



# Treibhausgaspotenzial des Energiepflanzenanbaus für Biogasanlagen – erste Ergebnisse

Maria Stenull

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart

LCA-Werkstatt

Freising Weihenstephan

7. Oktober 2009



## Agenda

1. Betrachtete Fälle
2. These
3. Bilanzierungsrahmen
4. Ergebnisse: Treibhausgaseinsparung für Strom aus Biogas
5. Variation der Emissionsfaktoren für die Prozesse:
  - Gärrest- und Gülleausbringung
  - Gärrestlagerung
6. Schlussfolgerungen



## 1. These

- Anbaubezogene Prozesse spielen für den Treibhauseffekt für Strom aus Biogas eine entscheidende Rolle
- Durch den Einsatz von Emissionsfaktoren kann die THG-Bilanz von Strom aus Biogas deutlich beeinflusst werden



## 2. Betrachtete Fälle

Strom aus Biogas:

- Fall 1: 100%-Silomais-Anlage
- Fall 2: 50%-Silomais- und 50%-Grassilage-Anlage
- Fall 3: 35%-Rindergülle- und 65%-Silomais-Anlage
- Fall 4: 100%-Rindergülle-Anlage

(Substrateinsatz ist auf Frischmasse bezogen)

Variation von Extremen (Fall 1 und Fall 4):

- Gärrest- und Gülleausbringung – ein Lachgas-intensiver Prozess
- Gärrestlagerung – ein Methan-intensiver Prozess

