

Gasdichte Lagerung von Rinder- und Schweinegülle

Ergebnisse der KTBL-Arbeitsgruppe „Gasdichte Güllelagerung“

KTBL-Arbeitskreis
„Referenten Land- und Energietechnik“

Onlinesitzung - 19. Mai 2021

Dr. Gerd Reinhold

TLLLR

Naumburger Str. 98, 07743 Jena
gerd.reinhold@tlllr.thueringen.de

Gasdichte Lagerung von
Rinder- und Schweinegülle

Eine Maßnahme zur Minderung und
Vermeidung von klimarelevanten Emissionen
aus der Wirtschaftsdüngerlagerung

Sonderveröffentlichung



Mitglieder der Arbeitsgruppe:

- **Matthias Hahm**, BMF Haase GmbH, Neumünster
- **Ansgar Lasar**, LWK Niedersachsen, Oldenburg
- **Arnold Niehage**, Plancomp GmbH, Leopoldshöhe
- **Dr. Hans Oechsner**, Universität Hohenheim, Stuttgart
- **Dr. Gerd Reinhold** (Vorsitzender), TLLLR, Jena
- **Ursula Roth**, **Dr. Sebastian Wulf**, KTBL, Darmstadt
- **Carsten Tietjen**, MT Energy Service GmbH, Zeven

Die Sonderveröffentlichung steht unter:

<https://www.ktbl.de/themen/gasdichte-guellelagerung>

Ziel des Klimaschutzprogramm 2030 (Bundesregierung 2019):

- Erhöhung des Anteil der gasdicht gelagerten Gülle aus der Rinder- und Schweinhaltung auf 70 %.
- Neben der Biogaserzeugung nennt das Klimaschutzprogramm die gasdichte Güllelagerung mit Gasbehandlung als Option zur Minderung der Methanemissionen.

Emissionen bei der Güllelagerung

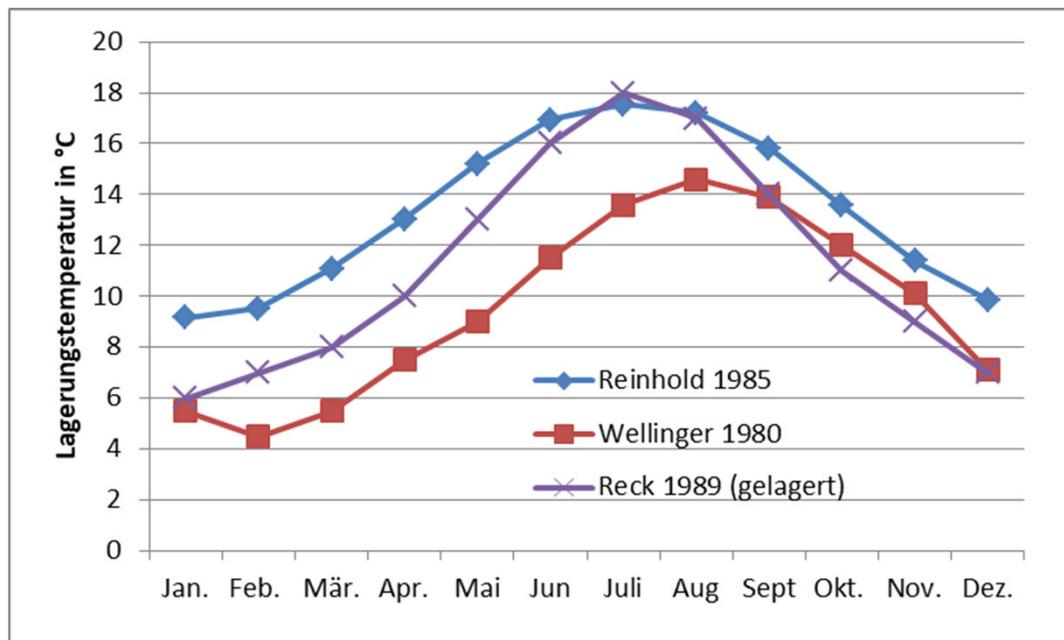
	Rindergülle ¹⁾	Schweinegülle ¹⁾
TM-Gehalt, % FM	10 %	6 %
oTM-Gehalt, % TM	80 %	80 %
CH ₄ -Bildungspotential, m ³ /kg oTS	230	300
CH₄-Umwandlungsfaktor	% des Potentials	
- offen (ohne Schwimmschicht)	(17 %)	25 %
- natürliche Schwimmschicht	10 %	(15 %)
Methanbildung im Lager:		
- offen (ohne Schwimmschicht)	(3,13 m ³ CH ₄ /m ³)	3,60 m³ CH₄/m³
- natürliche Schwimmschicht	1,84 m³ CH₄/m³	(2,12 m ³ CH ₄ /m ³)

