

**DöhlerAgrar**

Analyse • Beratung  
Planung • Entwicklung • Forschung



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Biogas aus Schweinekot

ein FNR-Förderprojekt - FKZ 2220NR028

Helmut Georg Döhler,  
Susanne Döhler, Uwe Häußermann  
Gerd Reinhold (Jena)  
Udo Hölker (Bonn)

DöhlerAgrar  
D-96190 Untermerzbach



FNR/KTBL-Kongress Biogas in der Landwirtschaft  
12.09.2023

# Inhalt

- Einleitung und Hintergrund
- Eigenschaften und Gasbildungspotenzial von Schweinekot, Hemmung der Gasbildung
- Einordnung des Substrates Schweinekot
- Logistik für Schweinekot
- Ersatz von Mais durch Schweinekot / Auswirkungen auf Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen
- Zusammenfassung

**Leitmotiv DöhlerAgrar:** wir brauchen mehr systemintegrierte Ansätze, die landwirtschaftliche Erzeugung, Umweltschutz, Klimaschutz, Bioökonomie und Nachhaltigkeit miteinander vereinen .....; Die Biogaswirtschaft ist dafür ein wichtiger Baustein





**Beispiele aus unserer Arbeit:  
....konservierender Ackerbau**

## Beispiele aus unserer Arbeit:

### Biogas- und Gärrestverarbeitungsanlage mit Nutzung

„nicht flächenverbrauchender Biogassubstrate“

160 000 t Mist und Gülle

# Inhalt

- Einleitung und Hintergrund
- Eigenschaften und Gasbildungspotenzial von Schweinekot, Hemmung der Gasbildung
- Einordnung des Substrates Schweinekot
- Logistik für Schweinekot
- Ersatz von Mais durch Schweinekot / Auswirkungen auf Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen
- Zusammenfassung

	N-Effizienz	Tierwohl
Hypothese	Güllewirtschaft zu wenig N-effizient	Derzeitige Schweinehaltung berücksichtigt nicht die Bedürfnisse der Tiere
Ziele	Wirtschaftsdünger-N-Effizienz nahe Mineraldünger / Niedrigstemissionen NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , Geruch	Tiergerechtes Stallsystem, kein Schwanzkupieren, mehr Platz, Ermöglichung artgerechten Verhaltens
Konzept	<b>Stall ohne Mist und Gülle</b>	
	Vollst. Kot-Harn-Trennung / Urinstabilisierung	Tierwohlstall mit Funktionsbereichen Außenklima / Innenklima / Klimatisierung / Komfortzone und „Toilette“
	N-Rückgewinnung / Dünger Konzentrate	
Kot-Verwertung Biogas / Kompost / Biochar		

	N-Effizienz	Tierwohl
Hypothese	Güllewirtschaft zu wenig N-effizient	Derzeitige Schweinehaltung berücksichtigt nicht die Bedürfnisse der Tiere
Ziele	Wirtschaftsdünger-N-Effizienz nahe Mineraldünger / Niedrigstemissionen NH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , Geruch	Tiergerechtes Stallsystem, kein Schwanzkupieren, mehr Platz, Ermöglichung artgerechten Verhaltens

Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

**WIPANO**

## Stall ohne Mist und Gülle

Vollst. Kot-Harn-Trennung / Urinstabilisierung

N-Rückgewinnung / Dünger Konzentrate

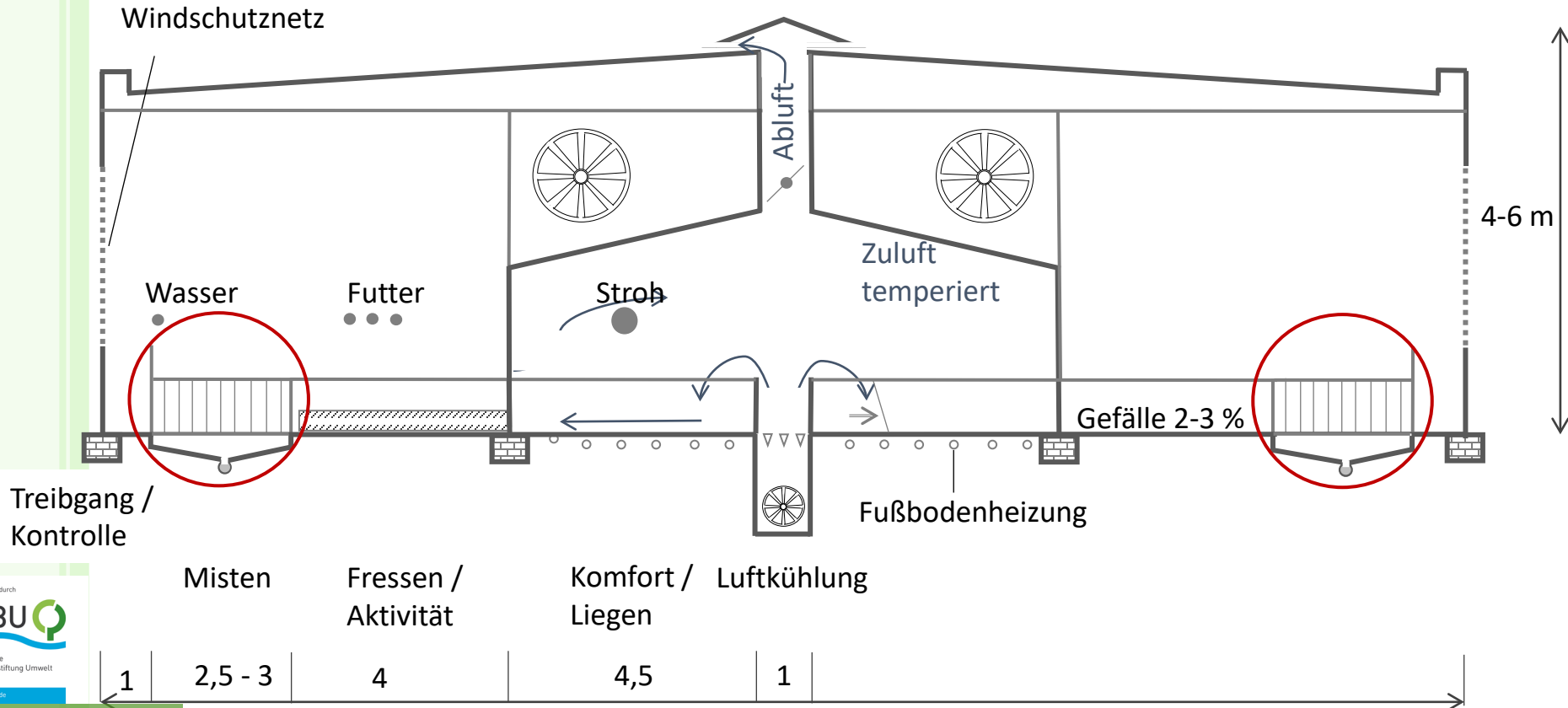
Kot-Verwertung Biogas / Kompost / Biochar

