

Vortrag im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse

# Separierte Gülle als dezentraler Input für Biogasanlagen

von

**Dr. Hans-Heinrich Kowalewsky**  
**Fachbereichsleiter Energie, Bauen, Technik**  
**Landwirtschaftskammer Niedersachsen**

## Inhalt des Vortrages

### Gliederung

**Problemstellung**

**Separierverfahren**

**Ergebnisse**

- **Abscheideraten**
- **Feststofftransport**
- **Gasausbeute**

**Wirtschaftlichkeit**

**Ausblick**

## Derzeitige Probleme

**Veredlungsbetriebe mit Nährstoffüberschuss**

*haben Probleme wegen Kosten für Nährstoffabgabe*

**Ackerbaubetriebe mit Nährstoffbedarf**

*haben Probleme wegen Kosten für Min-dünger*

**Biogasanlagen**

*haben Probleme wegen Kosten für Substratbeschaffung*

## Unterbringung von Mist, Gülle und Gärresten in Niedersachsen

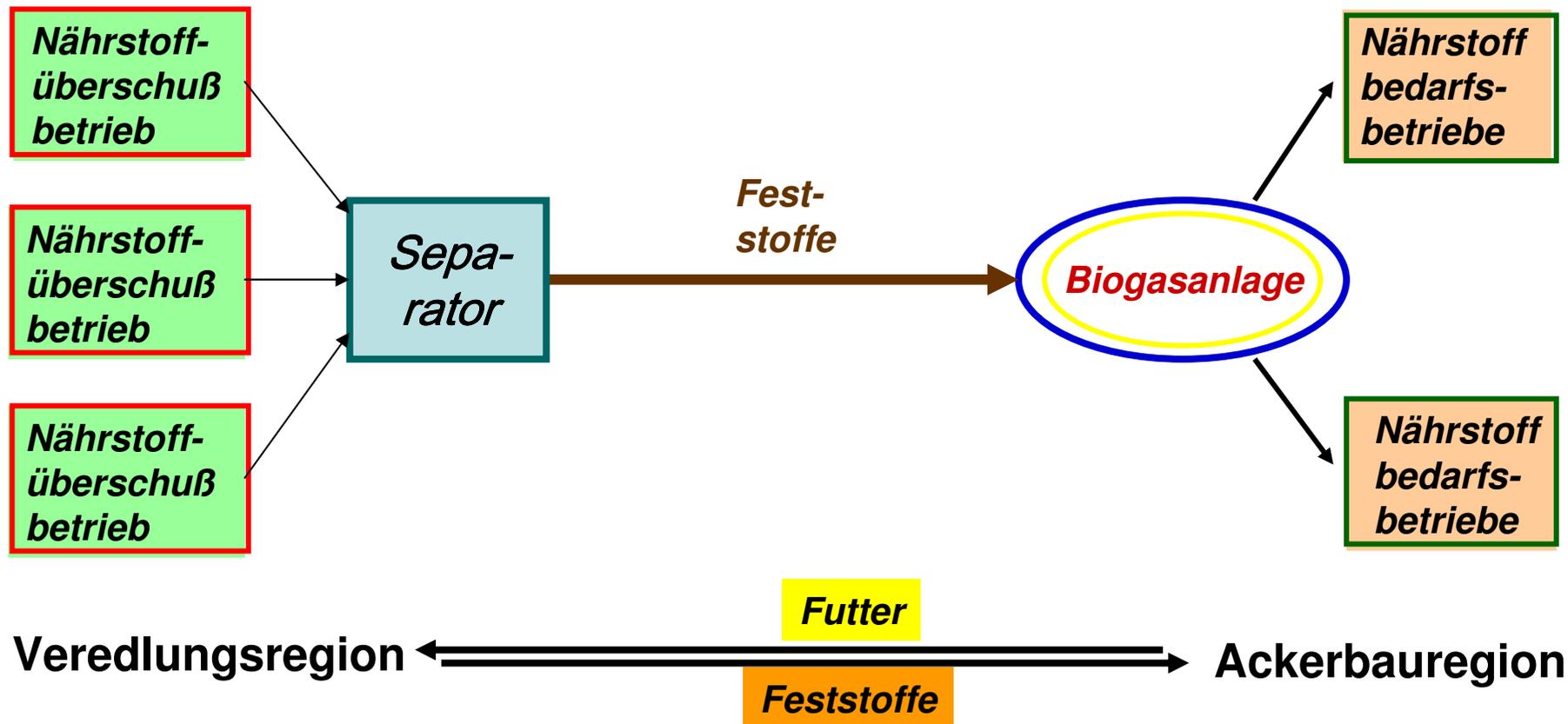
	Braun- schweig ha	Hannover ha	Lüne- burg ha	Weser- Ems ha	Niedersachsen gesamt ha
<b>Landwirtschaftl. Nutzfläche</b>	<b>389.000</b> (100 %)	<b>498.000</b> (100 %)	<b>808.000</b> (100 %)	<b>924.000</b> (100 %)	<b>2.619.000</b> (100 %)
<i>davon benötigt für</i>					
<b>- Unterbringung Mist + Gülle</b>	<b>46.800</b> (12 %)	<b>142.000</b> (28 %)	<b>377.400</b> (47 %)	<b>822.000</b> (89 %)	<b>1.388.200</b> (53 %)
<b>- Unterbringung Gärreste</b>	<b>13.000</b> (3 %)	<b>18.600</b> (4 %)	<b>44.400</b> (5 %)	<b>61.500</b> (7 %)	<b>137.500</b> (5 %)
<b>- Freie Fläche</b>	<b>329.200</b> (85 %)	<b>337.100</b> (68 %)	<b>388.300</b> (48 %)	<b>40.300</b> (4 %)	<b>1.088.000</b> (42 %)