1) Thünen Institut, 2) Biogas-Monitoring Thüringen 2013

- SG emittiert stärker als RG
- Emissionsminderung durch Vergärung:
 - 85 % (SG) bzw. 95 % (RG)

Lagerungstemperaturen von Gülle

Lagerungstemperatur werden in den Emissionsinventaren nicht beachtet



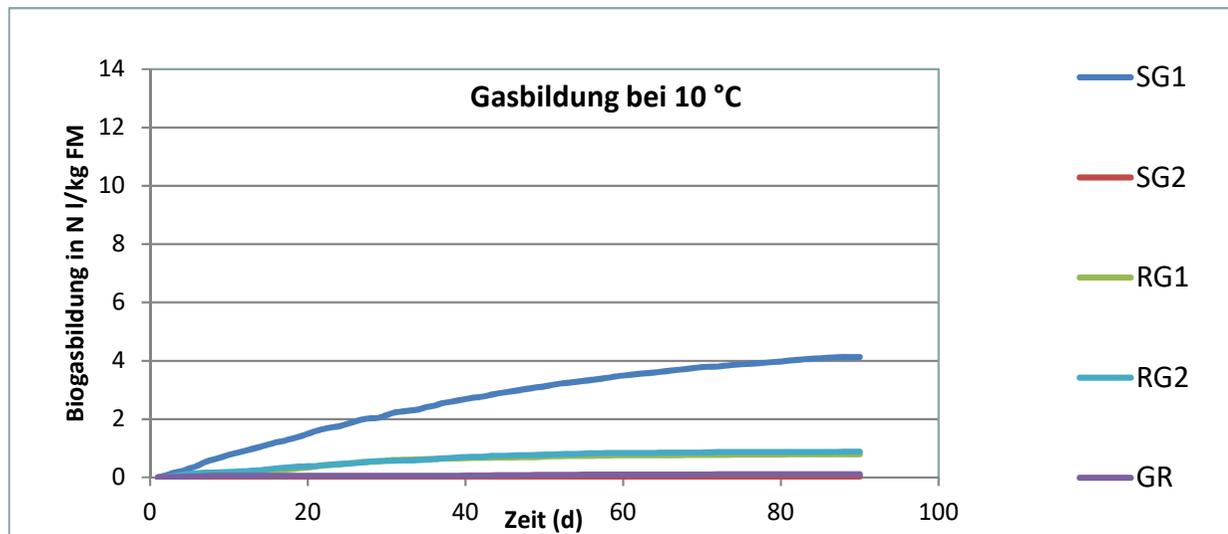
- **Sommer**
- 14 - 18 °C
- **Winter**
- 4 - 8 °C

DüV → Ausbungszeitraum: Schwerpunkt Frühjahr

→ **Lagerschwerpunkt: September bis März**

Biogasfreisetzung (90 d)

