

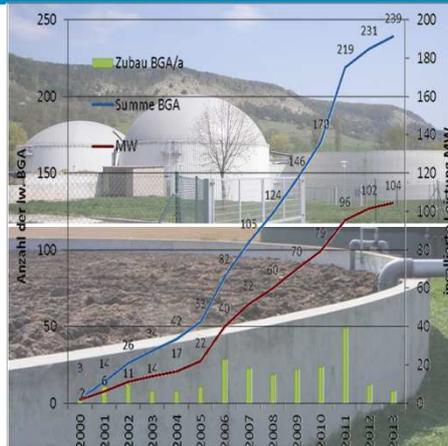
Methanemissionen aus Biogasanlagen - Minderungspotentiale

FNR/KTBL-KONGRESS Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven

9. und 10. September 2019 in Leipzig

Dr. G. Reinhold

Thüringer Landesamt für Landwirtschaft
und Ländlichen Raum
Naumburger Str. 98, 07743 Jena
gerd.reinhold@tllr.thueringen.de

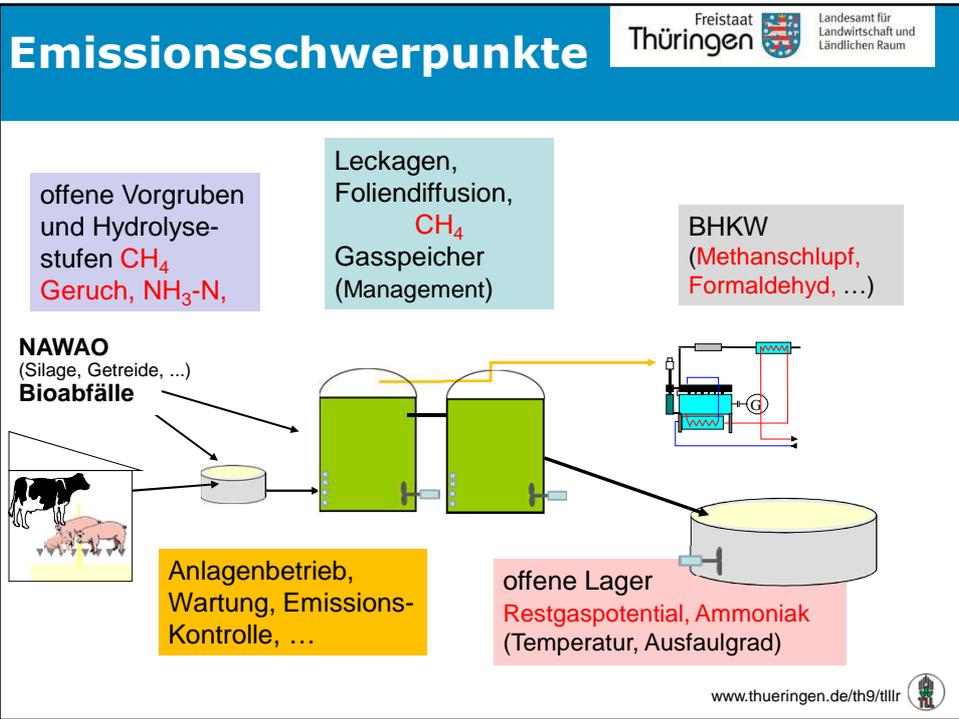


Ergebnisse d. KTBL Agru „Betriebsbedingte Emissionen an BGA“

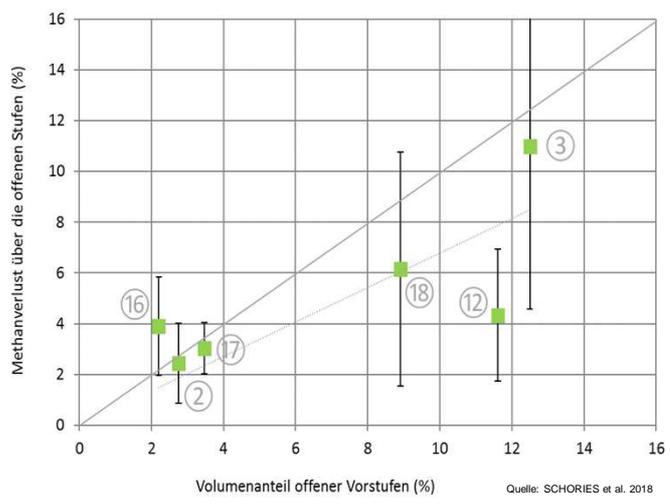
- **Problemstellung**
- **Emissionsquellen, Ursachen und Minderungsstrategien**
 - Vordruck, Hydrolysestufen und Fermentationsbehälter
 - Biogasspeicher
 - Gärrestlager und Gärrestmanagement
 - Biogasmotoren
 - Emissionsminderung im Anlagenbetrieb
- **Zusammenfassung / Schlussfolgerungen**



TLLLR, Reinhold 2019



Ermittlung der Gasmenge u. Zusammensetzung mittels Gassammelhabe



TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr

Prozessbedingungen

Nr.	Art der Vorstufe	Temperatur (°C)	HRT (d)	Belastung (kg/m ³ d)	pH-Wert	Rezirkulat-Substrat-Verhältnis	Rezirkulat
2	H, offen	35 ± 4	0,9	85	6,3 ± 0,5	1,8	GRL / NG
18	H, offen	30 ± 3	1,0	50	6,4 ± 0,2	2,5	GRL
12	H, offen	33 ± 6	2,1	34	6,1 ± 0,4	1,4	GRL
16	A, offen	35 ± 3	0,32	150	7,0 ± 0,2	2,5	NG
	H ¹ , gasdicht	36-42	0,55 ²	85 ²	6,9		
17	A, offen	36 ± 3	1,3	98	6,9 ± 0,4	0,75	NG
	H, gasdicht	40	1,8 ²	69 ²	7,1		
