emissionsarmer Anlagenbetrieb
- Zusammenfassung



Bildquelle:
Liebetrau, J.; Reinelt, T.; Agostini, A.; Linke, B. (2017): Methane emissions from biogas plants. Methods for measurement, results and effect on greenhouse gas balance of electricity produced.
http://task37.ieabioenergy.com/files/daten-redaktion/download/Technical%20Brochures/Methane%20Emission_web_end_small.pdf, Zugriff am 17.1.2018

2

DBFZ

Hintergrund

Qualitative Quellenbewertung (gibt es Emissionen?)	Quantifizierung (wieviel wird emittiert?)
<ul style="list-style-type: none"> • Verfahrensoptimierung • Akzeptanz • Sicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertung der Technologie <ul style="list-style-type: none"> ▪ Methan → relevantestes Treibhausgas auf Biogasanlagen (Emissionsmengen ↔ Treibhausgaspotenzial) ▪ Sicherheit ▪ Ökonomie ▪ Datenbasis ▪ Zertifizierung (z. B. Biomethan als Kraftstoff) ▪ Inventarisierung • wenig gefasste Abgasströme ↔ wenige Emissionsgrenzwerte • Akzeptanz • Effizienz (z. B. hinsichtlich Flächenbedarf)

3

DBFZ

Hintergrund

The diagram illustrates the process of a agricultural biogas plant. It starts with silage storage (Silagelager) and manure storage (Gütelager) feeding into a mixing tank (Anmischbehälter). The mixture then goes to a fermenter (Fermenter). From the fermenter, biogas is produced, which can be used for flaring (Fackel), BHKW (combined heat and power), or BGAA (biogas upgrading). The digestate from the fermenter goes to a digestate storage tank (Gärrestlager) and then to a separation unit (Separation).

- Flächenquellen (Offene Lagerung von Gärresten)
- **Temporäre Quellen (Emissionen aus Überdrucksicherungen)**
- Ortunbekannte bzw. Punktquellen (Leckagen)
- Geführte Quellen (Abgasströme des BHKWs oder der BGAA)

Bild: ©DBFZ

4

Forschungsvorhaben



- **Projekttitle:** „BetEmBGA – Betriebsbedingte Emissionen von Biogasanlagen“
- **Projektdauer:** 01.02.2015 – 31.10.2018
- **Förderhinweis:** Das Projekt wurde gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft vertreten durch den Projektträger Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. unter dem Förderkennzeichen 22020313.
- **Projekthalt:** Langzeituntersuchung von 7 Biogasanlagen (jeweils angestrebter Messzeitraum 1 Jahr, 1 Anlage mit 2 Jahren Messzeitraum)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



5

Überwachung von Überdrucksicherungen



Herausforderungen:

- VDI 4285 Blatt 1 → Geführte oder diffuse Quelle?
- Sehr stark zeitveränderliches Emissionsverhalten abhängig von
 - den atmosphärischen Umgebungsbedingungen
 - Betriebsweise
 - Betriebszustand
- Überwachung/Nachrüstung mit Messtechnik
 - Beachtung der Explosionsschutzkategorie
 - Keine Beeinträchtigung der Funktion von ÜUDS (Anlagensicherheit) durch die Messtechnik
 - Änderungen bedürfen der Prüfung durch einen Sachverständigen gemäß Betriebssicherheitsverordnung und Gefahrstoffverordnung