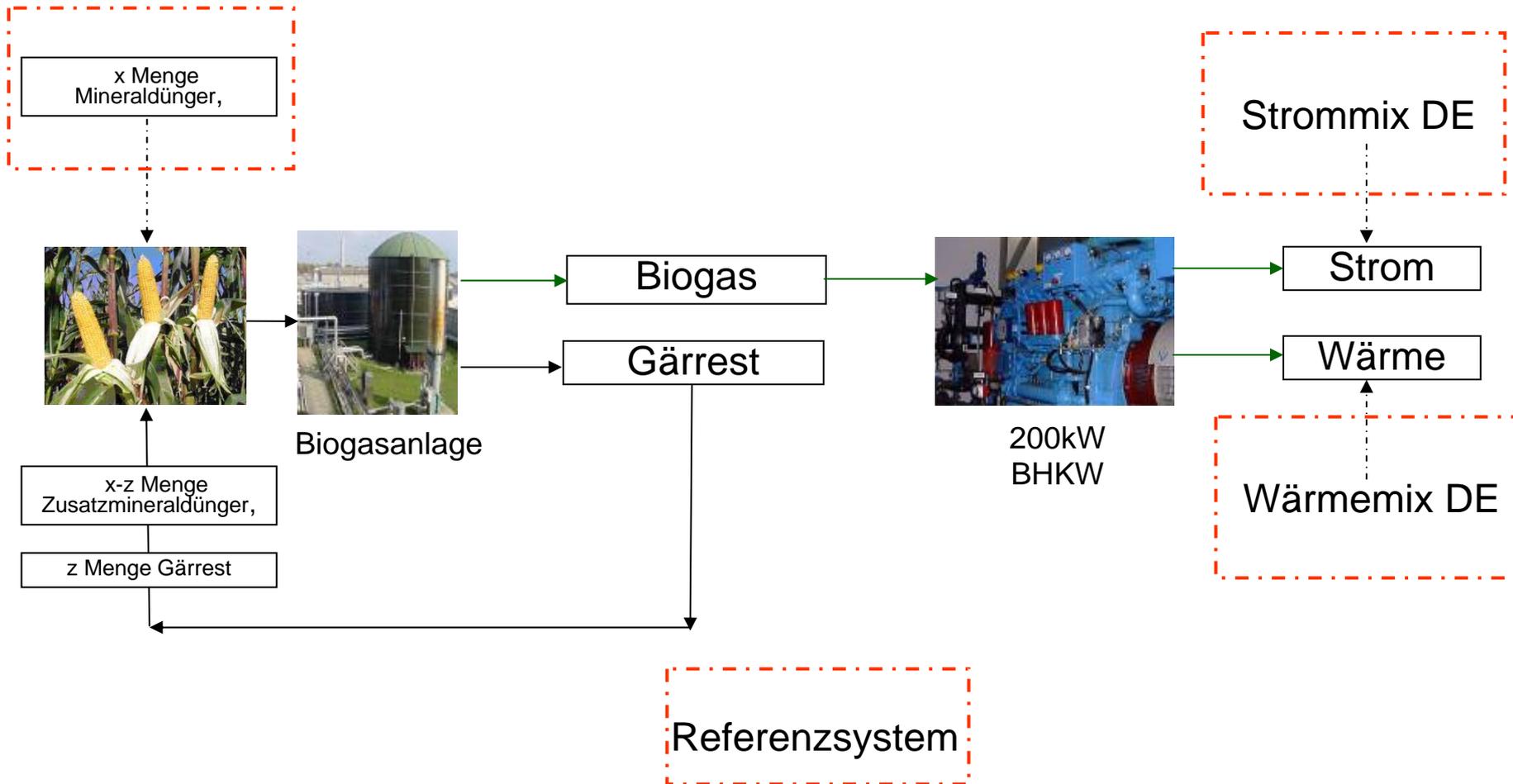


### 3. Bilanzierungsrahmen

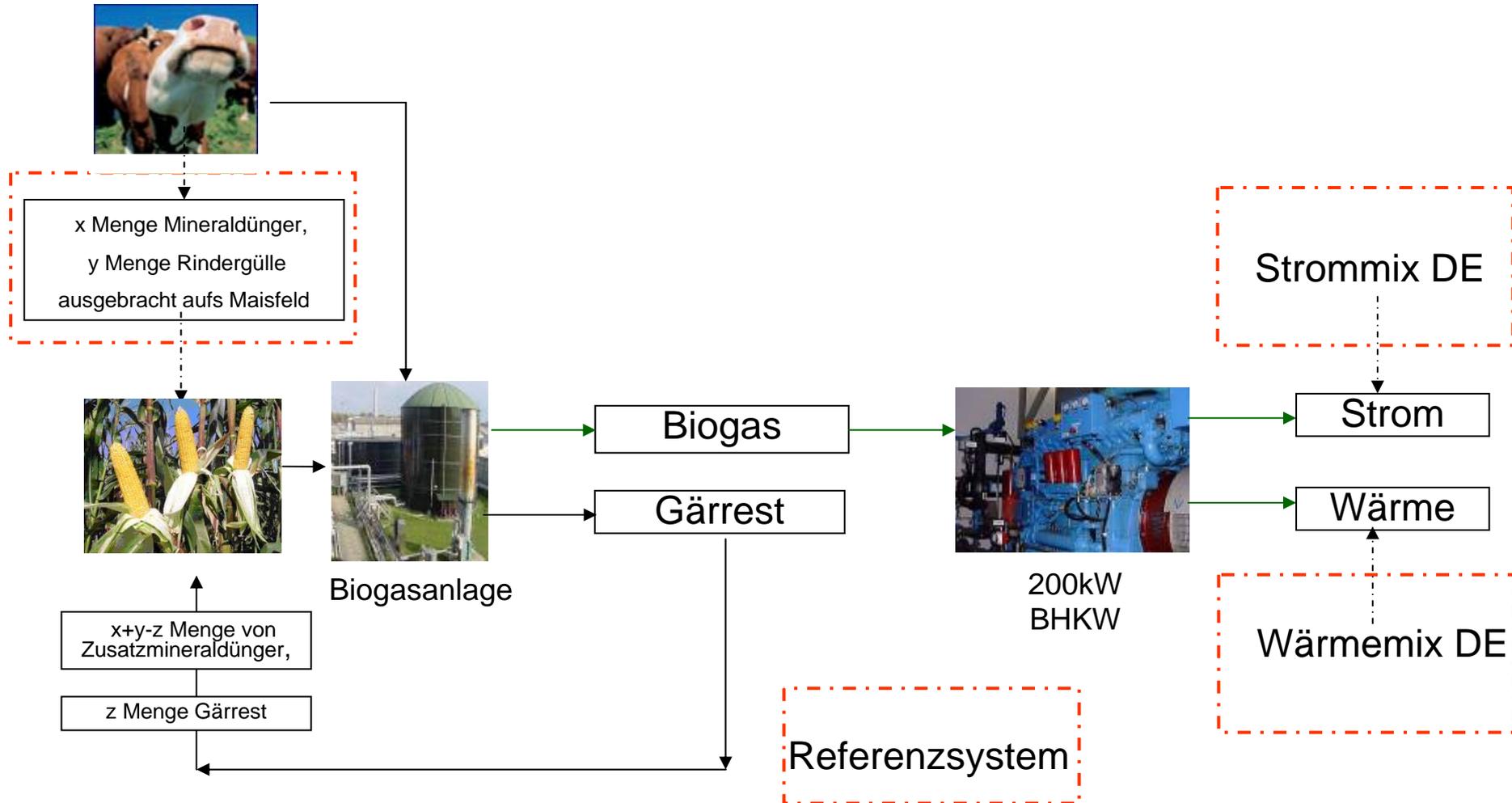
#### Annahmen

<b>Funktionelle Einheit</b>	kWh <sub>el</sub>
<b>Referenz</b>	Strommix DE 2007 (0,624 g CO <sub>2</sub> Äq./kWh <sub>el</sub> )
<b>Anlagengröße</b>	200 kW
<b>Düngerreferenz</b>	
<b>Reine Nawaro Anlage</b>	Mineralische Düngung
<b>Nawaro-Gülle Anlage</b>	Mischdüngung – mineralische und Gülle Düngung
<b>Reine Gülle Anlage</b>	Reine Gölledüngung
<b>Wärmenutzung</b>	keine
<b>Gärrestlager</b>	geschlossen