## Kreise in Niedersachsen mit geringem und hohem Anteil freier Flächen für Nährstoffzufuhr

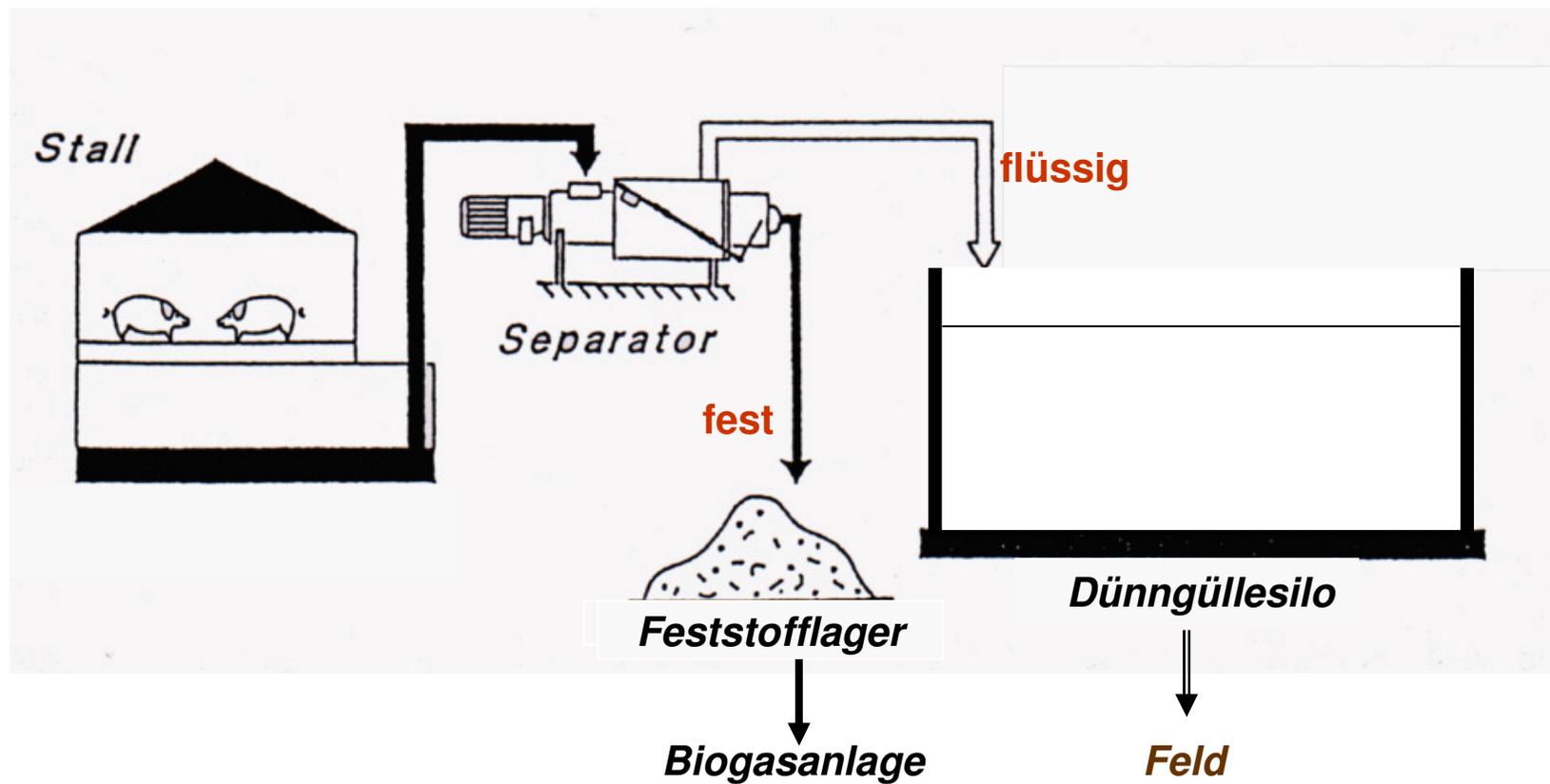
<i>Landkreis</i>	<i>% freie Fläche</i>
<i>wenig freie Fläche</i>	
▪ Vechta	- 57 %
▪ Cloppenburg	- 56 %
<i>viel freie Fläche</i>	
▪ Salzgitter	97 %
▪ Wolfenbüttel	96 %