3	A, offen	33 ± 5	1,6	53	6,9 ± 0,5	3,4	GRL
	H, offen	32 ± 4	2,6 ²	32 ²	6,4 ± 0,6		

A: Anmaischer; H: Hydrolysestufe; NG: Nachgärer; GRL: Gärrestlager
¹ ohne Prozesssteuerung (Temperierung, Belüftung); ² Substratabbau in der Hydrolyse- und Versäuerungsstufe nicht berücksichtigt

TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr

Minderungsmaßnahmen

Vorgruben / Hydrolysestufen

- geänderte Substrateinbringung
- Gruben gasdicht abdecken
- kein Gärrest für Anmaischen nutzen
- niedrige Temperaturen in der Grube

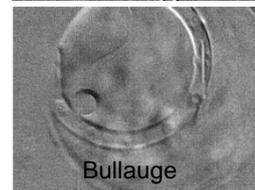
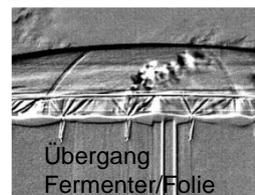
- Hydrolysestufen: pH-Wert Kontrolle:
Ziel pH < 5

Emissionen aus Gärbehältern

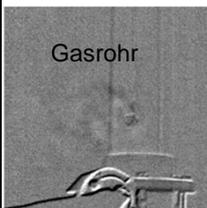
Stahl- und Betonbehälter sind technisch dicht.

→ Leckagenkontrolle an folgenden Stellen :

- Seildurchführungen, Rührwerksdurchführung, Luftstrom Tragluftdächer
- Undichtheiten an Revisionsschächte, Sichtfenstern, Klemmschienen, ...
- Risse in Folien



Gasregestrecke



Foliendifusion

- Annahme:**
- 2 technisch vollen Gasspeicher (20 m Durchmesser),
 - 55 % CH₄; Methanproduktion 75 m³/h = 300 kW_{el}
 - bei Grenzwertes der TI 4 (< 1000 cm³/m² d bar)

→ Methanverlust durch Diffusion: 0,04 %.

aber :

- oft höhere Temperaturen
- überdehnten Folien

→ steigende Diffusion

Maßnahme:

- Überwachung CH₄-Konzentration im Luftstrom der Tragluftdaches
- Tausch überdehnter Folien