### 3. Bilanzierungsrahmen für 100%-Silomais-Biogasanlage



### 3. Bilanzierungsrahmen für 65%-Silomais- und 35%-Rindergülle-Biogasanlage



### 3. Bilanzierungsrahmen

#### Rahmenannahmen Bilanzierung für die Düngung v. zwei Biogasanlagen

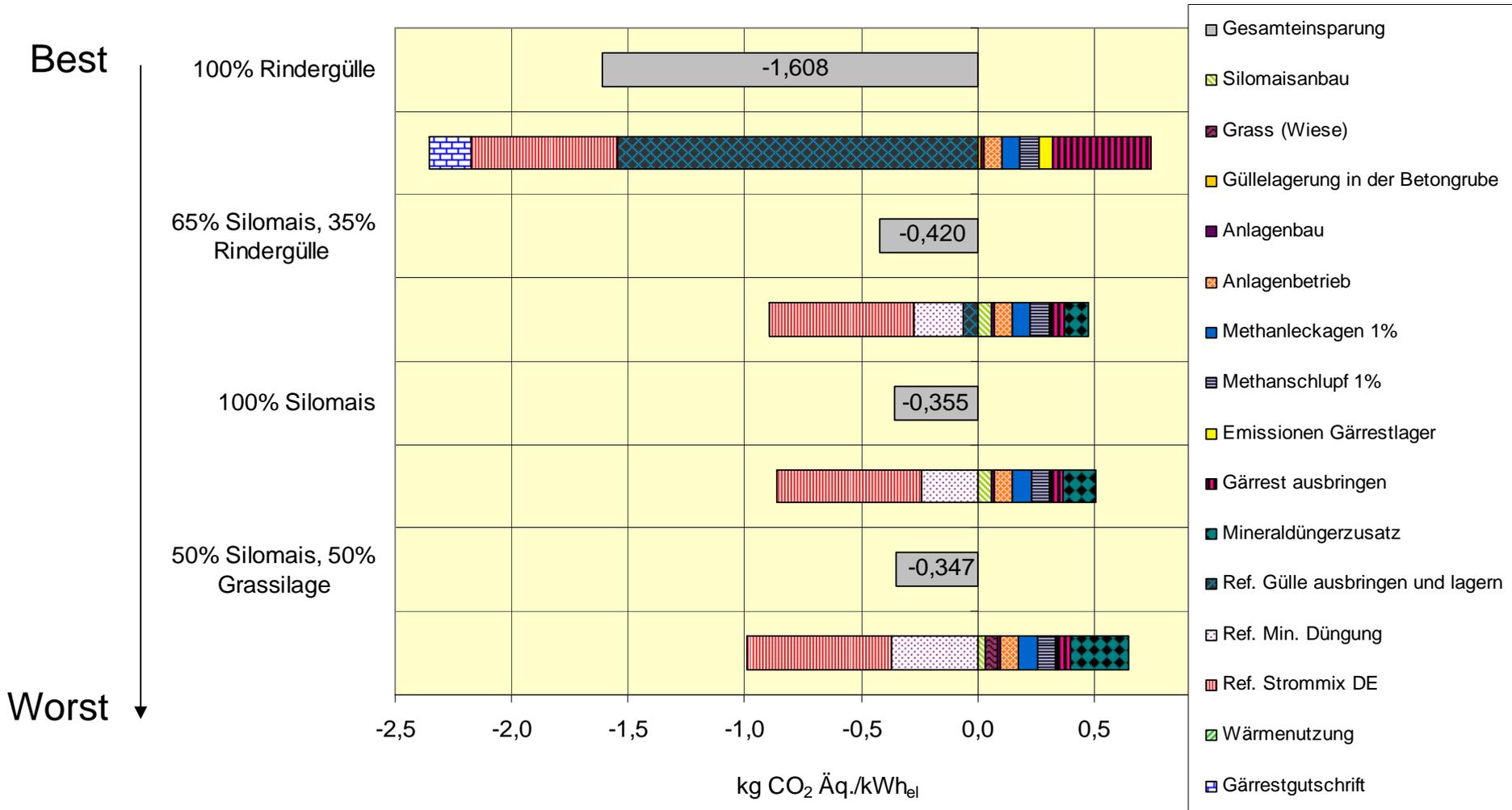
Düngung von Silomais für eine 100%  
Silomais BGA

Düngung von Silomais für eine 65%  
35% Rindergülle Silomais BGA

Düngart	Einheit	Silomais- düngung (BGA - 100% Silomais)	Ref. mineralische Düngung Silomais
N	kg/ha	113	200
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	45	95
K <sub>2</sub> O	kg/ha	87	265
Gärrestdüngung	m <sup>3</sup> /ha	36	
Gülldüngung	m <sup>3</sup> /ha		0

Düngart	Einheit	Silomais- düngung (BGA - 65% Silomais, 35% Rindergülle)	Ref. Misch- düngung Silomais
N	kg/ha	79	169
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha	22	75
K <sub>2</sub> O	kg/ha	0	180
Gärrestdüngung	m <sup>3</sup> /ha	51	
Gülldüngung	m <sup>3</sup> /ha		16

# 4. Ergebnisse: Treibhauseffekt Gesamteinsparung im Vgl. zum Strommix Deutschland





## 5. Variation

Variation der Emissionsfaktoren für die Prozesse:

- Gärrest- und Gülleausbringung – ein Lachgas-intensiver Prozess
- Gärrestlagerung – ein Methan-intensiver Prozess

Am Beispiel von folgenden Fällen:

- 100%-Silomais-Anlage
- 100%-Rindergülle-Anlage

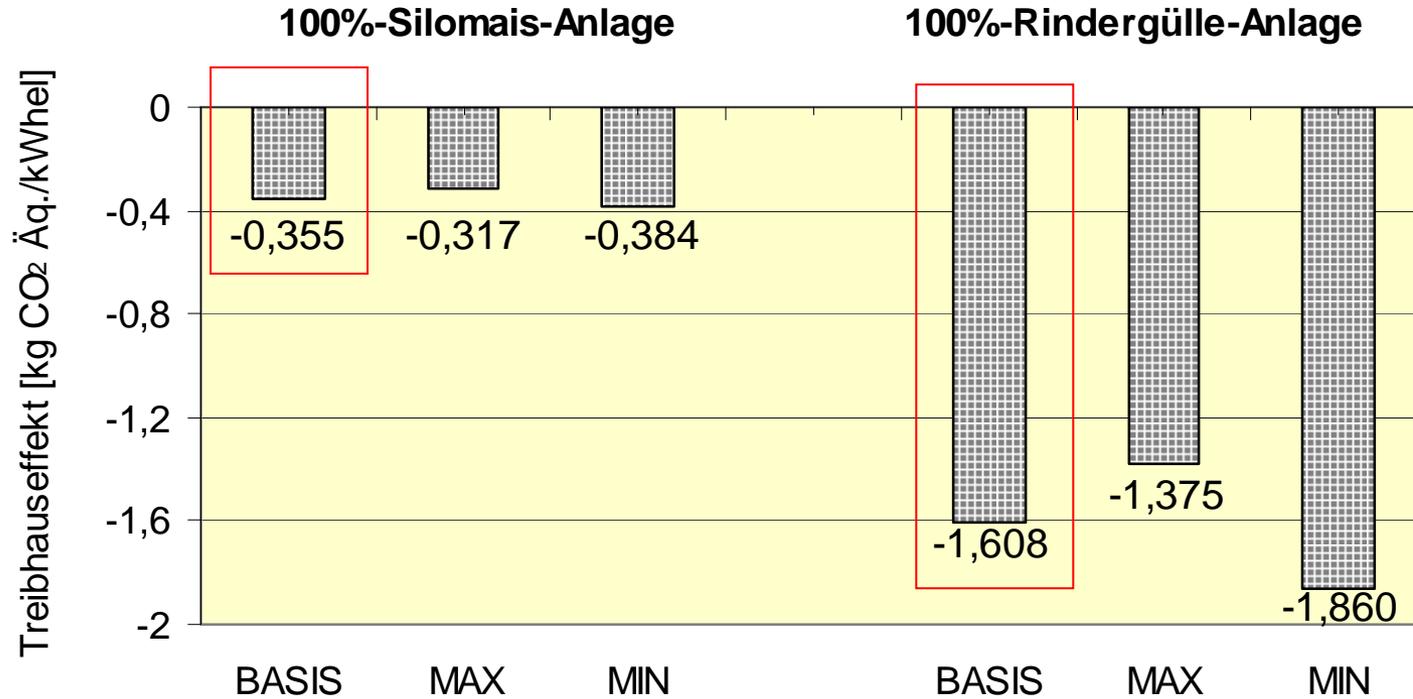
## 5. Variation der Emissionsfaktoren

Anbaubezogene Prozesse:

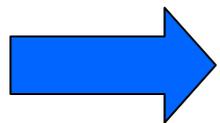
- Gärrest- und Gülleausbringung – ein Lachgas-intensiver Prozess
- Gärrestlagerung – ein Methan-intensiver Prozess

Lachgasemissionen bei Gärrest- und Gülleausbringung	<b>Basis-Mean</b>	Max	Min
Lachgasemissionen bei der Gärrestausbringung	<b>1% N<sub>2</sub>O-N</b>	2,9 % N <sub>2</sub> O-N	0,6 % N <sub>2</sub> O-N
Lachgasemissionen bei der Gülleausbringung	<b>1% N<sub>2</sub>O-N</b> [IPCC 2007]	4,2% N <sub>2</sub> O-N [Dittert et al. 2007]	0,6% N <sub>2</sub> O-N [Dittert et al. 2007]
Methanemissionen bei der Gärrestlagerung	<b>Basis-Min</b>	Max	Mean
Restgaspotenzial	<b>2 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t oTS</b>	40 m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /t oTS [Reinhold 2009]	20 m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /t oTS [Reinhold 2009]
Ammoniakemissionen	<b>1,5% NH<sub>4</sub>-N</b>	15% NH <sub>4</sub> -N	15% NH <sub>4</sub> -N
Lachgasemissionen	<b>0,01% N<sub>2</sub>O-N</b> [BMVEL/UBA 2002]	1% N <sub>2</sub> O-N [BMVEL/UBA 2002]	1% N <sub>2</sub> O-N [BMVEL/UBA 2002]