- minus Zeichen = hier fehlt Fläche zur Unterbringung von Nährstoffen

## Einsatz von Güllefeststoffen in Biogasanlagen (Separieren - Transportieren - Vergären - Düngen)



## Verfahrensschema einer Separationsanlage



## Separationstechniken



einstufig



mehrstufig



mit Flockungsmittel

## Separationsprodukte



## Feststofftransport zur Biogasanlage



Güllefeststoffe in Biogasanlagen

Dr. H.H. Kowalewsky  
FB Energie, Bauen, Technik

## Feststoffvergärung in Biogasanlage



**Fermenter**



**Gärrestlager**

## Gärrestausbringung nach Feststoffvergärung



## **Gliederung**

**Problemstellung**

**Separierverfahren**

**Ergebnisse**

- **Abscheideraten**
- **Feststofftransport**
- **Gasausbeute**

**Wirtschaftlichkeit**

**Ausblick**

## Abscheidegrade nach einstufiger Separation von Schweinegülle und Gärresten

	<i>Abscheidegrad* bei Separation</i>	
	<i>von Schweinegülle</i>	<i>von Gärresten</i>
<b>Frischmasse</b>	<b>25 %</b>	<b>10 %</b>
<b>Trockenmasse</b>	<b>55 %</b>	<b>35 %</b>
<b>Gesamt-Stickstoff</b>	<b>25 %</b>	<b>13 %</b>
<b>Ammonium-Stickstoff</b>	<b>22 %</b>	<b>8 %</b>
<b>Gesamt-Phosphat (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	<b>45 %</b>	<b>24 %</b>
<b>Kali (K<sub>2</sub>O)</b>	<b>25 %</b>	<b>10 %</b>

\* = gibt an welcher Anteil in Feststoffen enthalten ist nach Braukmann et.al.

## Abscheidegrade bei der einstufigen Separierung von Schweinegülle mit einem Pressschneckenseparator

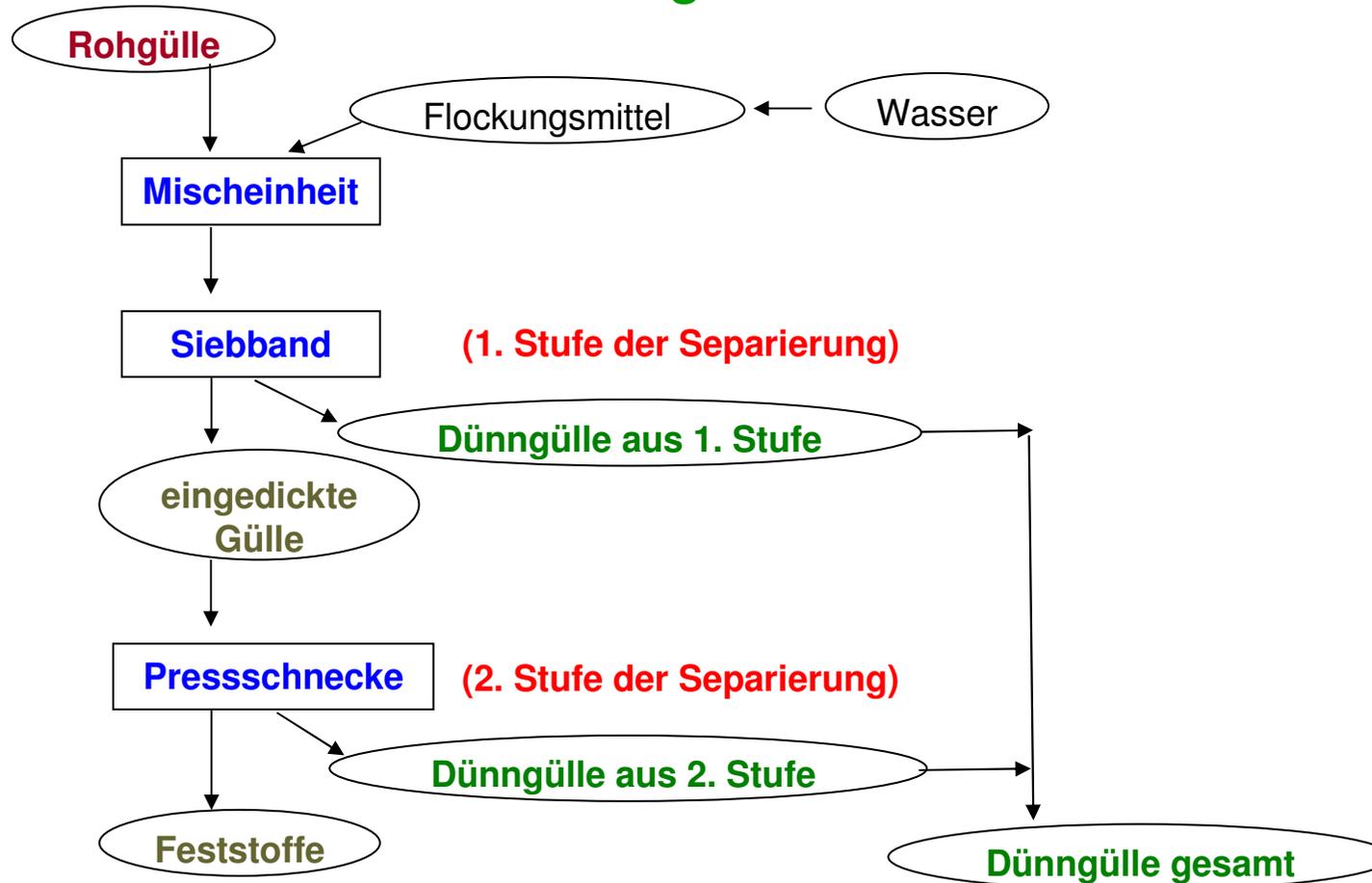
Ausgangsgülle (TS-Gehalt)	← 9,0 % →	
<b><u>Abpressung</u></b>	<b><u>schwach</u></b>	<b><u>stark</u></b>
- TS-Gehalt Feststoffe	21 %	34 %
- TS-Gehalt Dünngülle	4 %	6 %
<b><u>Abscheidegrade*</u></b>		
Gewicht	26 %	15 %
Trockensubstanz	52 %	47 %
Stickstoff (Gesamt N)	27 %	14 %
Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	37 %	30 %
* = gibt an welcher Anteil in Feststoffen enthalten ist		