6

Überwachung von Überdrucksicherungen

Messprinzip

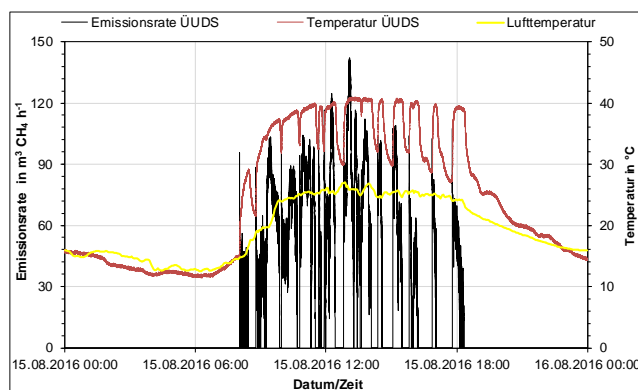


- **Strömungsmessung:**
 - Strömungsgeschwindigkeit im Abblaserohr und Bezug auf die innere Querschnittsfläche des Rohres
 - Messung des Methangehaltes im Gasspeicher über die ÜUDS
 - Bestimmung des abgeblasenen Biogasvolumenstromes
- **Temperaturmessung:**
 - Temperaturunterschied zwischen Umgebungs- und Biogastemperatur
 - Bei Ansprechen der ÜUDS ansteigende Temperaturflanke
 - Nach Ende des Ansprechens der ÜUDS fallende Temperaturflanke

7

Überwachung von Überdrucksicherungen

Messprinzip

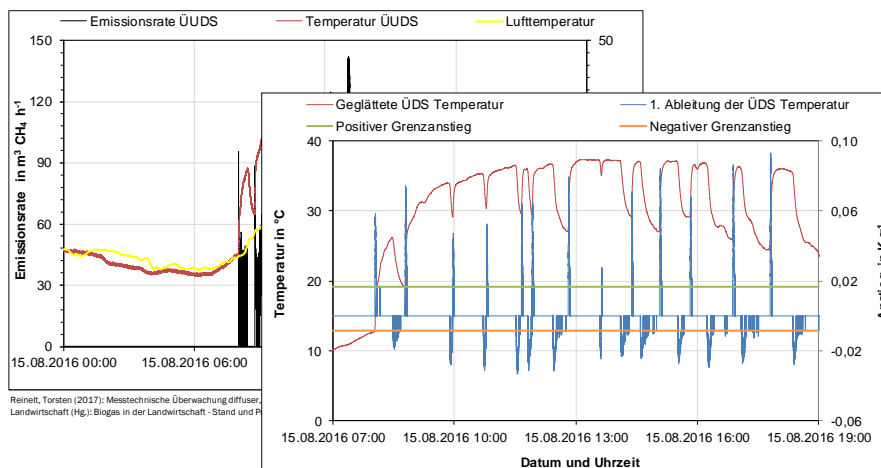


Reinelt, Torsten (2017): Messtechnische Überwachung diffuser, betriebsbedingter und/oder zeitlich variabler Methanemissionen aus Biogasanlagen. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hg.): Biogas in der Landwirtschaft - Stand und Perspektiven. FNR/KTBL-Kongress vom 26. bis 27. September 2017 in Bayreuth (KTBL-Schrift, 512), S. 237-249.

8

Überwachung von Überdrucksicherungen

Messprinzip



9

Überwachung von Überdrucksicherungen

Beispielhafter Messaufbau



- **Messaufbau der BGA 1:**
- Am Hauptfermenter eine ÜUDS → Nachrüstung mit Strömungs- und Temperatursensor
- Am Gärrestlager zwei ÜUDS → Nachrüstung mit Temperatursensoren



Bild: DBFZ

10

Ergebnisse aus Praxismessungen

Landwirtschaftliche Biogasanlagen



- **Nasserfermentation, Substratmix aus Wirtschaftsdüngern und NawaRo, Tragluftgasspeicher, hydraulisch gewichtsbelastete ÜUDS**

	BGA 1	BGA 2	BGA 3
Installierte BHKW-Leistung in kW	252 + 190 (ab Juni 2017 350 + 190)	350 + 180	526, (ab Oktober 2016 526 + 901)
Bemessungsleistung in kW	442	530	511
Sekundäre Gasverbrauchseinrichtung	Manuelle Fackel	Manuelle Fackel	Gasbrenner (autom. zündend bei BHKW-Ausfall)
Behälter (Anzahl ÜUDS/Anzahl überwachter ÜUDS)	Fermenter (1/1), Gärrestlager (2/2)	Fermenter (1/1), Nachgärer (1/1), Gärrestlager 1 (1/0), Gärrestlager 2 (1/0)	Fermenter (1/1), Nachgärer (1/1), Gärrestlager 1 (1/0), Gärrestlager 2 (2/0)