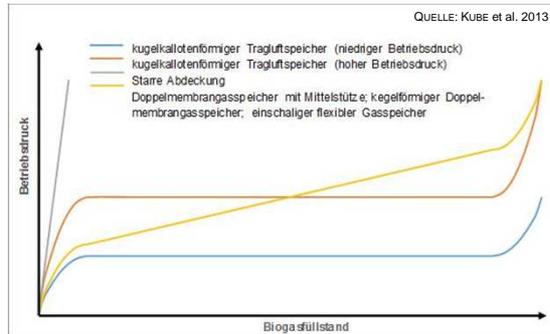
überdehne EPDM Folie



Gasspeichermanagement

Füllstandsmessung

- **Seilzug /Schlauchwaage**
(> 80 % der BGA)
Totraum, Folienausformung
- **Ultraschall** (8,2 %)
gute Genauigkeit
- **Gasdruck**
nur wenn Druckabhängigkeit zum Füllstand vorliegt

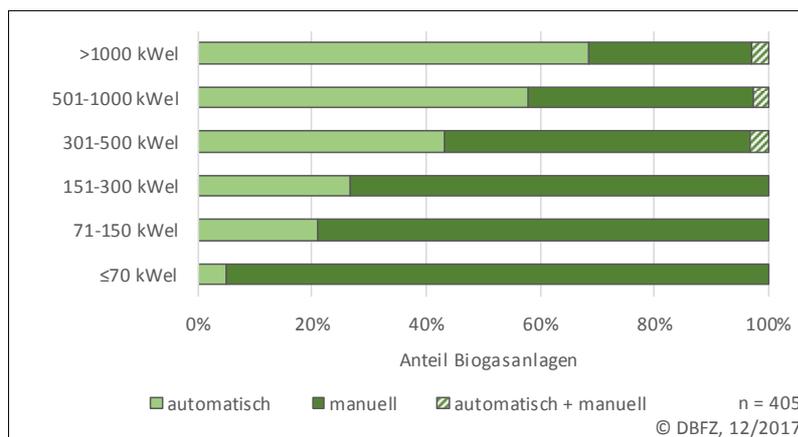


exakte Füllstandsmessung ist Voraussetzung für geringe Gasverluste

Maßnahmen:

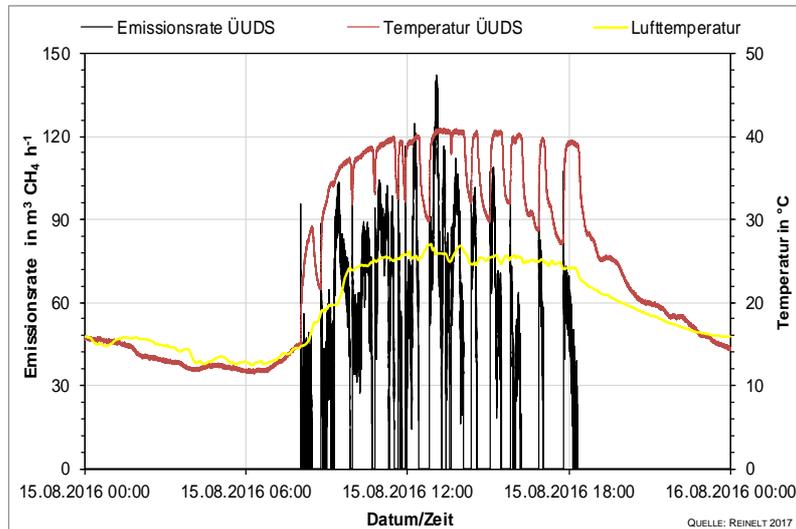
- Regelfüllstand Grundlastbetrieb 25 ... 50 %
- Maximalfüllstand (Flexbetrieb) 90 %, nur wenn Ansprechen der automatischen Fackel vor Ansprechen ÜUDS gesichert ist
- Temperaturüberwachung der ÜUDS wird empfohlen (Lernkurve)