Tierwohlstall mit Funktionsbereichen Außenklima / Innenklima / Klimatisierung / Komfortzone und „Toilette“



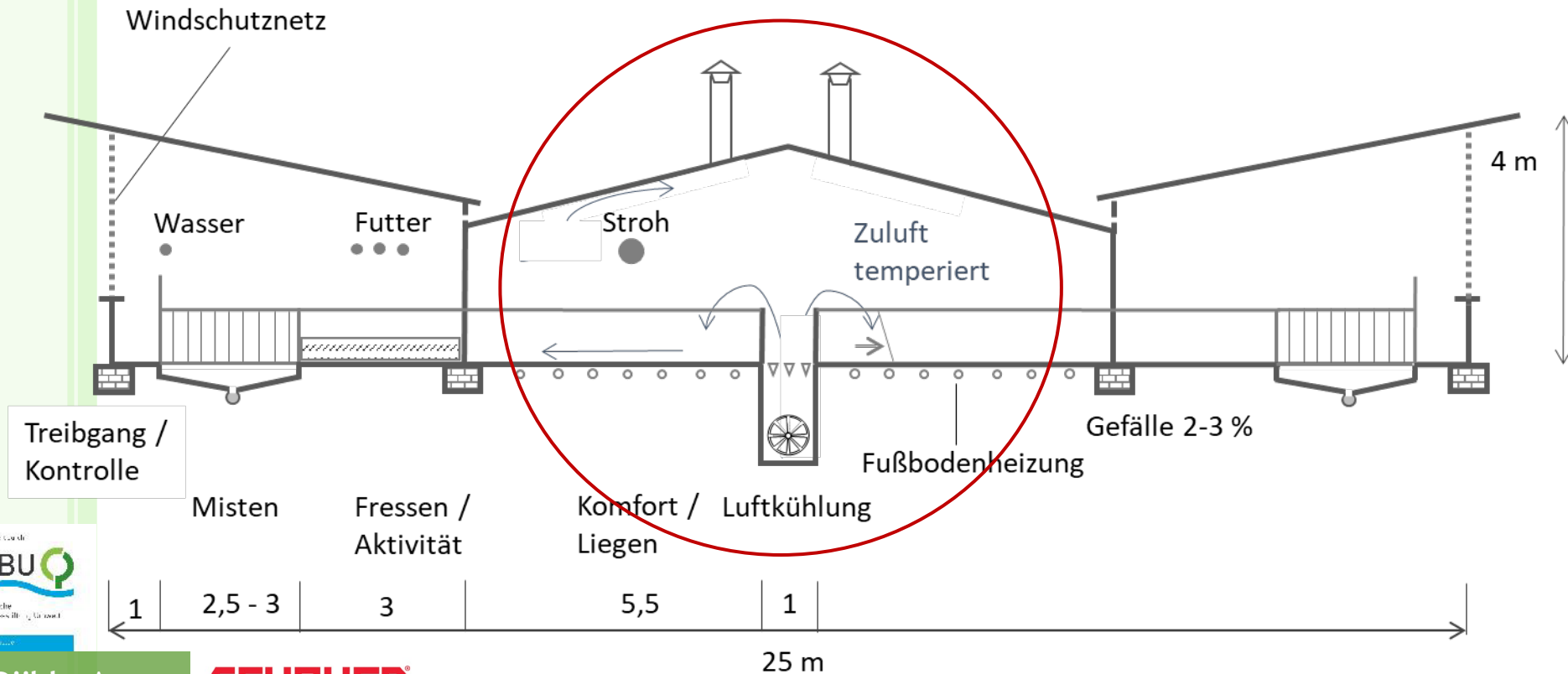
# Stall ohne Mist und Gülle

## – Querschnitt Flachdach-Konstruktion und Funktionsbereiche



# Stall ohne Mist und Gülle – Querschnitt Pultdach-Konstruktion

**!!! temperierte (nach Bedarf warm oder kalt) Frischluft sorgt für optimale Funktionssicherheit !!!**



# Mistschieber mit Urinrinne



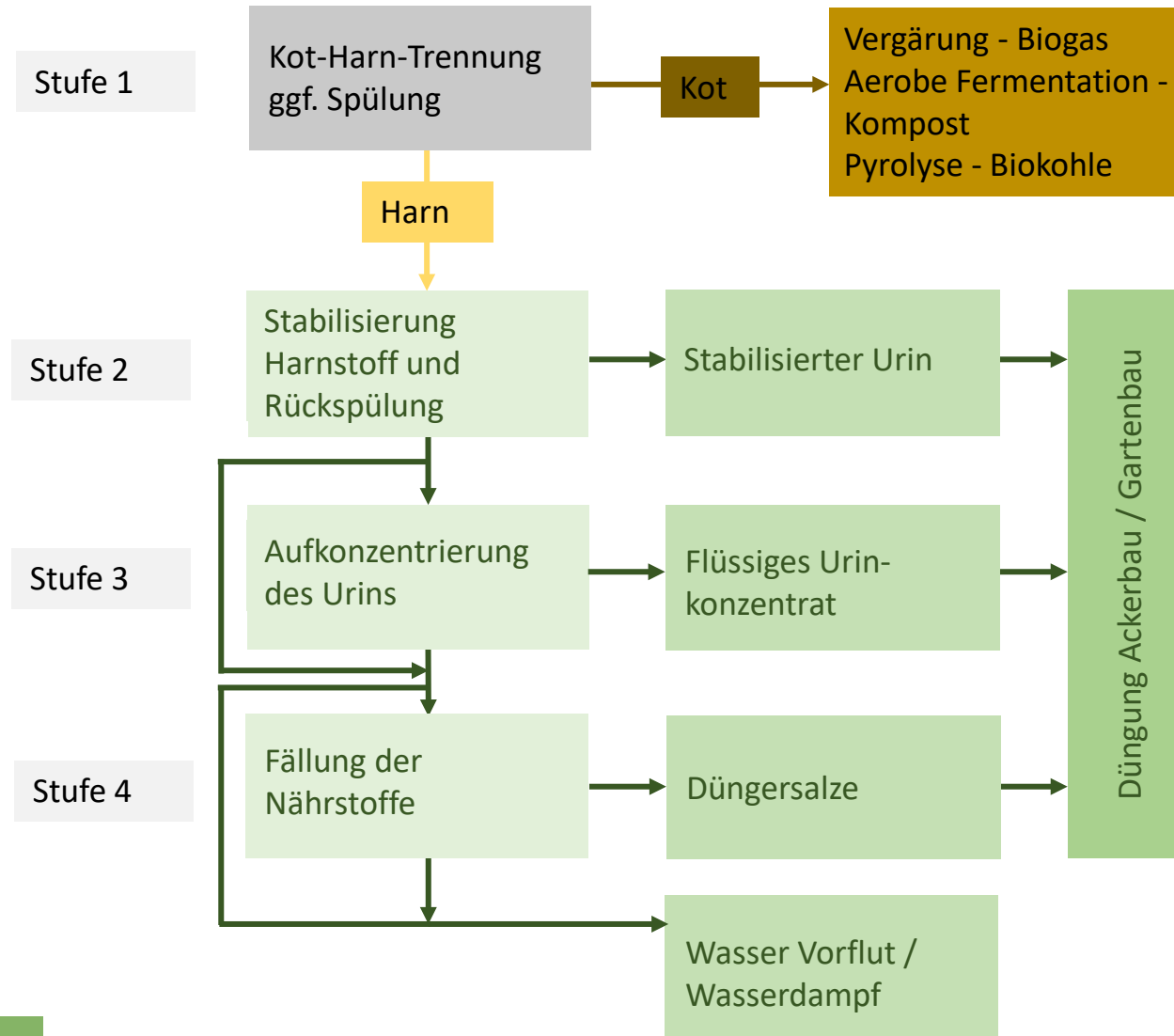
# Komfortzone (Frischluft - klimatisiert) und Außenklimazone zeigen sehr niedrige Schadgaskonzentrationen



# Komfortbereich: Mittelganglüftung mit klimatisierter Zuluft



# Verfahrenskette zur Behandlung und Nährstoffrückgewinnung von Urin - Gebrauchsmuster erteilt in 2018



WIPANO



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

# Inhalt

- Einleitung und Hintergrund
- **Eigenschaften und Gasbildungspotenzial von Schweinekot, Hemmung der Gasbildung**
- Einordnung des Substrates Schweinekot
- Logistik für Schweinekot
- Ersatz von Mais durch Schweinekot / Auswirkungen auf Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen
- Zusammenfassung

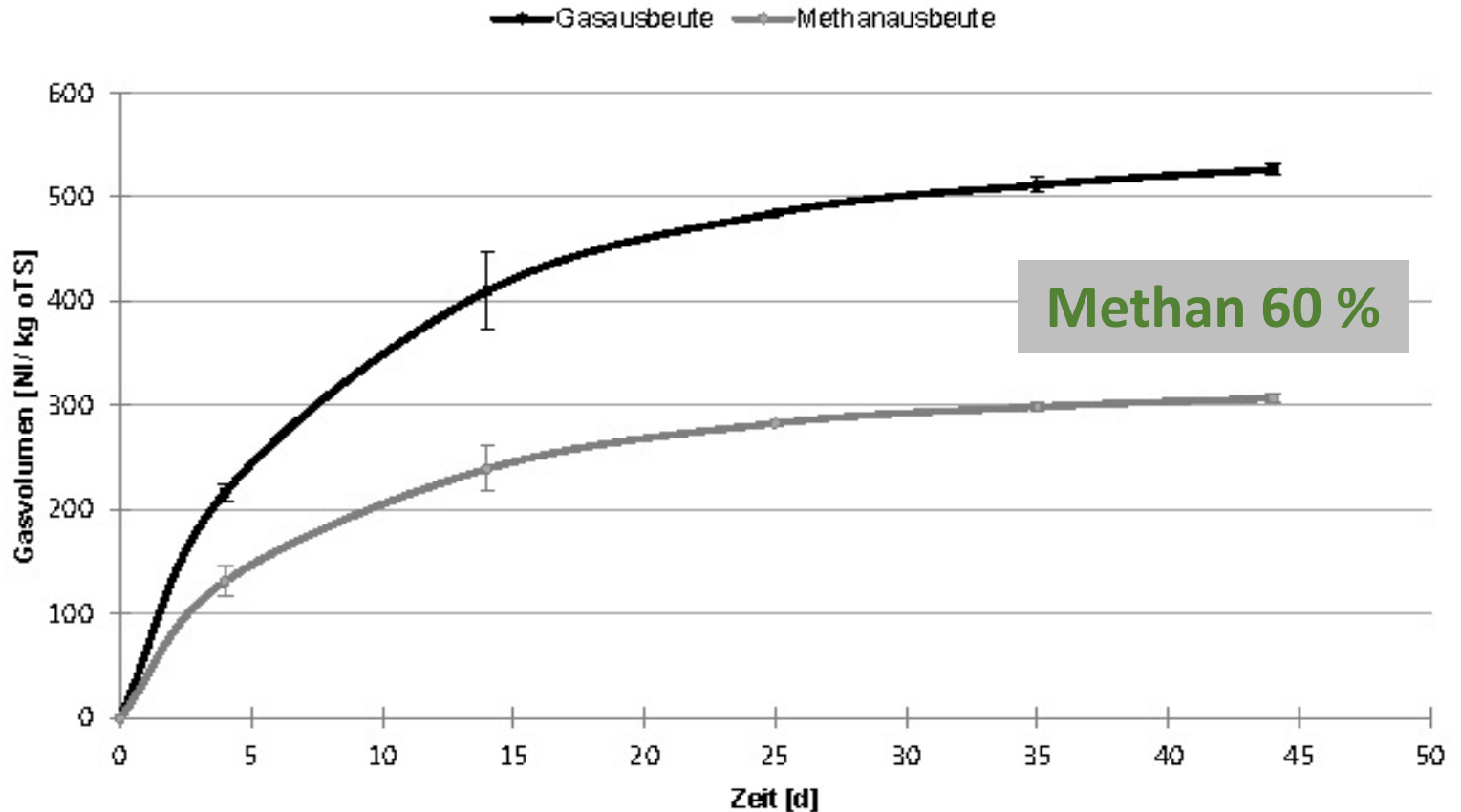
# Schweinekot und Schweinegülle im Vergleich