11

Ergebnisse aus Praxismessungen

Emissionsfaktoren



	BGA 1	BGA 2	BGA 3
Messzeitraum in Tagen	732	311	237
Emissionsfaktor in % CH ₄ aller gemessenen ÜUDS der BGA	Jahr 1: 1,8 Jahr 2: 0,6 Gesamt: 1,2	1,1	0,4
Emissionsfaktor in % CH ₄ des Fermenters	Jahr 1: 0,9 Jahr 2: 0,2	1,1	0,3
Emissionsfaktor in % CH ₄ des Nachgärers/Gärrestlagers	Jahr 1: 0,9 Jahr 2: 0,4	0,0	0,1
Bemerkungen:	BGA 1: Umsetzung von Emissionsminderungsmaßnahmen BGA 2: Datenverlust in April/Mai 2016 BGA 3: Datenverlust in Mai 2016 und Dezember/Januar 2017		

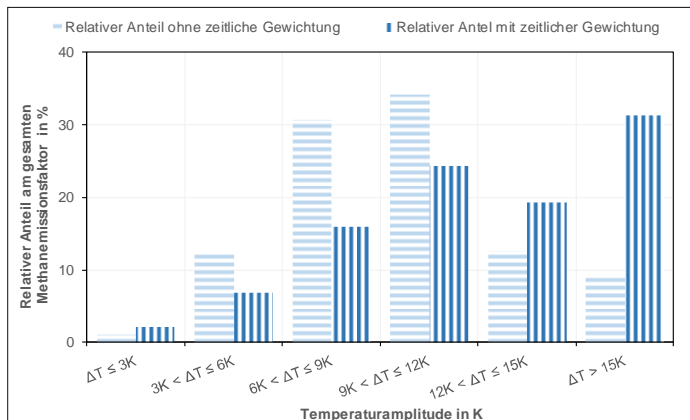
12

Ergebnisse aus Praxismessungen

Einflüsse auf das Emissionsverhalten – Temperatur



- **Temperaturamplitude (Differenz aus Tagesmaximum und –minimum) – BGA 1 (732 d Messzeitraum)**



Temperaturdatenbasis: Deutscher Wetterdienst, Werte bearbeitet

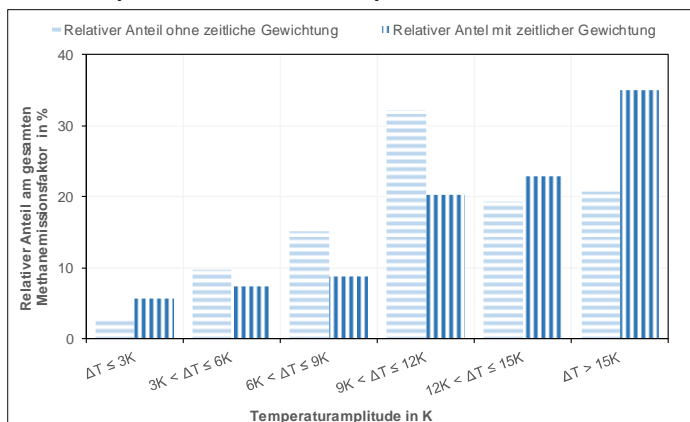
13

Ergebnisse aus Praxismessungen

Einflüsse auf das Emissionsverhalten – Temperatur



- **Temperaturamplitude (Differenz aus Tagesmaximum und –minimum) – BGA 2 (311 d Messzeitraum)**



Temperaturdatenbasis: Deutscher Wetterdienst, Werte bearbeitet

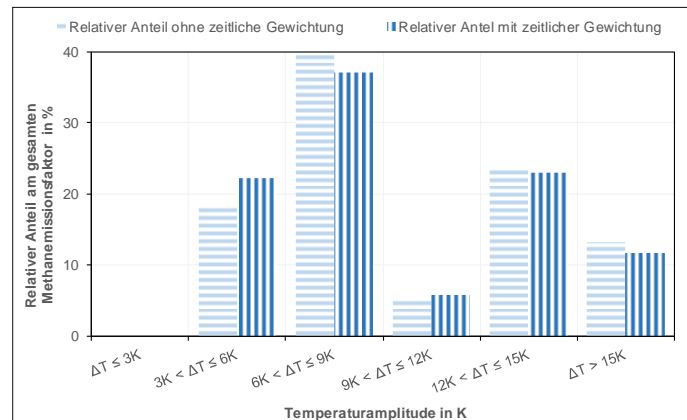
14

Ergebnisse aus Praxismessungen

Einflüsse auf das Emissionsverhalten – Temperatur



- **Temperaturamplitude (Differenz aus Tagesmaximum und –minimum) – BGA 3 (237 d Messzeitraum)**