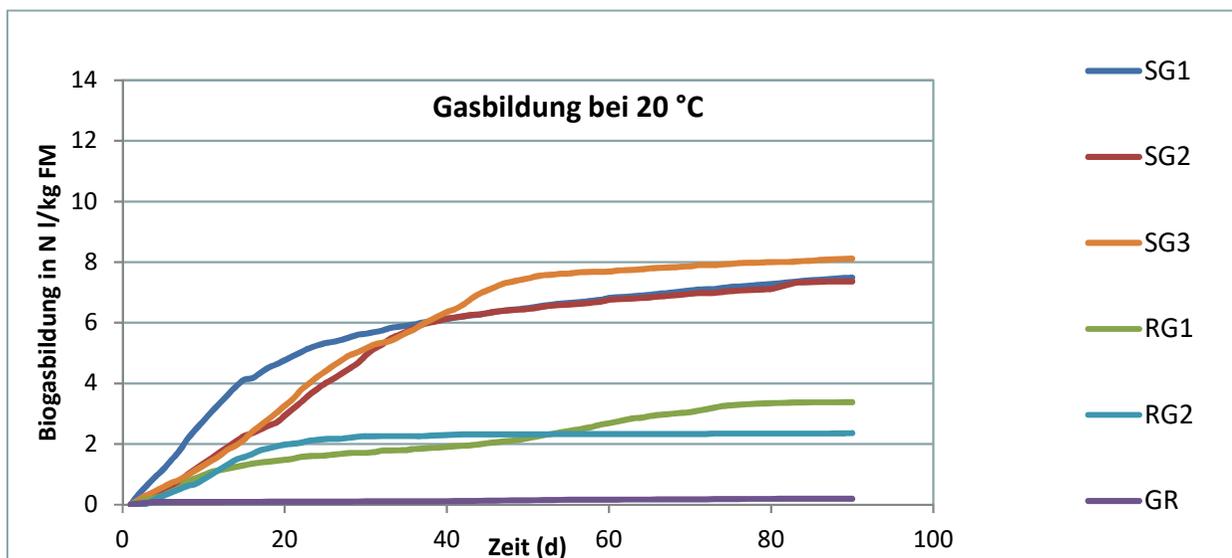
bei 10 °C Winter und 20 °C Sommer



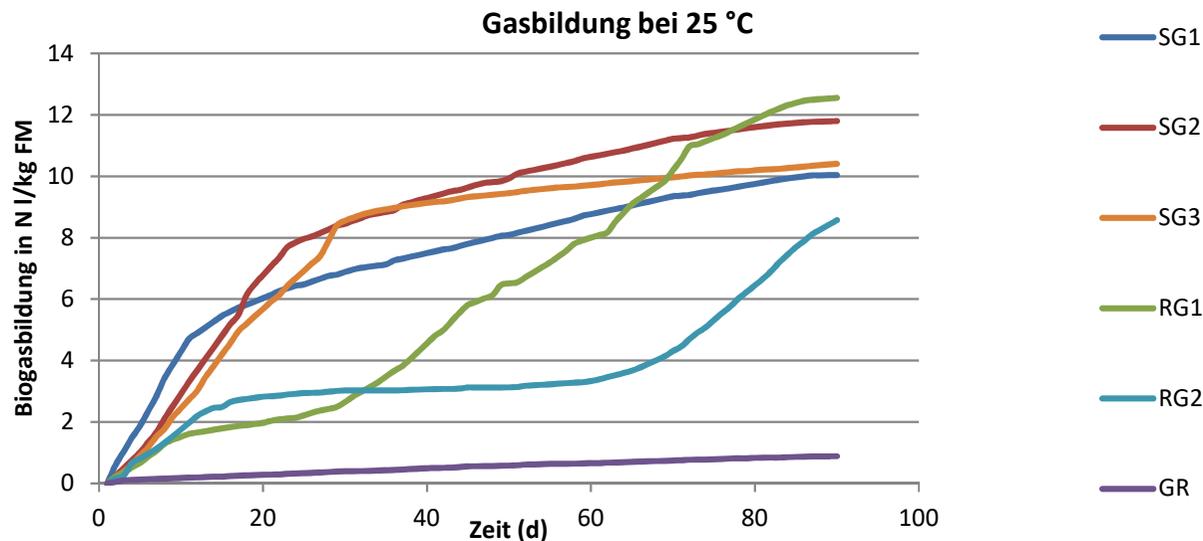
Güllelagerung in
1 l Flaschen
im Kühlschrank
bei 10 °C und im
Trockenschrank
bei 20 bzw. 25 °C,

gasdicht ver-
schlossen,

Gasabführung
mittels Schlauch in
einen Gassack
über 90 Tage



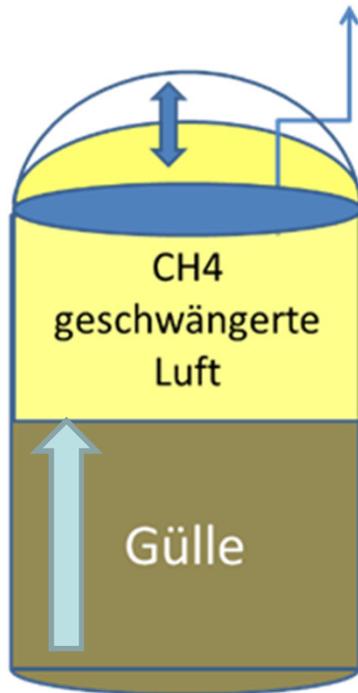
Temperaturabhängige Methanemissionen



	Schweinegülle			Rindergülle		Gärrest
	SG1	SG2	SG3	RG1	RG2	GR
Lagerungstemperatur	Biogasfreisetzung (% Gasbildungspotenzials)					
10 °C „Winterlagerung“	18,7	0,2	-	2,8	3,4	0,2
20 °C „Sommerlagerung“	33,8	45,3	33,7	12,0	8,9	0,3
25 °C extreme Temperatur	45,3	72,5	43,2	44,8	32,5	1,2

Gasdichte Lagerung im 5000 m³ Hochbehälter

Gasentnahme zur Behandlung



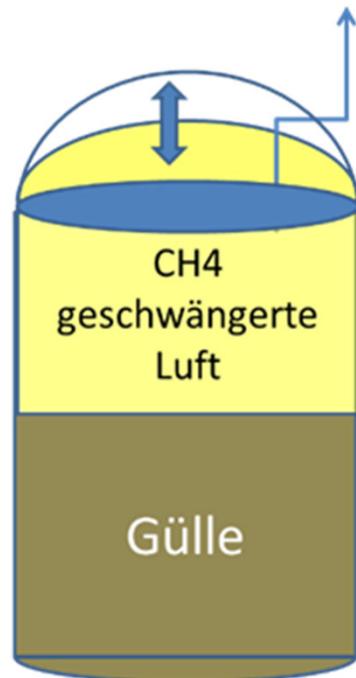
- langsam stetig steigender Gasanfall mit 0 % CH₄ am Anfang bis auf Maximum (Behälter voll)
- Gasbehandlungsmenge = Speichergröße
- Einsatz von Inertgas z.B. bei Zwischenentleerung denkbar
- Alle Rechnungen gelten für einen 5000 m³ Behälter