## Organische Substanz, Gasertrag und Nährelementgehalte

	Schweinekot (ohne Stroh) FNR-Vorhaben <sup>1</sup>	Schweinegülle <sup>2</sup>
TS-Gehalt [% der FM]	<b>25,4</b>	6
oTS-Gehalt [% der FM]	<b>85,8</b>	80
Biogasertrag [l/kg oTM]	<b>?</b>	<b>? 420 ?</b>
N	<b>9,0</b>	4,80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<b>6,8</b>	3,2
K <sub>2</sub> O	<b>3,0</b>	3,9
Ca	<b>4,8</b>	0,6
Mg	<b>1,7</b>	1,2

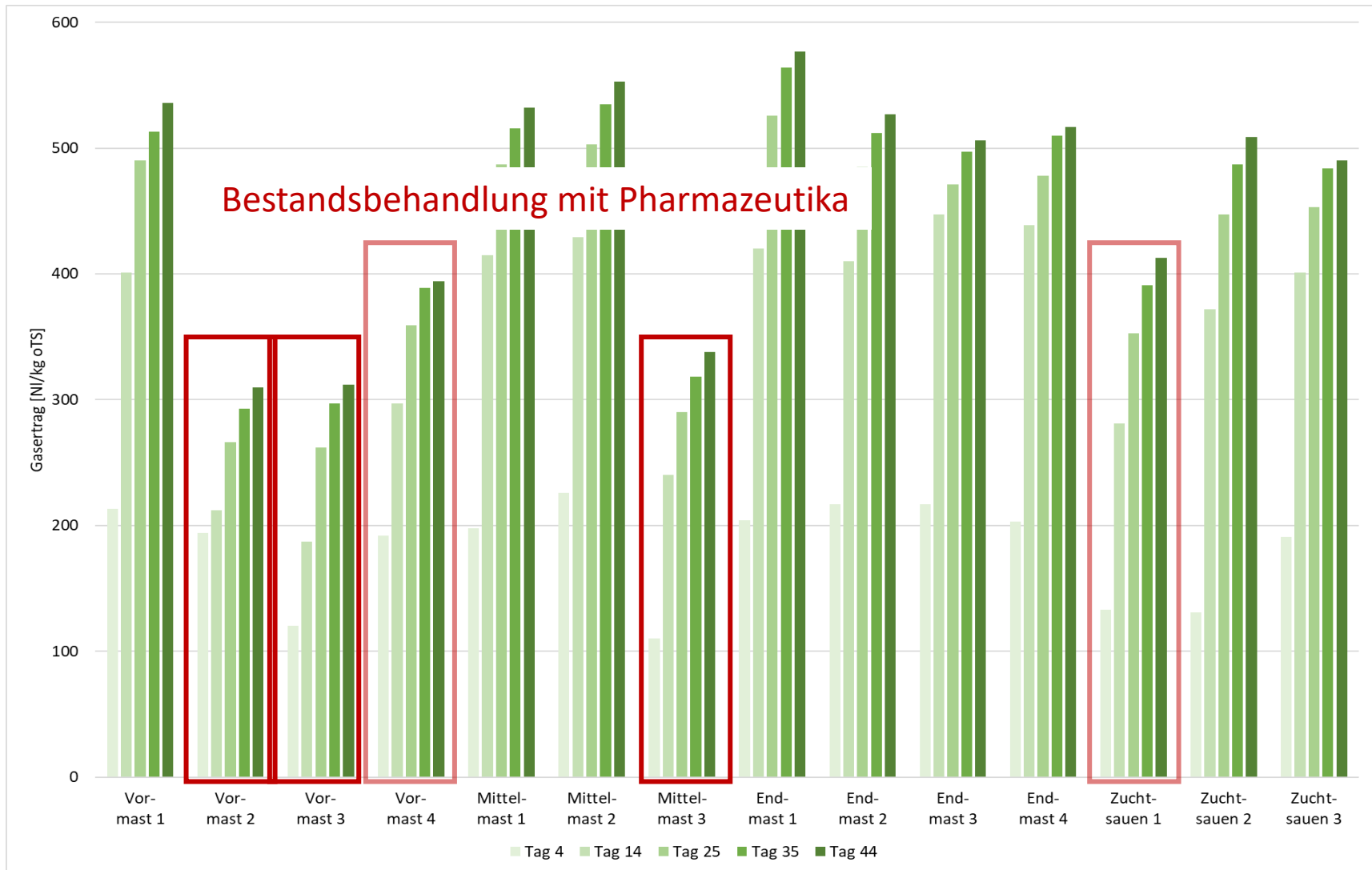


# Typische Gasbildungskinetik für Schweinekot

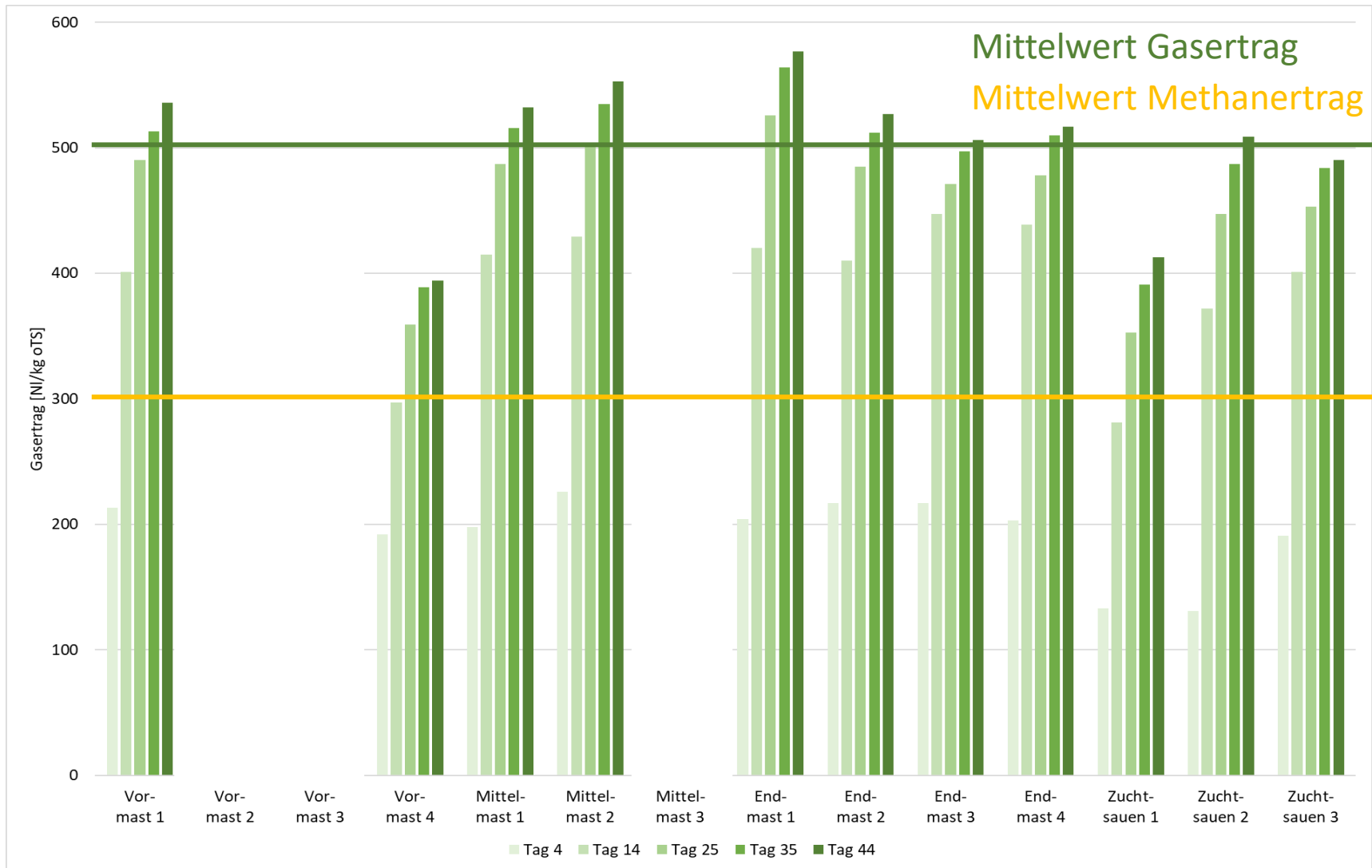


Fehlerbalken =  $\pm$  Standardabweichung

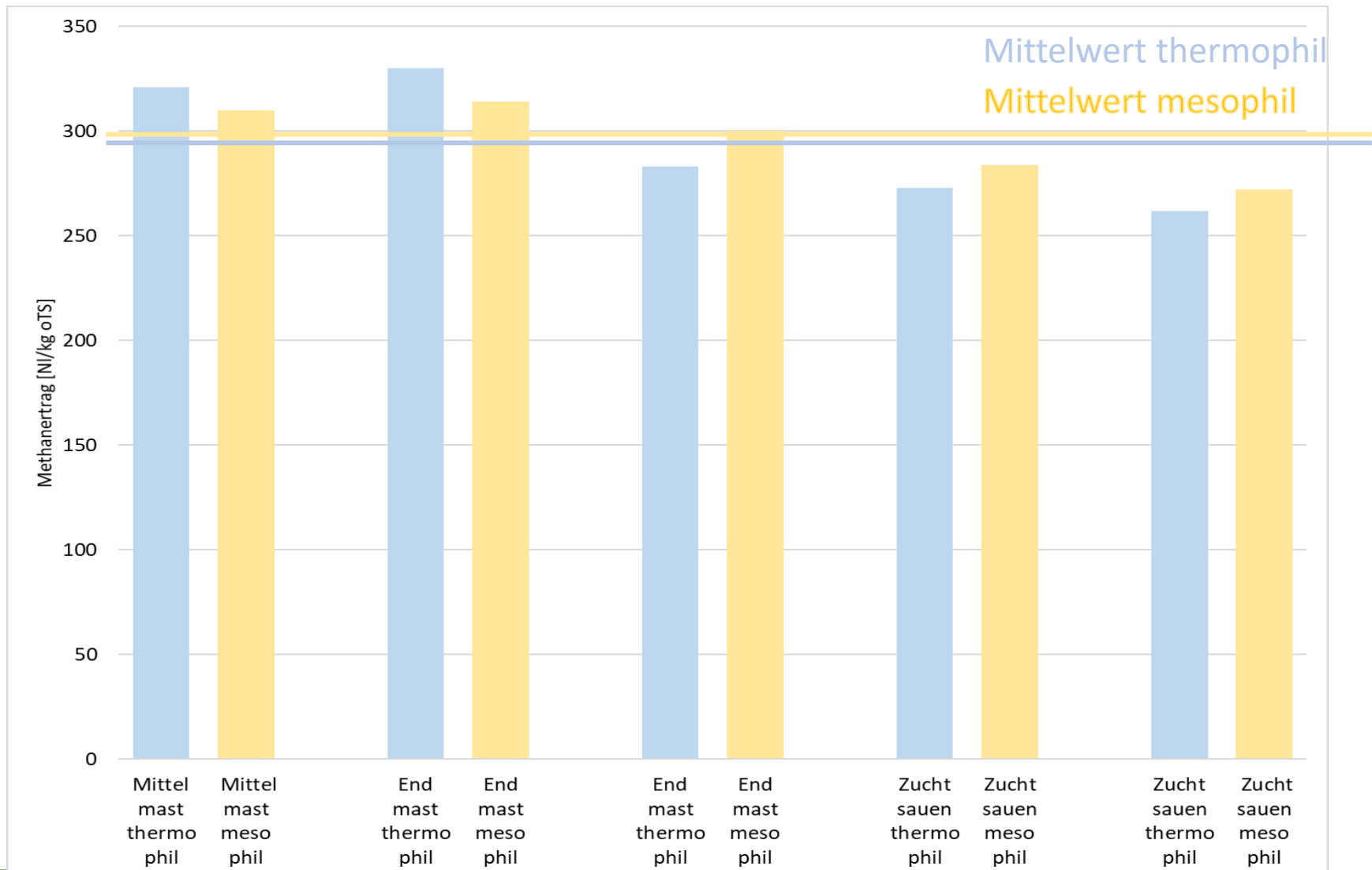
# Gasertragungspotenzial Schweinekot mesophil