Temperaturdatenbasis: Deutscher Wetterdienst, Werte bearbeitet

15

Ergebnisse aus Praxismessungen

Einflüsse auf das Emissionsverhalten – Betriebszustand



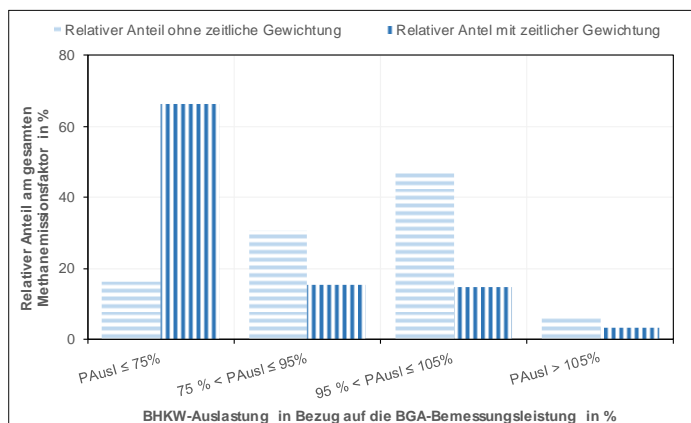
- **Welcher Parameter definiert den Betriebszustand? Was ist Normalbetrieb?**
 - **Verwendung des BHKW-Auslastungszustandes (P_{Ausl}) als Bewertungsparameter:**
 - i. d. R. verfügbarer und durch Anlagenbetreiber dokumentierter Wert
 - Betriebszustände wirken sich i. d. R. auf die Verfügbarkeit des BHKWs aus
- Bewertungsmaßstäbe für Normalbetrieb/Betriebsstörung:
- $P_{Ausl} \leq 75\%$: Betriebsstörung
 - $75\% < P_{Ausl} \leq 95\%$: Abweichung vom Normalbetrieb
 - $95\% < P_{Ausl} \leq 105\%$: Normalbetrieb
 - $P_{Ausl} > 105\%$: Normalbetrieb mit erhöhter Biogasproduktion

16

Ergebnisse aus Praxismessungen Einflüsse auf das Emissionsverhalten – Betriebszustand



- BHKW-Auslastung – BGA 1 (732 d Messzeitraum)**

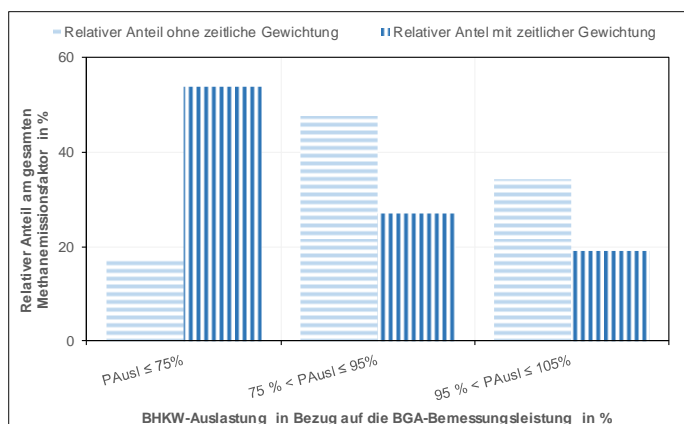


17

Ergebnisse aus Praxismessungen Einflüsse auf das Emissionsverhalten – Betriebszustand