## Abscheidegrade nach einstufiger Separation von Schweinegülle mit Flockungsmitteln

	<i>Rohgülle</i>	<i>Dünngülle</i>	<i>Feststoffe</i>	<i>Abscheidegrad*</i>
<b>Trockenmasse</b>	<b>6,5 %</b>	<b>3,0 %</b>	<b>21,2 %</b>	<b>65 %</b>
<b>Gesamt-Stickstoff</b>	<b>6,8 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>3,1 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>10,3 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>30 %</b>
<b>Phosphat (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	<b>3,9 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>0,5 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>12,3 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>63 %</b>
<b>Kali (K<sub>2</sub>O)</b>	<b>4,2 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>2,6 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>4,2 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>20 %</b>

**\* = gibt an welcher Anteil in Feststoffen enthalten ist**

## Schematische Darstellung eines zweistufigen Separierverfahrens mit Flockungsmittelzusatz



## Ergebnisse der Überprüfung eines zweistufigen Separators

	Separation	
	ohne Flockungsmittel + starke Pressung	mit Flockungsmittel + schwache Pressung
<b>Menge kg/Std.</b>		
- Rohgülle	5.040	6.840
- Feststoffe	260	2.440
- Dünngülle	4.780	4.750
<b>Abscheidegrad</b>	<b>5 %</b>	<b>34 %</b>
<b>Trockensubstanz kg/Std.</b>		
- Rohgülle	389	575
- Feststoffe	110	448
- Dünngülle	279	127
<b>Abscheidegrad</b>	<b>28 %</b>	<b>78 %</b>