# Gasertragungspotenzial Schweinekot mesophil - Mittelwerte



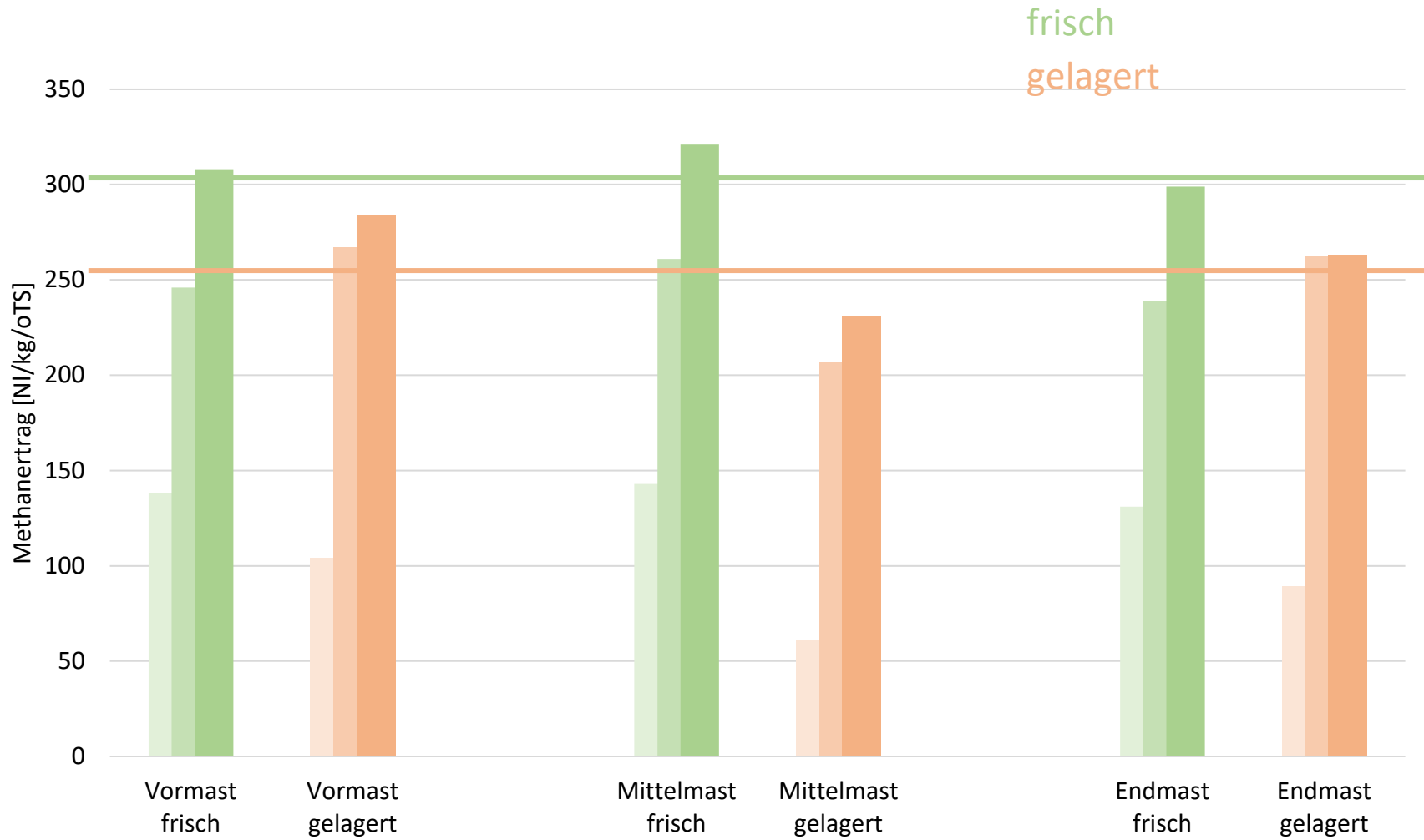
# Thermophile und Mesophile Vergärung – Methanertrag im Vergleich



■ thermophil ■ mesophil

# Methangaserträge Schweinekot (mesophil)

## – frisch und 6 Wochen gelagert



Entwicklung des Methanertrages unterschiedlicher Proben nach 4, 14 und 35 Tagen

# Inhalt

- Einleitung und Hintergrund
- Eigenschaften und Gasbildungspotenzial von Schweinekot, Hemmung der Gasbildung
- **Einordnung des Substrates Schweinekot**
- Logistik für Schweinekot
- Ersatz von Mais durch Schweinekot / Auswirkungen auf Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen
- Zusammenfassung

# WSD als Alternativsubstrat zu Mais - Gaserträge und Grenzpreise frei BGA von Stroh und WSD im Vergleich zu Silomais

	Mais-silage (Referenz)	Getreide-stroh	Rinder-gülle	Rinder-kot (frisch)	Rinder-mist	Rinder-mist stroh-reich (frisch)	Rinder-mist stroh-arm (frisch)	Schweine-gülle	Schweine-kot (frisch)	Pferde-mist	Geflügel-trocken-kot (HTK)	Geflügel-mist
TS-Gehalt [%]	35	86	10	20	25	30	23	6	25	27	45	40
oTS-Gehalt [%]	95	90	80	80	85	85	85	80	85	84	75	85
Biogasertrag [l/kg oTM]	660	400	342	390	405	500	480	350	500	442	500	500
Methangehalt [%]	52	52	55	55	55	55	55	60	60	52	65	55
Silo Mais Äq [t/t]	<b>1</b>	<b>0,71</b>	<b>7,6</b>	<b>3,31</b>	<b>2,4</b>	<b>1,62</b>	<b>2,24</b>	<b>11,3</b>	<b>1,80</b>	<b>2,16</b>	<b>1,04</b>	<b>1,21</b>
1t Alternativsubstrat ersetzt ... t Mais		1,41	0,13	0,30	0,42	0,44	0,28	0,09	0,56	0,46	0,96	0,82
Grenzpreis [€/t] (im Vgl. zu Mais frei Fermenter 40 €/t)		<b>56,3</b>	<b>5,3</b>	<b>12,1</b>	<b>16,7</b>	<b>24,7</b>	<b>17,9</b>	<b>3,5</b>	<b>22,9</b>	<b>18,5</b>	<b>38,5</b>	<b>32,9</b>