Verbreitung automatischer Fackel



→ hoher Nachrüstbedarf besonders bei kleinen BGA

Gasspeichermanagement



TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr

Minderungsmaßnahmen

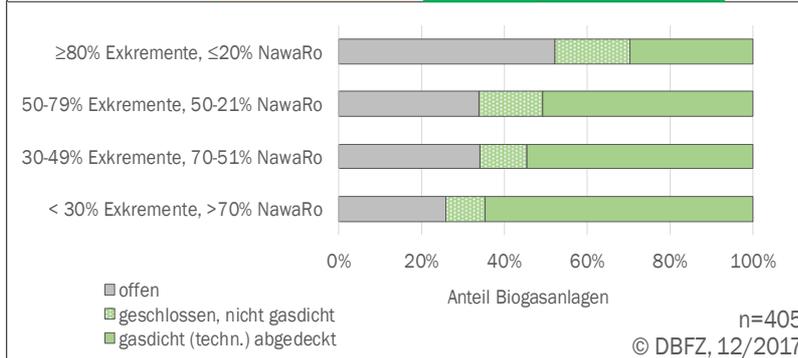
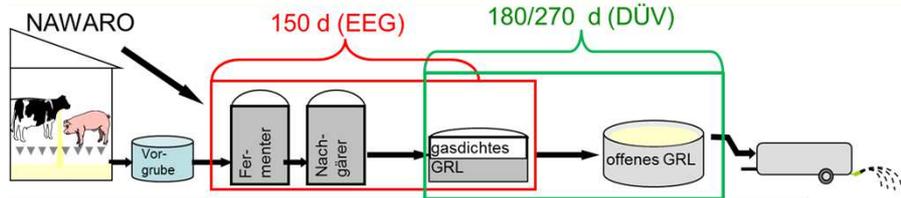
Gasspeicherung

- Regelmäßige Kontrolle geänderte potentieller Emissionspunkt
 - Monatlich Eigenkontrolle und bei Anlass
 - Fremdkontrolle (Kammerabefahrung)
- Wöchentlich Kontrolle ÜUDS
- Qualität der Füllstandsmessung Gasspeicher
- Druckmessung nur bei geeigneten Speichern
- Speicherfüllstand: Grundlastbetrieb 25...50
Flex-Betrieb max. 90 %
- **Automatische Fackel**