Wirkungsgrad = in Feststoffen enthaltener Anteil in %

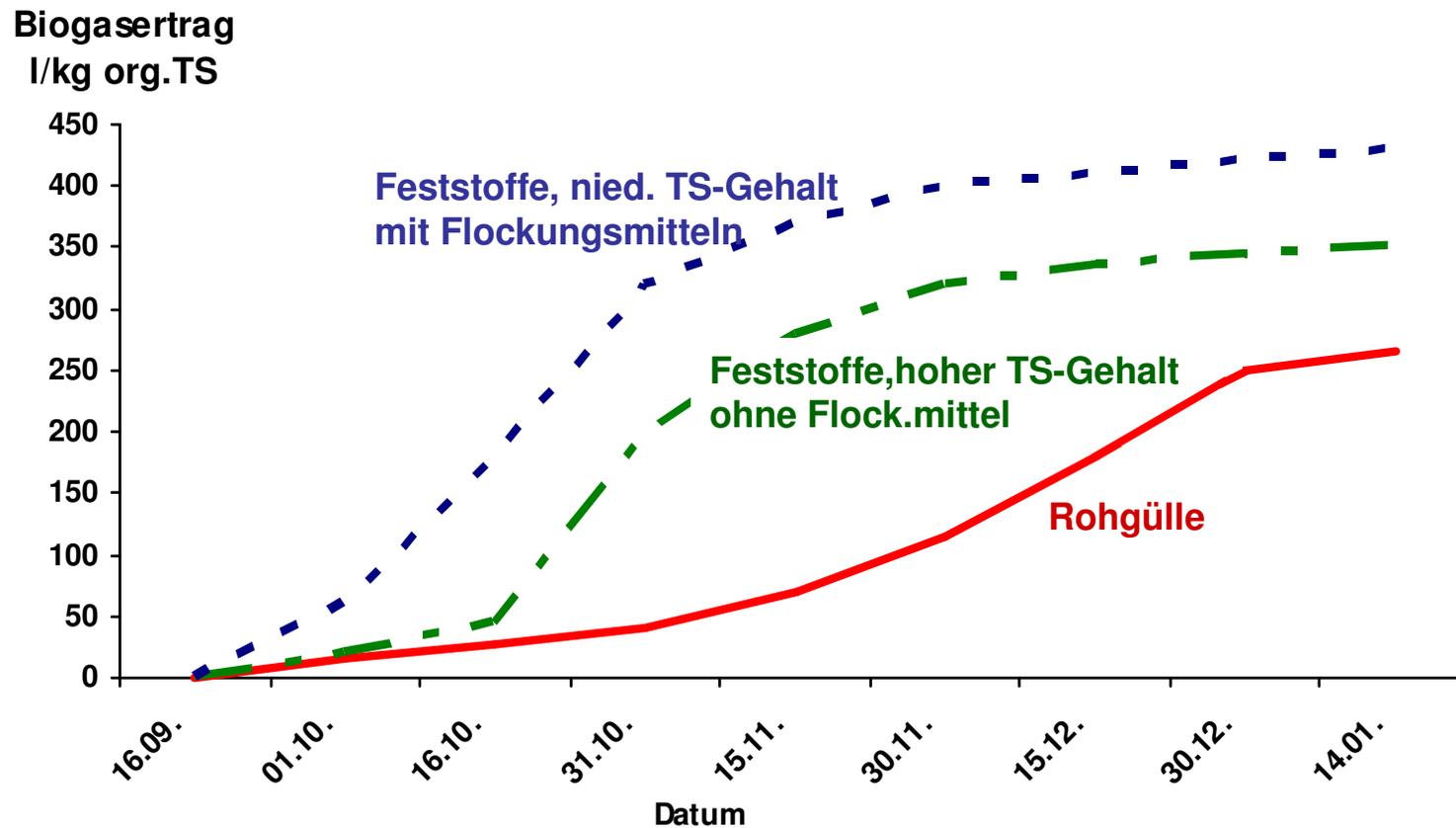
## Ergebnisse der Überprüfung eines zweistufigen Separators

	Separation	
	ohne Flockungsmittel + starke Pressung	mit Flockungsmittel + schwache Pressung
<b><i>Gesamt-Stickstoff kg/Std.</i></b>		
- Rohgülle	30,2	42,4
- Feststoffe	2,4	20,5
- Dünngülle	27,9	21,9
<b>Wirkungsgrad</b>	<b>8 %</b>	<b>48 %</b>
<b><i>Phosphat kg/Std.</i></b>		
- Rohgülle	17,6	25,0
- Feststoffe	2,5	20,0
- Dünngülle	15,1	5,0
<b>Wirkungsgrad</b>	<b>14 %</b>	<b>80 %</b>

## Nährstoffgehalte nach unterschiedlicher Separation

	Gehalte an		
	Trocken- substanz	Gesamt- Stickstoff	Phosphat
<b><i>Ohne Flockungsmittel + starke Pressung</i></b>			
- Rohgülle	7,7 %	6,0 kg/t	3,5 kg/t
- Feststoffe	41,7 %	9,1 kg/t	9,3 kg/t
- Dünngülle	5,9 %	5,9 kg/t	3,3 kg/t
<b><i>Mit Flockungsmittel + schwache Pressung</i></b>			
- Rohgülle	8,4 %	6,2 kg/t	3,7 kg/t
- Feststoffe	18,3 %	8,4 kg/t	8,2 kg/t
- Dünngülle	2,5 %	4,5 kg/t	1,0 kg/t

## Biogasertrag in $I_{(N)}$ pro kg organischer TS bei unterschiedlichen Separationsmaterialien



## Gasausbeute aus unterschiedlich alten und unterschiedlich separierten Güllefeststoffen

	Gasausbeute in l bezogen auf 1 kg org. Trockensubstanz	
	frischer Gülle	alte Gülle
<b>Rohgülle</b>	<b>271 l</b>	<b>187 l</b>
<b>Feststoffe nach starker Abpressung ohne Flockungsmittel</b>	<b>356 l</b>	<b>311 l</b>
<b>Feststoffe nach schwacher Abpressung mit Flockungsmittel</b>	<b>430 l</b>	<b>272 l</b>