# WSD als Alternativsubstrat zu Mais - Gaserträge und Grenzpreise frei BGA von Stroh und WSD im Vergleich zu Silomais

	Mais-silage (Referenz)	Getreide-stroh	Rinder-gülle	Rinder-kot (frisch)	Rinder-mist	Rinder-mist stroh-reich (frisch)	Rinder-mist stroh-arm (frisch)	Schweine-gülle	Schweine-kot (frisch)	Pferde-mist	Geflügel-trocken-kot (HTK)	Geflügel-mist
TS-Gehalt [%]	35	86	10	20	25	30	23	6	25	27	45	40
oTS-Gehalt [%]	95	90	80	80	85	85	85	80	85	84	75	85

**Mit etwa 1,8 t Schweinekot kann man 1 t SM ersetzen**

**Schweinekot mit ähnlichem Substratwert wie Festmiste**



# Inhalt

- Einleitung und Hintergrund
- Eigenschaften und Gasbildungspotenzial von Schweinekot, Hemmung der Gasbildung
- Einordnung des Substrates Schweinekot
- **Logistik für Schweinekot**
- Ersatz von Mais durch Schweinekot / Auswirkungen auf Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen
- Zusammenfassung

# Erfolgreicher Umbau von Standardstall zu Tierwohlstall und vollständiger KHT in Niedersachsen – **Sammelcontainer für Kot**

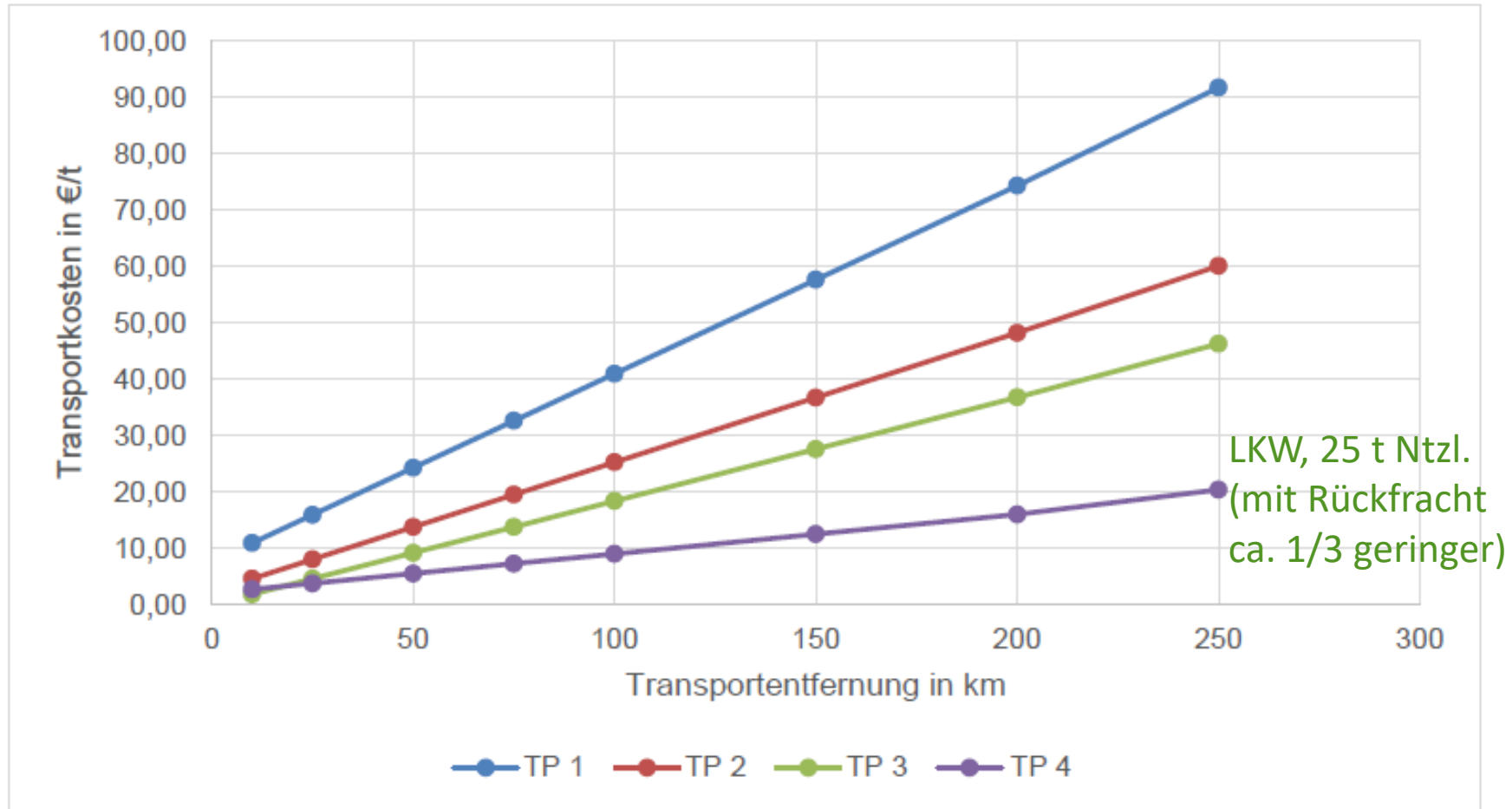


# Hakenlift-Abrollcontainer für Kottransport / 25 t Nutzlast



Agrofrader

# Kosten des Kottransports mit verschiedenen Techniken ohne Rückfracht /Berechnungsgrundlage aus 2021



# Inhalt

- Einleitung und Hintergrund
- Eigenschaften und Gasbildungspotenzial von Schweinekot, Hemmung der Gasbildung
- Einordnung des Substrates Schweinekot
- Logistik für Schweinekot
- **Ersatz von Mais durch Schweinekot / Auswirkungen auf Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen**
- Zusammenfassung