Maximale Methanbildung

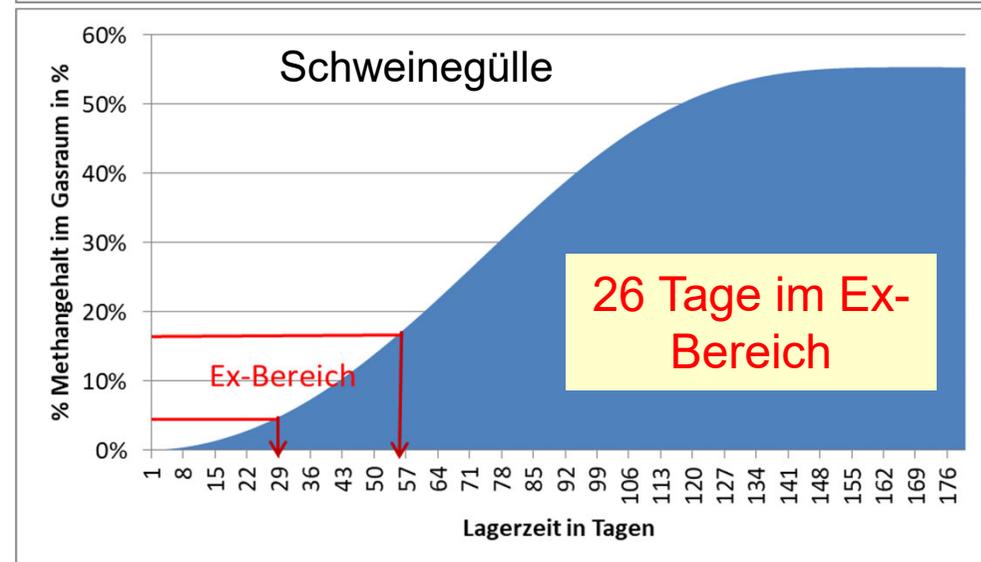
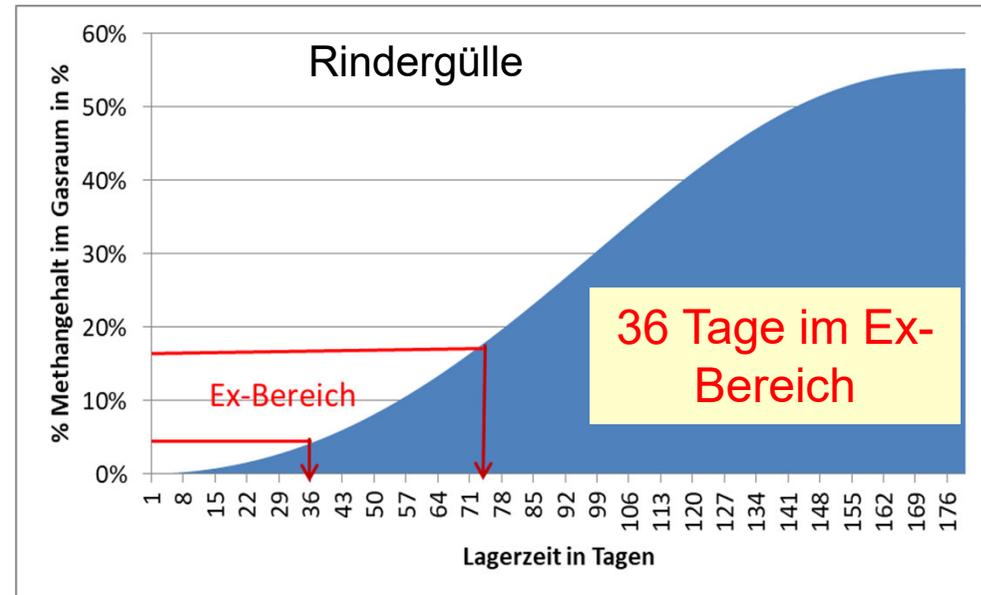
- Rindergülle bis auf **2 m³/h = 20 kW FWL**
- Schweinegülle bis auf **4 m³/h = 40 kW FWL**