## Gasausbeute aus unterschiedlich alten und verschieden separierten Güllefeststoffen

		Gasausbeute bezogen auf 1 t Frischmasse	
		frischer Gülle	alte Gülle
Rohgülle	7,5 % TS	20 m <sup>3</sup>	14 m <sup>3</sup>
Dickgülle	15,0 % TS	50 m <sup>3</sup>	272 l
Feststoffe	30,0 % TS	110 m <sup>3</sup>	311 l
<b>Zum Vergleich Mais 30 % TS</b>		<b>= 190 m<sup>3</sup> bis 210 m<sup>3</sup> pro t</b>	

## Inhalt des Vortrages

### Gliederung

Problemstellung

Separierverfahren

Ergebnisse

- Abscheideraten
- Feststofftransport
- Gasausbeute

**Wirtschaftlichkeit**

Ausblick

## Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung

### Kosten des Verfahrens

Separator einstufig, stationär	um	30 000 €
Separator einstufig, fahrbar	um	40 000 €
Separator zweistufig, fahrbar	um	200 000 €
Separieren		2 - 10 €/ t Gülle
Separieren zu Dickgülle	ca.	4,30 €/ t Gülle
Separieren zu Feststoffen	ca.	6,10 €/ t Gülle
Transport Feststoffe 20 km		6 €/ t
100 km		16 €/ t
200 km		25 €/ t
Dünngülle-, Gärrestausbringung		2 €/ t Feststoffe

## Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung

<b>- Nährstoffwert</b>	<b>Rohgülle</b>	<b>7,60 €/t</b>
	<b>Dünngülle</b>	<b>4,60 €/t</b>
	<b>Dickgülle</b>	<b>12,10 €/t</b>
	<b>Feststoffe</b>	<b>14,60 €/t</b>
	<b>Gärrest</b>	<b>7,60 €/t</b>
<b>- Energetischer Wert</b>	<b>Rohgülle</b>	<b>7,70€/t</b>
	<b>Dünngülle</b>	<b>-</b>
	<b>Dickgülle</b>	<b>20.10 €/t</b>
	<b>Feststoffe</b>	<b>48,70 €/t</b>
<b>- Wert aus Güllebonus</b>	<b>Rohgülle</b>	<b>18,90 €/t</b>
	<b>Dünngülle</b>	<b>-</b>
	<b>Dickgülle</b>	<b>19,90 €/t</b>
	<b>Feststoffe</b>	<b>22.60 €/t</b>

## Kurzbeschreibung der verglichenen Verfahren

<b>Verfahren</b>	<b><i>Aufgaben in Veredlungsregionen</i></b>	<b><i>Ferntransport der Nährstoffe</i></b>	<b><i>Aufgaben in Ackerbauregionen</i></b>
<b>Gülleverfahren</b>	<b>Gülle sammeln/lagern</b>	<b>als Gülle</b>	<b>Gülleausbringung</b>
<b>Eindickungsverfahren</b>	<b>Gülle sammeln/lagern eindicken Dünngülleausbringung</b>	<b>als Dickgülle</b>	<b>Dickgülleausbringung</b>
<b>Separationsverfahren</b>	<b>Gülle sammeln/lagern separieren Dünngülleausbringung</b>	<b>als Feststoff</b>	<b>Feststoffausbringung</b>
<b>Gülle- Vergärungsverfahren</b>	<b>Gülle sammeln/lagern</b>	<b>als Gülle</b>	<b>Vergärung + Gärrestausbringung</b>
<b>Eindickungs- u. Vergärungsverfahren</b>	<b>Gülle sammeln/lagern eindicken Dünngülleausbringung</b>	<b>als Dickgülle</b>	<b>Vergärung + Gärrestausbringung</b>
<b>Separations- u. Vergärungsverfahren</b>	<b>Gülle sammeln/lagern separieren Dünngülleausbringung</b>	<b>als Feststoff</b>	<b>Vergärung + Gärrestausbringung</b>

**Wirtschaftlichkeit verschiedener Verfahren zum Transport von 1000 kg  $P_2O_5$  (= 280 m<sup>3</sup> Rohgülle) von Veredlungsbetrieb zu Ackerbaubetrieb**

	Gülle- verfahren	Eindick. verfahren	Separat. verfahren	Gülle- +Vergär.- verfahren	Eindick.- +Vergär.- verfahren	Separations- +Vergär.- verfahren
<b>Ohne Güllebonus</b>						
Transportentfernung						
- 20 km	171 €	-169 €	-2.369 €	2.622 €	2.307 €	2.768 €
- 50 km	-969 €	-729 €	-2.809 €	1.482 €	1.747 €	2.328 €
- 100 km	-2.679 €	-1569 €	-3.469 €	-228 €	909 €	1.668 €
- 200 km	-5.244 €	-2829 €	-4.459 €	-2.793 €	-353 €	678 €
<b>Mit Güllebonus</b>						
Transportentfernung						
- 20 km				8.008 €	5.107 €	5.254 €
- 50 km				6.868 €	4.547 €	4.814 €
- 100 km				5.158 €	3.707 €	4.154 €
- 200 km				2.593 €	2.447 €	3.164 €