- BHKW-Auslastung – BGA 2 (311 d Messzeitraum)**



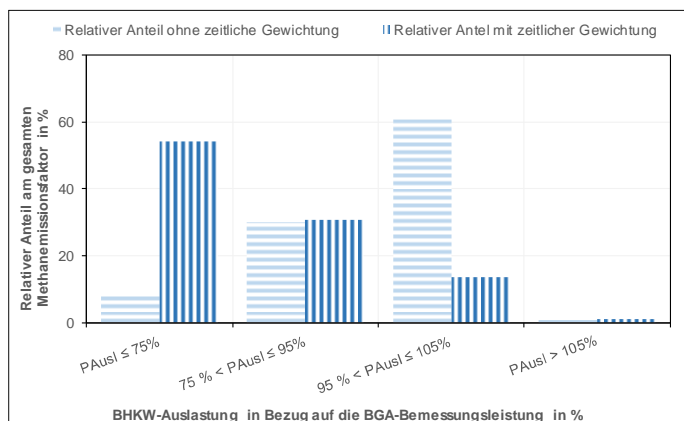
18

Ergebnisse aus Praxismessungen

Einflüsse auf das Emissionsverhalten – Betriebszustand



- BHKW-Auslastung – BGA 3 (237 d Messzeitraum)**



19

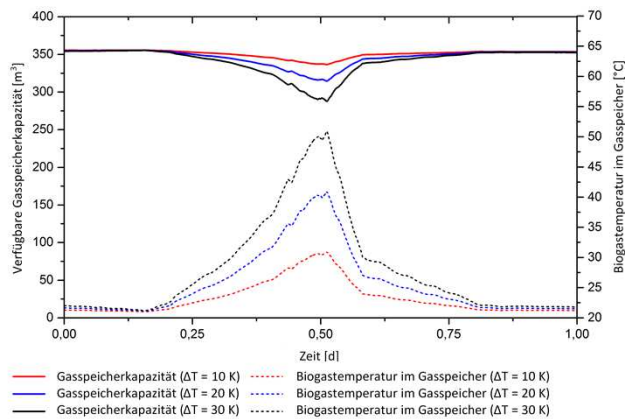
Emissionsarmer Anlagenbetrieb



- ÜUDS-Emissionen durch temperaturbedingte Gasausdehnung**
 - Vermeidung zu hoher Gasfüllstände → Vorhalten von Pufferkapazitäten in den Gasspeichern im Normalbetrieb (Füllstände zwischen 30 – 60 %)

20

Emissionsarmer Anlagenbetrieb



7%
13%
20%
Maximale
Reduktion der
verfügbaren
Kapazität

Quelle: Angepasst von Liebetrau, J.; Reinelt, T.; Agostini, A.; Linke, B. (2017): Methane emissions from biogas plants. Methods for measurement, results and effect on greenhouse gas balance of electricity produced. http://task37.iebioenergy.com/files/daten-redaktion/download/Technical%20Brochures/Methane%20Emission_web_end_small.pdf, Zugriff am 17.1.2018

21

Emissionsarmer Anlagenbetrieb



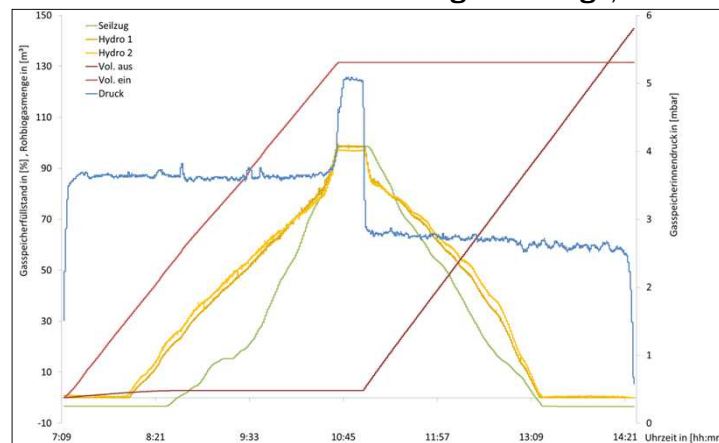
- **ÜUDS-Emissionen durch temperaturbedingte Gasausdehnung**
 - Präzise Füllstandmessung → Genauigkeit der verfügbaren Systeme abhängig von Ausführung und Gasspeicherfüllstand
 - Bei Flex-Betrieb (Ausblick) → Gasspeicherprognose unter Einbeziehung der Biogas-/Umgebungstemperaturen

22

Emissionsarmer Anlagenbetrieb



- **Stand der Technik Füllstandmessung → Seilzüge, Schlauchwaagen**



Quelle: Stur, Matthias; Krebs, Christian; Mauky, Eric; Dehmichen, Katja; Barchmann, Tino; Murnleitner, Ernst (2017): ManBio - Entwicklung von technischen Maßnahmen zur Verbesserung des Gasmanagements von Biogasanlagen. DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig. Online verfügbar unter https://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/Steckbriefe/dokumente/03KB09-4AB_Schlu%C3%9Fbericht_ManBio_4.pdf, zuletzt geprüft am 13.04.2018.