Gasdichte Lagerung im Hochbehälter

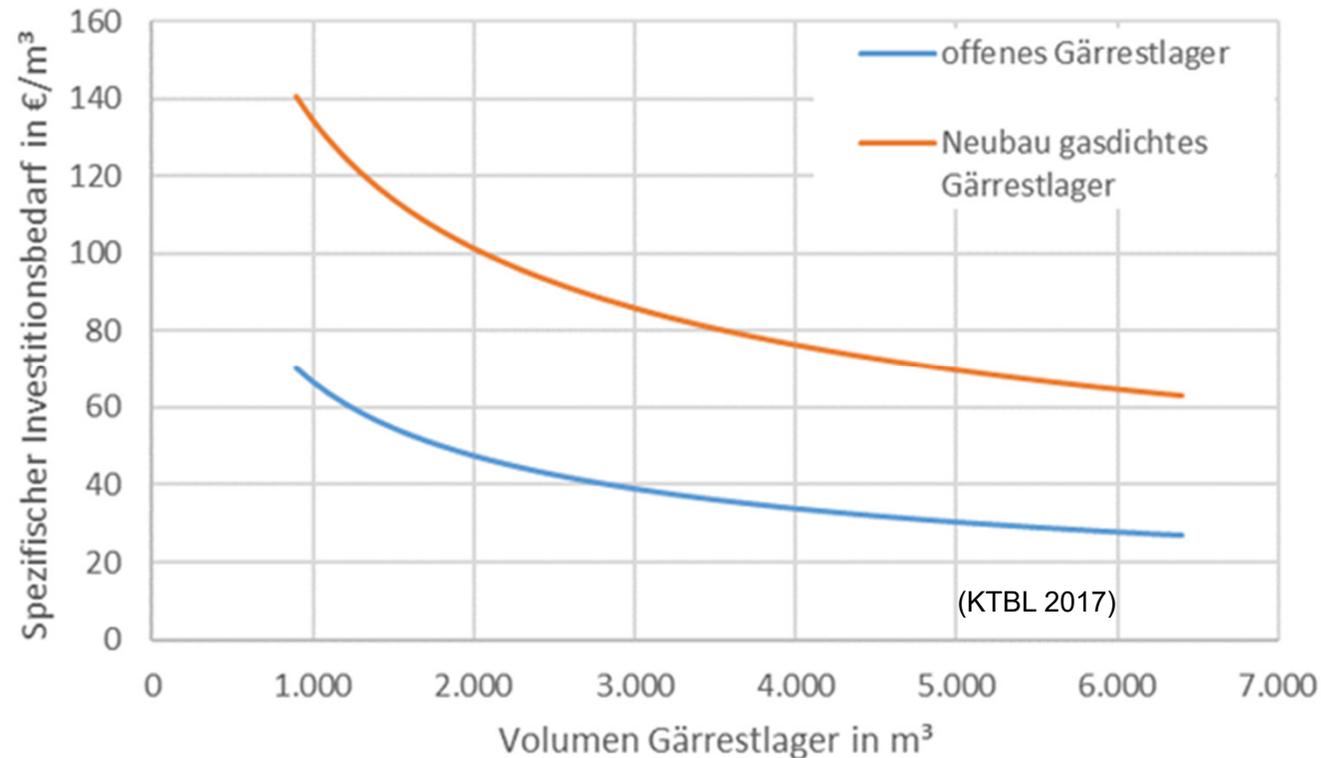
Gasentnahme zur Behandlung



Großes Kopfvolumen
verdünnt das sich
bildende Biogas



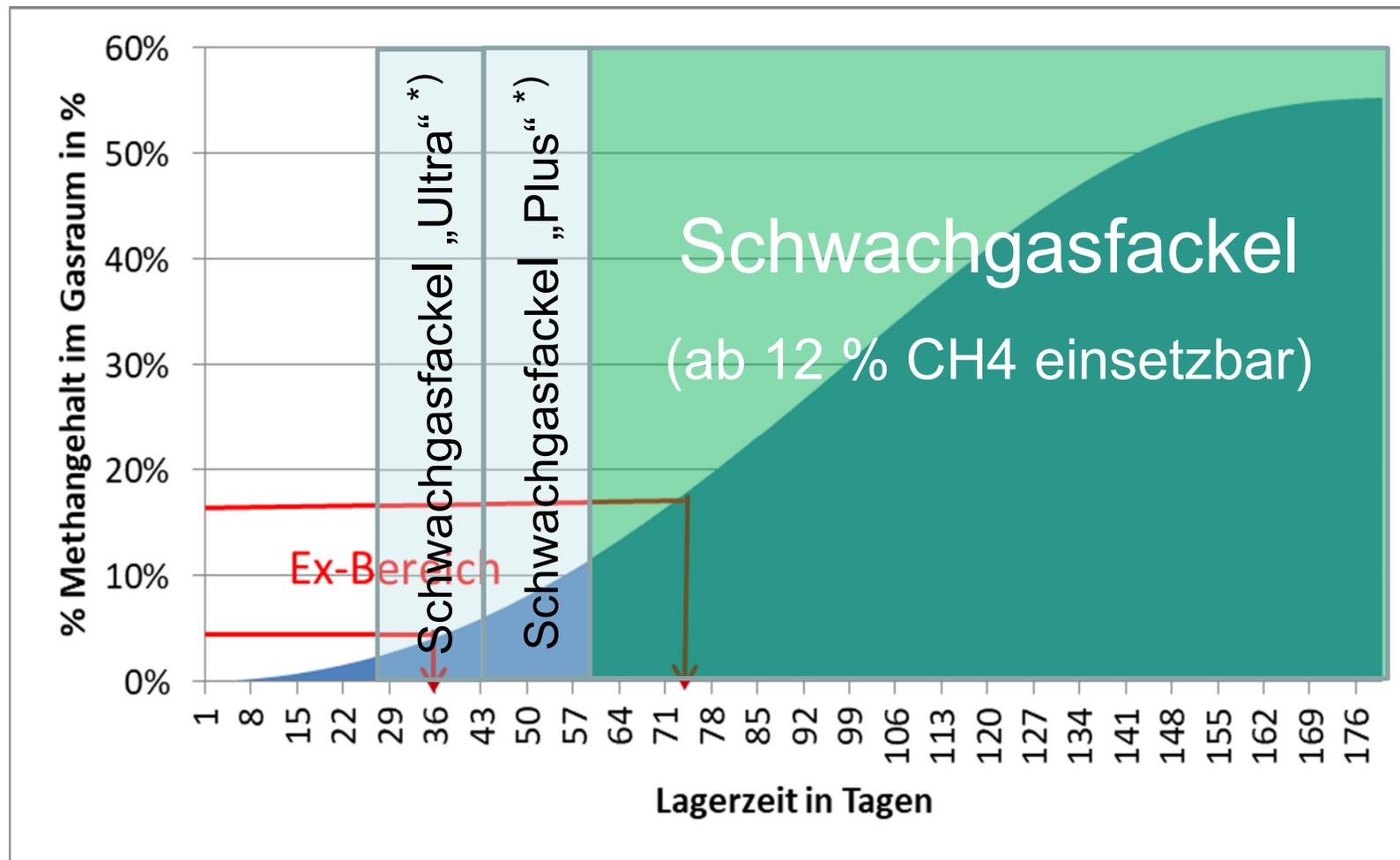
Kosten gasdichte Lagerung- behälter (Neubau)



- Passiver Korrosionsschutz
- Mittelstütze
- Statik (?)
- Doppelmenbranhaut
- Spanngurte
- Netze
- Druckhaltung.
-

Verdopplung der Investitionen
+ Gasbehandlungseinrichtung

Einsatzbereich von Schwachgasfackeln