TLLLR, Reinhold 2019

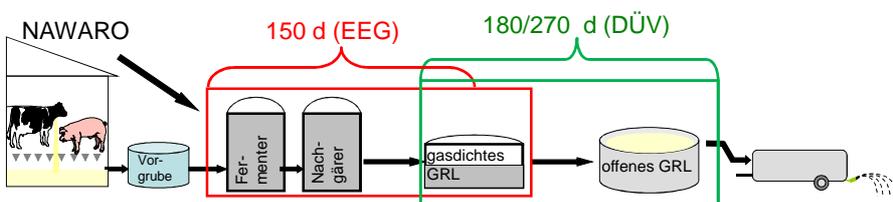
www.thueringen.de/th9/tlllr

Emissionen aus den Gärrestlagern



TLLLR, Reinhold 2019

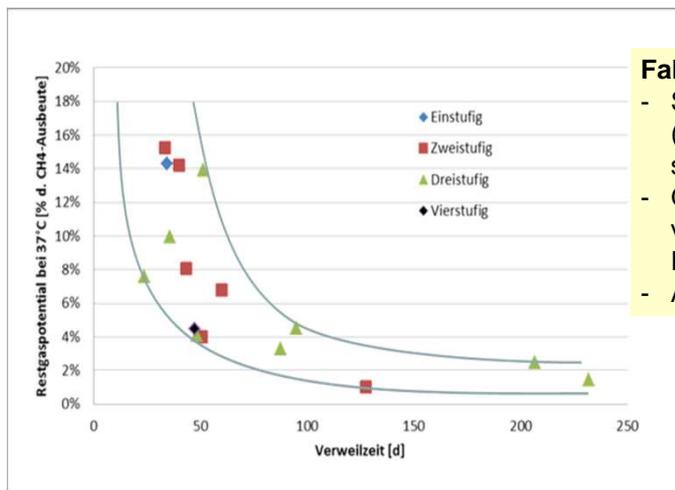
www.thueringen.de/th9/tlllr



TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr

Restgaspotential

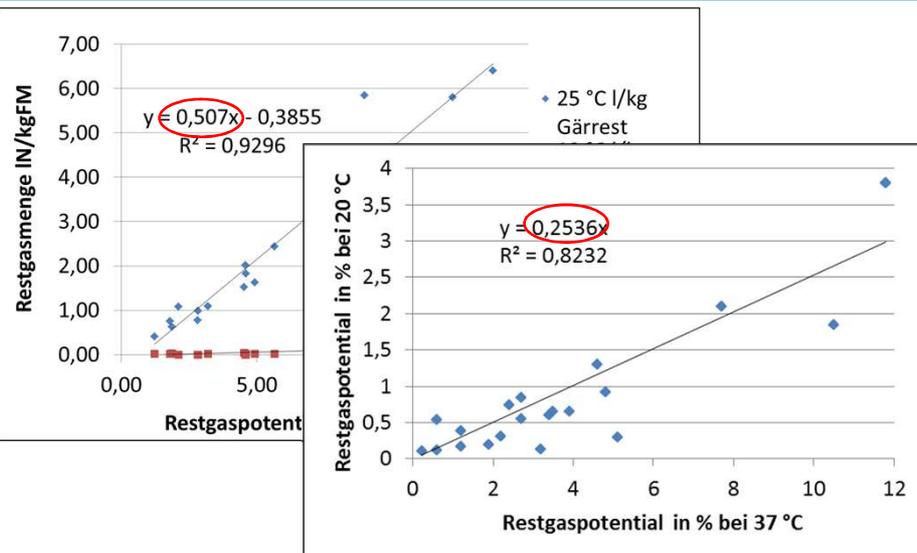


- Faktoren:**
- Stufigkeit (Kurzschlussströmung)
 - Gasausbeute (% vom KTBL-Richtwert)
 - Ausfallgrad

TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr

Temperatureinfluss



TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr

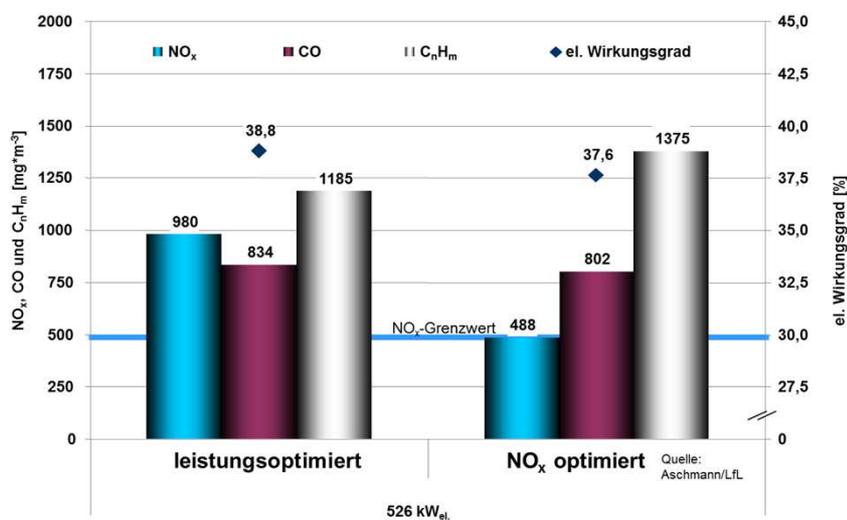
Lagerung

Maßnahmen:

- gute Ausfäulung durch
 - lange Verweilzeiten
 - niedrige Belastung
 - Mehrbehältersystem (Vermeidung Kurzschluss)
- Messung Restgaspotential (bei 37 °C)
 - Zeigt Ausfäulgrad klarer,
 - Entscheidungsgrundlage für Abdeckung
- niedrige Temperaturen im offenen Gärrestlager
 - erreichbar z. B. durch Wärmerückgewinnung aus dem Gärrest