## Vorteile des Feststoffeinsatzes in Biogasanlagen

### ***Vorteile für die Biogasanlagen***

- Kosteneinsparung beim Substrateinkauf
- Prozeßstabilisierung durch Mikronährstoffe
- weniger Flächenbedarf in Umgebung

### ***Vorteile für die Ackerbaubetriebe***

- Kosteneinsparung beim Düngereinkauf
- positiv für Humusversorgung der Böden

### ***Vorteile für Veredlungsbetriebe***

- Kosteneinsparung bei Abgabe von Nährstoffüberschüssen
- weniger Flächenzupacht nötig
- Düngewirkung der Dünngülle besser kalkulierbar
- Geruchs- und Ammoniakfreisetzungen werden geringer

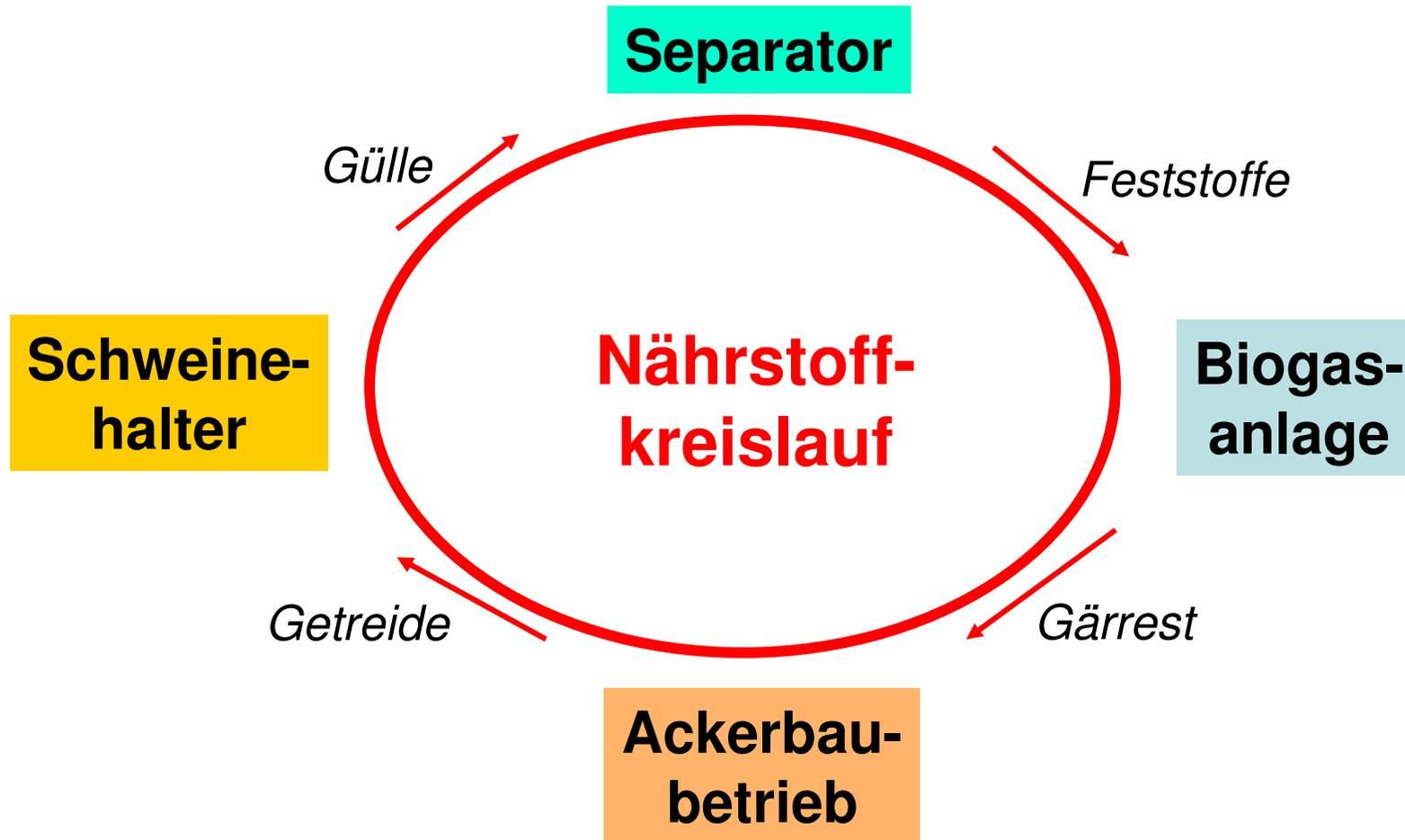
## **Betriebswirtschaftlich schwer zu bewertende Vorteile des Feststoffeinsatzes in Biogasanlagen**