*) Schwachgasfackel „ Plus“ ab 6 % CH₄ mit Vorwärmung der Verbrennungsluft,
„Plus“ ab 13 % CH₄ mit Vorwärmung der Verbrennungsluft und des Gasses

Gasdichte Lagerung durch Schwimmfolien



Reinhold 2021



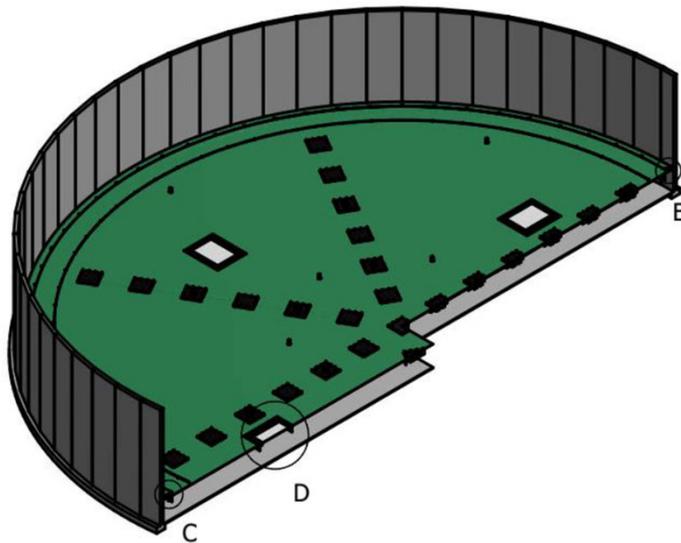
- Prototyp und einzige bekannte Entwicklung in Deutschland
- Regenwasserabfuhr über Pumpe
Gassammlung durch Unterdruck
- 90 % der Folie liegt auf
- Gasspeicher und Revisionsöffnung für Rührwerk nötig