# 5. Gesamteinsparung im Vgl. zum Strommix Deutschland - Variation der Emissionsfaktoren im Prozess Gärrest- und Gülleausbringung

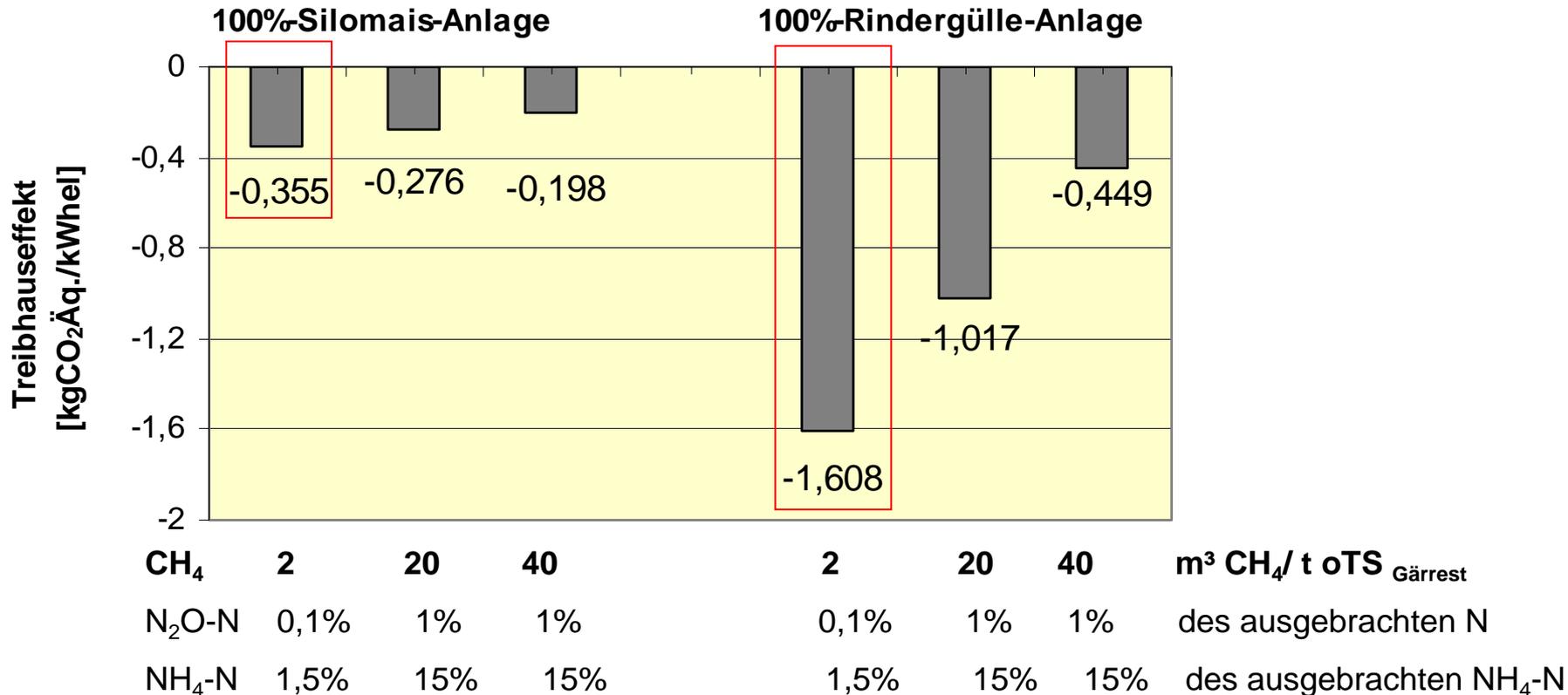


	BASIS	MAX	MIN	BASIS	MAX	MIN
Gärrest N <sub>2</sub> O-N	1%	2,91%	0,58%	1%	2,91%	0,58%
Gülle N <sub>2</sub> O-N	-	-	-	1%	4,21%	0,61%



Die THG-Bilanz verschlechtert oder verbessert sich bei der 100%-Silomais-Anlage um ca.10% und bei der 100%-Gülle-Anlage um ca.15%

## 5. Gesamteinsparung im Vgl. zum Strommix Deutschland - Variation der Emissionsfaktoren im Prozess Gärrestlagerung



Die THG-Bilanz verschlechtert sich für eine 100%-Silomais-Anlage um bis zu 44% und für eine 100%-Gülle-Anlage um bis zu 72%.