# Ersatz Maissilage durch Schweinekot

- Maisbetonte BGA mit ca 30 % Wirtschaftsdünger -

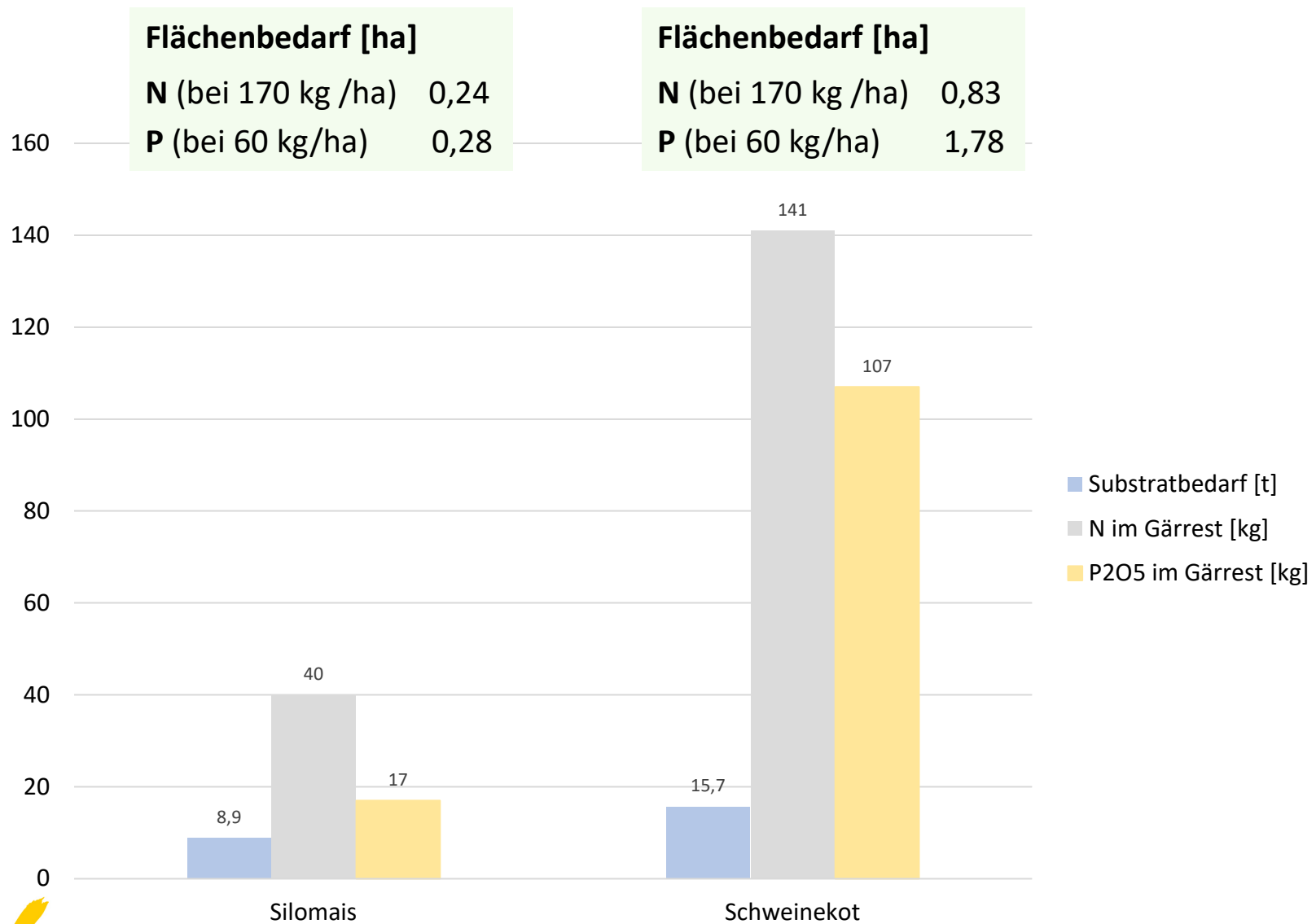
Variante:	Einheit	IST-Stand	Kotmenge = Maismenge	Leistung konstant	max. 4 kg NH <sub>4</sub> -N
Bemessungsleistung	kW	465	311	465	386
<b>Substrateinsatz</b>					
Mais	t/a	7.218	0	0	0
Schweinekot	t/a	0	7.218	12.315	9.705
<b>Verfahren</b>					
Verweilzeit	d	150	150	105	124
Raumbelastung	kg/m <sup>3</sup> d	1,74	1,26	1,86	1,55
Prozesswärmebedarf	%	15	22	18	20
<b>Gärrest</b>					
Gärrest-TS	%	8,6	11,2	11,9	11,6
Zusatzlager für 9 Mon. Lagerkapazität	m <sup>3</sup>	0	805	4.073	2.399

# Ersatz Maissilage durch Schweinekot

- Maisbetonte BGA mit ca 30 % Wirtschaftsdünger -

Variante:	Einheit	IST-Stand	Kotmenge = Maismenge	Leistung konstant	max. 4 kg NH <sub>4</sub> -N
Bemessungsleistung	kW	465	311	465	386
<b>Substrateinsatz</b>					
Mais	t/a	7.218	0	0	0
Schweinekot	t/a	0	7.218	12.315	9.705
<b>Verfahren</b>					
Verweilzeit	d	150	150	105	124
Raumbelastung	kg/m <sup>3</sup> d	1,74	1,26	1,86	1,55
Prozesswärmebedarf	%	15	22	18	20
<b>Mehrerlös ohne Kot-Kosten</b>		<b>Kot €/a</b>	<b>113 000</b>	<b>300 000</b>	
<b>Grenzpreis Kot</b>		<b>€/t</b>	<b>19</b>	<b>30</b>	

# Substratbedarf, Nährstofffracht und Flächenbedarf bei der Vergärung von Schweinekot im Vergleich zu Silomais (1000 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>)





## Zusammenfassung

- Vollst. KHT ist vielversprechender Zukunftsansatz für Tierhaltung / niedrige bis sehr niedrige  $\text{NH}_3$ -,  $\text{CH}_4$ -, Geruchs-Emissionen / hohes Potenzial für hohe N-Effizienz im Gesamtsystem
- **Vollständige KHT ist kosteneffiziente Alternative zu Gülletransport und -verarbeitung in Überhangregionen / Hotspots**
- Schweinekot energetisch hochwertiges Substrat/ Gärtests zeigen mit 300 NI  $\text{CH}_4$ /kg oTS gutes Gasertragspotenzial / (Wahrscheinlich) Hemmung durch Pharmazeutika/ Lagerung von Kot senkt Gasbildungspotenziale / hohe Transportwürdigkeit
- Bestehende BGAen meist technisch-biologisch gut geeignet
- NaWaRo-Ersatz durch Kot schafft zusätzliche Flächen für Marktfruchtbau
- Erhöhte Nährstoffzufuhr beachten / ggfs. begrenzender Faktor