Gasdichte Lagerung durch Schwimmfolien



N·E·ST
Neue Energie Steinfurt



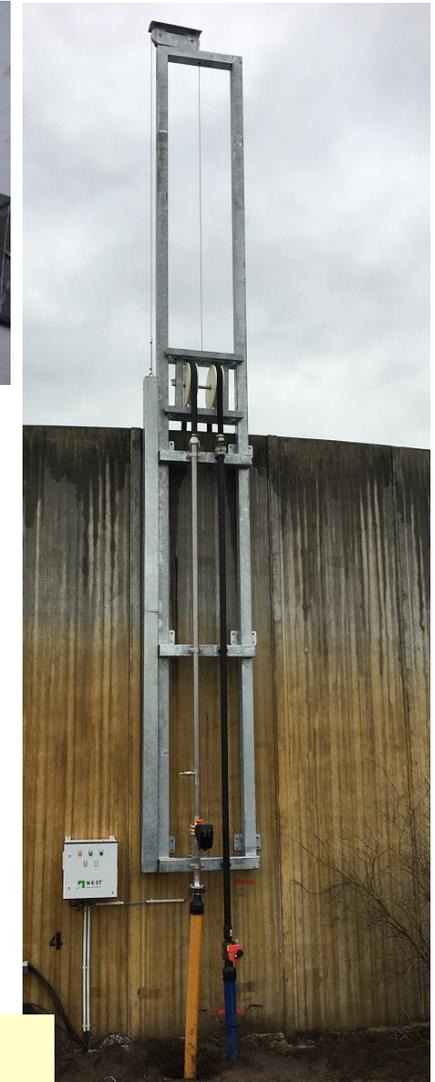
C (1:50)



D (1 : 125)

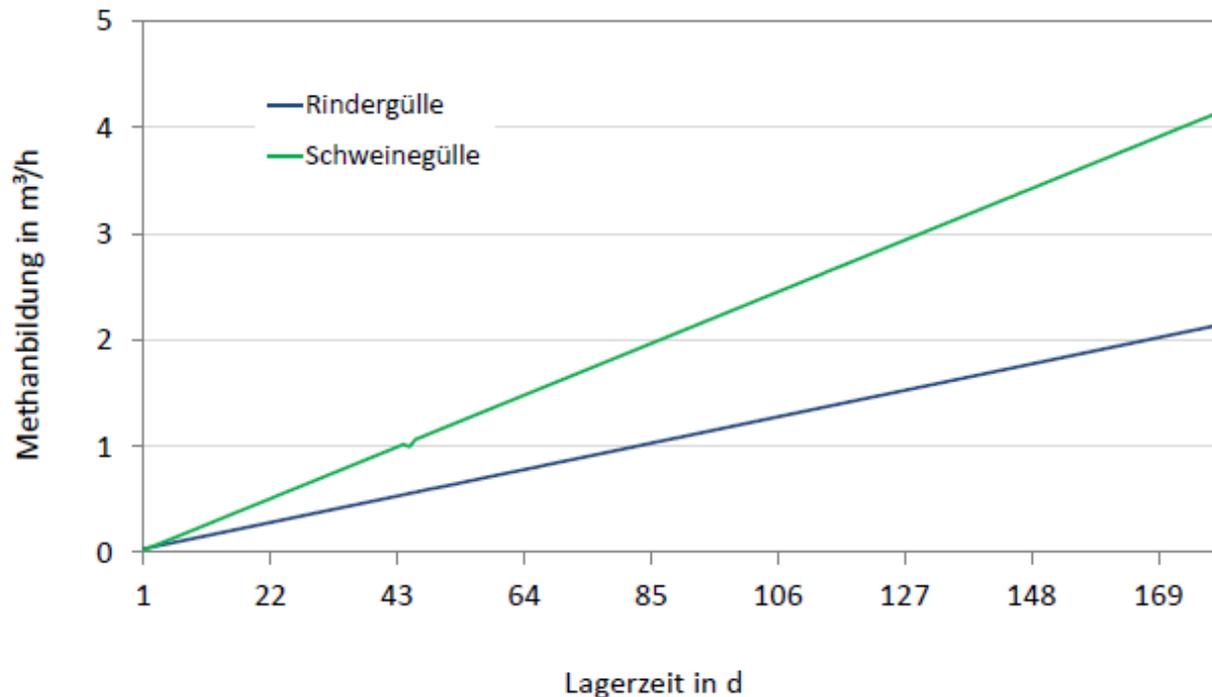


E (1:40)



Zusatzgasspeicher erforderlich da Volumenstrom von 0 bis auf 4,9 m³/h (RG) bzw. 7,6 m³/h (SG) am 180 Lagertag steigt

Volumenstrom Gas



Der Volumenstrom des emittierenden Gases (50 ... 60 % CH₄) steigt von 0 m³/h zu Beginn am 180 Tag auf

- 3,9 m³/h für RG bzw.
- 7,6 m³/h für SG

Wegen der Mindestlaufzeit der Fackel und Volumenstrom ist auch bei Schwimmfolien ein Gasspeicher erforderlich

Zusätzliche Anforderungen



an Lagerbehälter (bei gasdichter Abdeckung)