## 5. Weitere unsichere Emissionsfaktoren für die anbaubezogenen Prozesse

- Methanemissionen bei der Gülle- und Gärrestlagerung und -ausbringung
- Lachgasemissionen bei der Mineraldüngerausbringung



## 6. Schlussfolgerungen

- Variation der Methanemissionen bei der Gärrestlagerung hat einen sehr hohen Einfluss auf den Treibhauseffekt für Strom aus Biogas (Verschlechterung bis zum 72% für eine reine Gülle-Anlage!).
- Variation der Lachgasemissionen bei der Gärrest- und Gülleausbringung kann sich auf die Ergebnisse der THG-Bilanzen in der Spannbreite 10%-15% auswirken.
- Die reine Gülleanlage reagiert viel stärker auf die Veränderung von Emissionsfaktoren bei der Gärrest- und Gülleausbringung sowie Gärrestlagerung.
- Je mehr Gülle in die Anlage eingebracht wird, desto höher wird der Einfluss von den Emissionsfaktoren bei der Gärrest- und Güllelagerung sowie Gärrestausrückführung.



## 6. Schlussfolgerungen

- Bei der Bilanzierung von standortabhängigen und betriebspezifischen Prozessen wäre von Vorteil, mögliche Spannbreiten in den Ergebnissen darzustellen oder die Prozesse als „datenunsicher“ einzustufen.



# Diskussion



# Backup



## 2. Bilanzierungsrahmen

### Anlagenbeschreibung

Beschreibung	Biogasanlage	Biogasanlage	Biogasanlage	Biogasanlage
	100% Silomais	50% Silomais, 50% Grassilage	65% Silomais, 35% Rindergülle	100% Rindergülle
Etrag Maissilage [t FM/ha]	50	50	50	
TS Maissilage [Gew.-% FM]	33	35	35	
oTS Maissilage [Gew.-% TS]	96	96	96	
Siliverluste Maissilage [Gew.-% FM]	12	12	12	
Maisilage Input [t FM/a]	4350	2365	4175	
Etrag Grassilage [t FM/ha]		29		
TS Grassilage [Gew.-% FM]		35		
oTS Grassilage [Gew.-% TS]		88		
Siliverluste Grassilage [Gew.-% FM]		12		
Grassilage Input [t FM/a]		2365		
Gülleanfall [ m <sup>3</sup> /(Tierplatz*a)]			21	21
TS Gülle [Gew.-% FM]			8	8
oTS Gülle [Gew.-% TS]			80	80
Gülle Input [t FM/a]			1462	35800

## 2. Bilanzierungsrahmen

### Annahmen

Beschreibung	Biogasanlage
Quelle	eigene Berechnung
Inbetriebnahme [a]	2007
Lebensdauer Bau / Technik [a]	20 / 8
BHKW Leistung [ $\text{kW}_{\text{el}}$ ]	200
BHKW - Motortyp	Gas-Otto
Elektrischer Wirkungsgrad [%]	38
Thermischer Wirkungsgrad [%]	52
Jährliche Stromproduktion [ $\text{GWh}_{\text{el}}/\text{a}$ ]	1,47
Verstromungsfaktor [ $\text{kWh}_{\text{el}}/\text{m}^3$ Biogas]	2
Betriebstunden [h/a]	8030
Vollaststunden [h/a]	7361
Biogasertrag Mais [ $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{kg oTS}$ ]	660
Biogasertrag Gras [ $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{kg oTS}$ ]	560
Biogasertrag Rindergülle [ $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{kg oTS}$ ]	325