TLLLR, Reinhold 2019

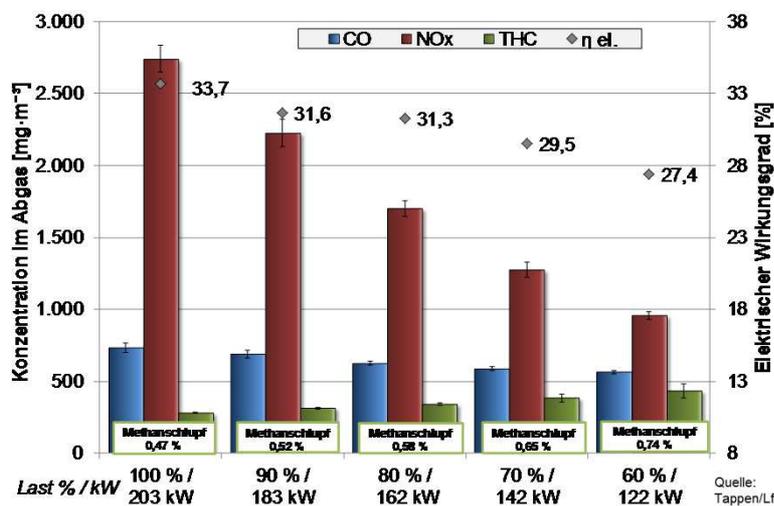
Emissionen beim BHKW-Betrieb (Fahrweise)



TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr

Emissionen beim BHKW-Betrieb (Teillastbetrieb)

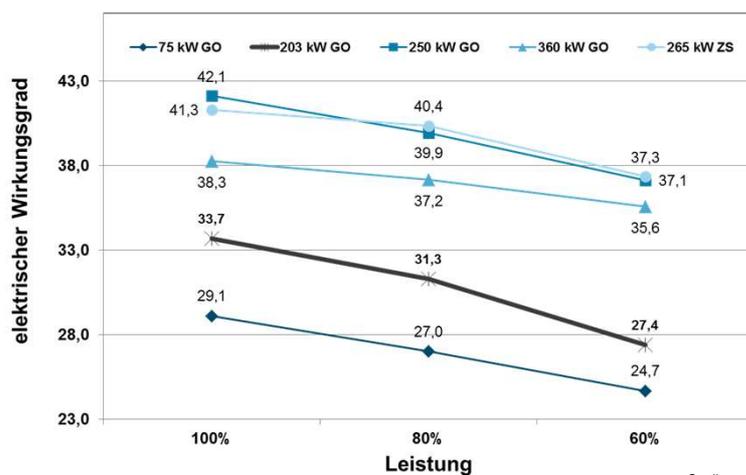


TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr



Emissionen beim BHKW-Betrieb (Teillastbetrieb)



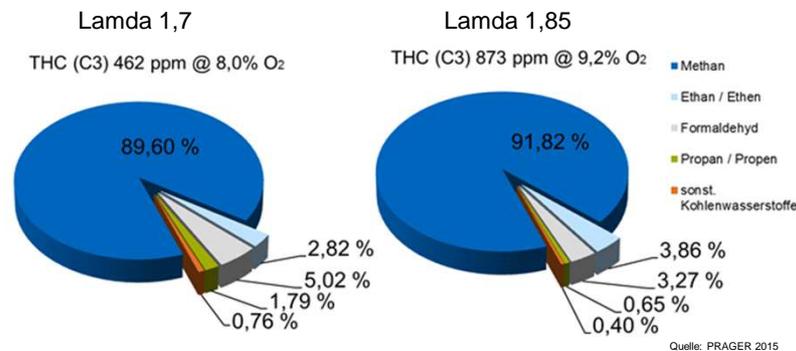
Quelle: Aschmann/LfL

TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr



Aufteilung der THC Emissionen



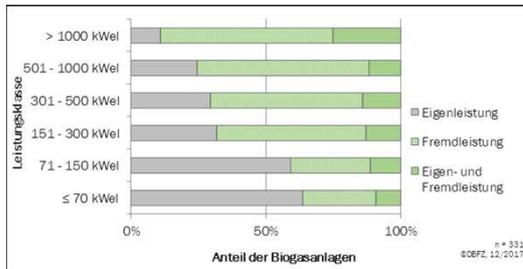
ca. 90 % der THC- Emissionen sind Methan (Klimafaktor 25)