	Abdeckungsart	
	Doppelmembran- hauben	Schwimmfolien
Innenliegende Rührwerke	X	X
Behälterbeschichtung (Korrosionsschutz)	X	X
Überfüllmelder (Flüssigkeit und Gasspeicher)	X	X
Gasentnahmeleitung	X	X
Güllebefüll- und Entnahmeleitung im unteren Bereich der Behälterwand	X	X
Über- und Unterdrucksicherung	X	-
Unterdruckwächter zur Abschaltung des Gasverbrauchers	X	-
Mittelstütze	X	-
Spanngurte/Balkenlage	X	-
ebene Behälterkrone	X	-
statische Anforderungen an den Behälter	X	(X)
Tragluftgebläse	X	-
Niederschlagswasser Erfassung und Entsorgung	-	X

Kosten externer Doppelmembrangasspeicher

Speichervolumen in m ³	Investitionsbedarf Komplettsystem in €
140 – 170	31.000 - 38.000
300 – 330	39.000 - 46.000
550 – 570	46.000 - 53.000
660 – 710	50.000 - 62.000

- Preise inkl. Transport und Montage o. MwSt. (IWES 2014; aktualisiert).
- Ohne Kosten für Betonfundament und Zuleitung (ca. 180 €/m).

verfügbarer Schwachgasfackeln

Fackelgröße	Leistung	Durchsatz	SGF Gewebebrenner	SGF „Plus“ Gebläsebrenner, Brennluftvorwärmung	SGF „Ultra“ Gebläsebrenner, Gas-/ Brennluftvorwärmung
	[kW]	[m ³ /h]	Mindest-CH ₄ -Gehalt [Vol-%]		
50 kW	5 - 50	2-25	12 %	6 %	beim Hersteller nicht verfügbar
100 kW	10-100	4-50			3 %
250 kW	25-250	8-120			
500 kW	50-500	15-250			

Auslegung des Gasspeichers nach Fackelleistung und Mindestlaufzeit erforderlich

RTO Anlage – als Lösung?



**Regenerative
thermische
Oxidations-
anlage (RTO)**
zur Schwachgas-
behandlung ab
0,7 Vol-%
CH₄-Gehalt von
(© BMF HAASE GmbH)

Investitionsbedarf Einrichtungen zur Gasbehandlung ohne MwSt.

Anlagenart	CH ₄ Gehalt min. Vol.-%	Max. Feuerungs- leistung kW	Investiti- onsbedarf €	Betriebskosten im Normalbetrieb		
				Strom- bedarf kWh/h	Wartung €/a	Verschleiß- teile €/a
Fackelanlage mit Gasgebläse im 10 ft. Container	12	5 - 50	90.000	2	2.000	250
		50 - 500	95.000	3	2.000	250
	6	5 - 50	90.000	2	2.000	250
		25 - 250	120.000	4	2.200	250
3	10 - 100	155.000	5	2.500	300	
RTO-Anlage mit Gebläse auf 20 ft. Rahmen	> 0,7	10 - 50	185.000	3	2.500	1.000
		20 - 100	205.000	5	2.500	1.000

- Die **Gasfreisetzung bei Lagerung** ist stark temperaturabhängig und erfolgt mit CH_4 -Gehalten von 50 - 60 %
- Die Menge an täglich freigesetztem CH_4 ist abhängig von der **Gülleart, der Temperatur** im Lager und der **Güllemenge**.
- Die Methangasbildung ist zu Beginn der Befüllung **Null** und steigt bis auf 2 – 4 $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{h}$ kontinuierlich an (5000 m^3 Behälter).
- Lösungsansätze zur gasdichten Abdeckung sind: **Schwimmfolien und Doppelmembranhauben**, deren technische Umsetzbarkeit sowie die Praktikabilität für Güllebehälter jedoch noch nachgewiesen werden muss.
- Hierzu sind umfangreiche **Entwicklungs-, Erprobungs- und Einführungsarbeiten** notwendig. Für viele bestehende bestehenden Behälter sind **Umrüstkonzeppte nicht möglich**.

Schlussfolgerungen II

- Für eine **Gasbehandlung** existieren noch keine einsetzbaren Lösungen.
- Eine gasdichte Abdeckung mit Gasbehandlung erfordert noch die Lösung eine Reihe **technischer Herausforderungen** und umfangreiche **Entwicklungsarbeiten, die kurzfristig nicht umsetzbar sind.**
- Für gasdicht mit Doppelmembranhauben abgedeckte Hochbehälter im Neubau fast **doppelt so hohe Investitionskosten** wie für offene Güllelager an. Hinzu kommen **Betriebskosten** und **Kosten der Gasbehandlung.**

Güllevergärung ist ein der Praxis bereits vielfach umgesetztes Verfahren. Der Erhalt und der Ausbau der Güllevergärung ist auch ein erklärtes Ziel im Klimaschutzprogramm 2030 und somit die verstärkt zu fördern.