23

Emissionsarmer Anlagenbetrieb



- **ÜUDS-Emissionen durch fehlende Gasabnahme (BHKW-Ausfall)**

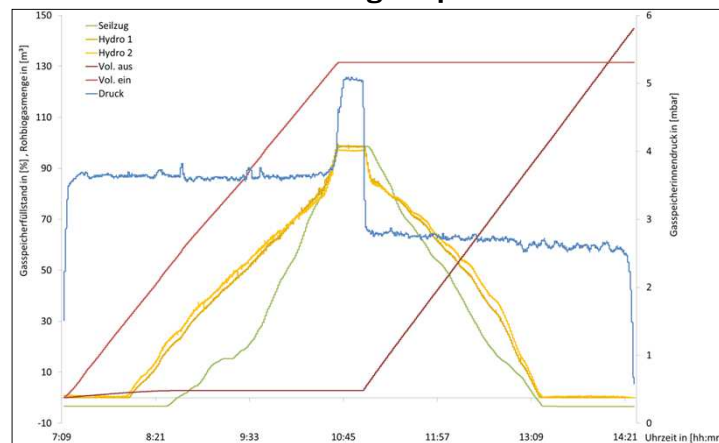
- Automatisch geregelte Fackel (optimal nach Füllstand)
- Bei geplanten Wartungen (z. B. BHKW) Anpassung der Substratzugabe
- Dimensionierung der Biogasleitungen, Einstellung der Stützluftgebläse bei Tragluftgasspeichern (Druckkaskade) → Achtung: Bei Tragluftdächern ist der Betriebsdruck nahezu unabhängig vom Füllstand!

24

Emissionsarmer Anlagenbetrieb



- **Druck-Volumen Kennlinie Tragluftspeicher**



Quelle: Stur, Matthias; Krebs, Christian; Mauky, Eric; Dehmichen, Katja; Barchmann, Tino; Murnleitner, Ernst (2017): ManBio - Entwicklung von technischen Maßnahmen zur Verbesserung des Gasmanagements von Biogasanlagen. DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig. Online verfügbar unter https://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/Steckbriefe/dokumente/03KB09-4AB_SchlussIC319/Bericht_ManBio_4.pdf, zuletzt geprüft am 13.04.2018.

25

Zusammenfassung



- **Entwicklung einer Messmethodik für die Überwachung von ÜUDS**
- **Erstmalige Durchführung von Langzeituntersuchungen mit Quantifizierung von Emissionsfaktoren der ÜUDS**
- **Maßgebliche Einflussfaktoren auf die Emissionen**
 - Temperatur-(änderungen), Betriebsweise Gasspeicher
 - Betriebszustand (Gasverwertung)
 - Stand der Technik (sekundäre Gasverbrauchseinrichtung, Füllstandmessung, Anlagensteuerung)
- **Emissionen aus ÜUDS lassen sich durch geeignetes Biogaspeicher-management vermeiden bzw. mindern**

26

Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH



Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft

Ansprechpartner

Prof. Dr. mont. Michael Nelles
Daniel Mayer
Prof. Dr.-Ing. Daniela Thrän
Dr.-Ing. Jan Liebetrau
Dr.-Ing. Volker Lenz
Dr.-Ing. Franziska Müller-Langer
Dr.rer.nat. Ingo Hartmann

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116
D-04347 Leipzig
Tel.: +49 (0)341 2434-112
E-Mail: info@dbfz.de
www.dbfz.de

Fotos: DBFZ, Jan Guzen, DREWAG, Peter Schubert (Tiefenle, rechts), Pixabay / CC0 Public Domain