Minderungsmaßnahmen BHKW-Betrieb

- Optimale Motoreinstellung (Wartung)
- Teillastbetrieb vermeiden
 - niedrigeren Verbrennungstemperaturen → niedrigeren NO_x-Konzentrationen (positiv)
 - höheren CO-Konzentrationen
 - geringerer Kolbenausdehnung (Methanschlupf, Wirkungsgraden)
- Abgasnachbehandlung
 - Oxi-Kat (Formaldehyd, CO)
 - SCR-Kat (NO_x)
 - Abgasnachverbrennung (C_nH_m)

Emissionsminderung im Anlagenbetrieb

- Kombination Eigen- und Fremdkontrolle
- Prüfung Gaserträge am KTBL Richtwert (Normgasumrechnung)
- Restgasmessung
- Gasspeichermanagement
 - max. Füllstand 25 – 50 % Grundlastbetrieb; max. 90 % bei Flex-Betrieb
 - automatische Fackel muss vor ÜUDS ansprechen
- Prüfung ÜUDS (Temperaturmessung)
- BHKW-Wartung und -Einstellung
- Leckagekontrolle (Kombiniert Handmessgerät und Kamera)
 - Seildurchführung, Sichtfenster, Einbauten
 - Messung Stützluft der Doppelmembrandächer
 - Kontrolle Sperrflüssigkeit ÜUDS und Kondensatschächten



TLLLR, Reinhold 2019

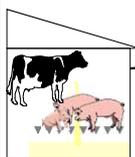
Emissionsvermeidung

offene Vorgruben
vermeiden
Hydrolysestufen
pH-Wert messen

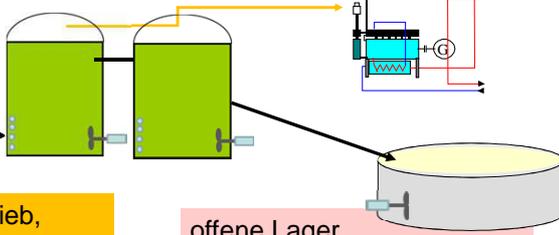
Leckagen, Diffusion,
Kontrolle
Gasspeicher, ÜUDS
Management

BHKW -
Einstellungen
Start/Stop-Betrieb

NAWAO
(Silage, Getreide, ...)
Bioabfälle



Anlagenbetrieb,
Wartung, Emissions-
Kontrolle, ...



offene Lager
Kontrolle Gasausbeute
Restgaspotential messen
Temperatur absenken

Zusammenfassung

- BGA bergen ein nicht unerhebliches Emissionspotential
- bereits wenige Prozent Methanemission können den ökologischen Nutzen der BGA aufheben
- Emissionsschwerpunkte sind
 - offenen Anmaisch- und Hydrolysegruben
 - Gasspeichermanagement (Füllstand, ÜUDS, ...)
 - Ausfallgrad besonders bei offenen Gärrestlagern
 - BHKW - Betrieb (Einstellungen)
- **relativ einfache organisatorische und technische Maßnahmen können die Emissionen weitgehend vermeiden.**
Dazu zählen: - Gasspeichermanagement,
 - Wartung und Kontrollen und ein
 - normgerechter Betrieb

TLLLR, Reinhold 2019

Danksagung

Die hier vorgelegten Ergebnisse sind aus der Arbeit der KTBL Arbeitsgruppe „Betriebsbedingte Emissionen an Biogasanlage“ entstanden und werden als KTBL Heft demnächst veröffentlicht.

Mitgewirkt in der Arbeitsgruppe haben:

Volker Aschmann, Dr. Joachim Clafens, Dr.-Ing. Bernd Kraukramer, Dr.-Ing. Matthias Eifenberger, Dr.-Ing. Gerd Reinhold (Vorsitzender), Dr.-Ing. Maximilian Prager, Torsten Rehmelt, Simon Tappen, Waldemar Schavkan, Dr. Ralf Winterberg, Bernd Wirth.

TLLLR, Reinhold 2019