- **Verbesserung der Nährstoffeffizienz in den Veredlungsbetrieben**
- **Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz (weniger min. Stickstoffdünger)**
- **Auswirkung auf Pachtpreinsniveau**
- **Stabilisierung des Gärprozesses**
- **Verminderung von Geruchsfreisetzungen**

## Problembereiche

- **Hygienische Aspekte**
- **Auswirkung von Desinfektionsmitteln**
- **Separiertechnik (Leistungen / Kosten)**
- **Einsatz von Flockungsmitteln**
- **Unterstellagerung der Gülle**
- **Max. Feststoffanteil in Biogasanlagen**
- **Entwicklung des EEG**

## Geschlossener Nährstoffkreislauf



## Ausblick

**Die Separation von Gülle und der Transport der nährstoff- und energiereichen Feststoffe zu Biogasanlagen sowie die anschließende Verwendung der Gärreste im Ackerbau könnte ein interessantes Verfahren werden**

- für Veredlungsbetriebe**
- für Biogasanlagen**
- und für Ackerbaubetriebe.**

**Es sind aber noch einige Fragen offen.**

*...nur Geduld,  
irgend wann kommt man schon ans Ziel.*



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**Parole:  
niemals aufgeben ...**

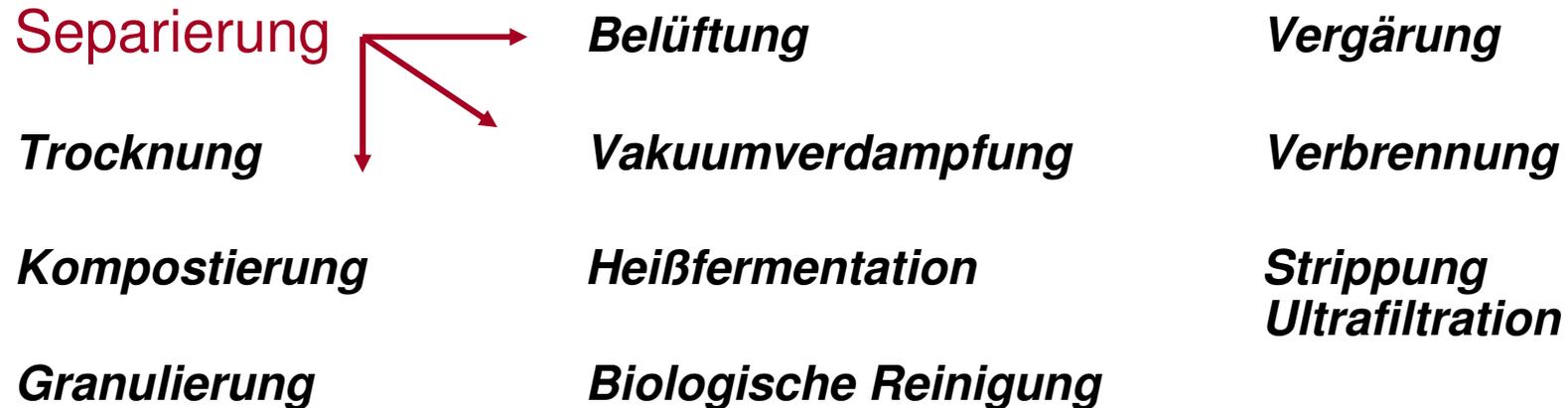


**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

## Kosten und Zeitaufwand für die Gülle-, Dünngülle- oder Gärrestausbringung mit unterschiedlichen Güllewagen

Gärrestmenge / - Entfernung	Güllewagengröße			
	15 m <sup>3</sup>		21 m <sup>3</sup>	
	Kosten €/m <sup>3</sup>	Zeitaufwand Std./Jahr	Kosten €/m <sup>3</sup>	Zeitaufwand Std./Jahr
<b>5.000 m<sup>3</sup>/Jahr</b>				
– 3,0 km	2,48	152	3,04	113
– 5,0 km	2,85	202	3,35	149
– 10,0 km	3,81	307	3,99	224
– 20,0 km	5,53	479	5,51	347
<b>10.000 m<sup>3</sup>/Jahr</b>				
– 3,0 km	1,96	318	2,14	249
– 5,0 km	2,39	403	2,44	297
– 10,0 km	3,43	613	3,39	447
– 20,0 km	5,15	959	4,95	694

## *Separierung als Vorstufe bei der Teil- und Vollaufbereitung*



## Nährstoffgehalte – Düngewert unterschiedlicher organischer Dünger

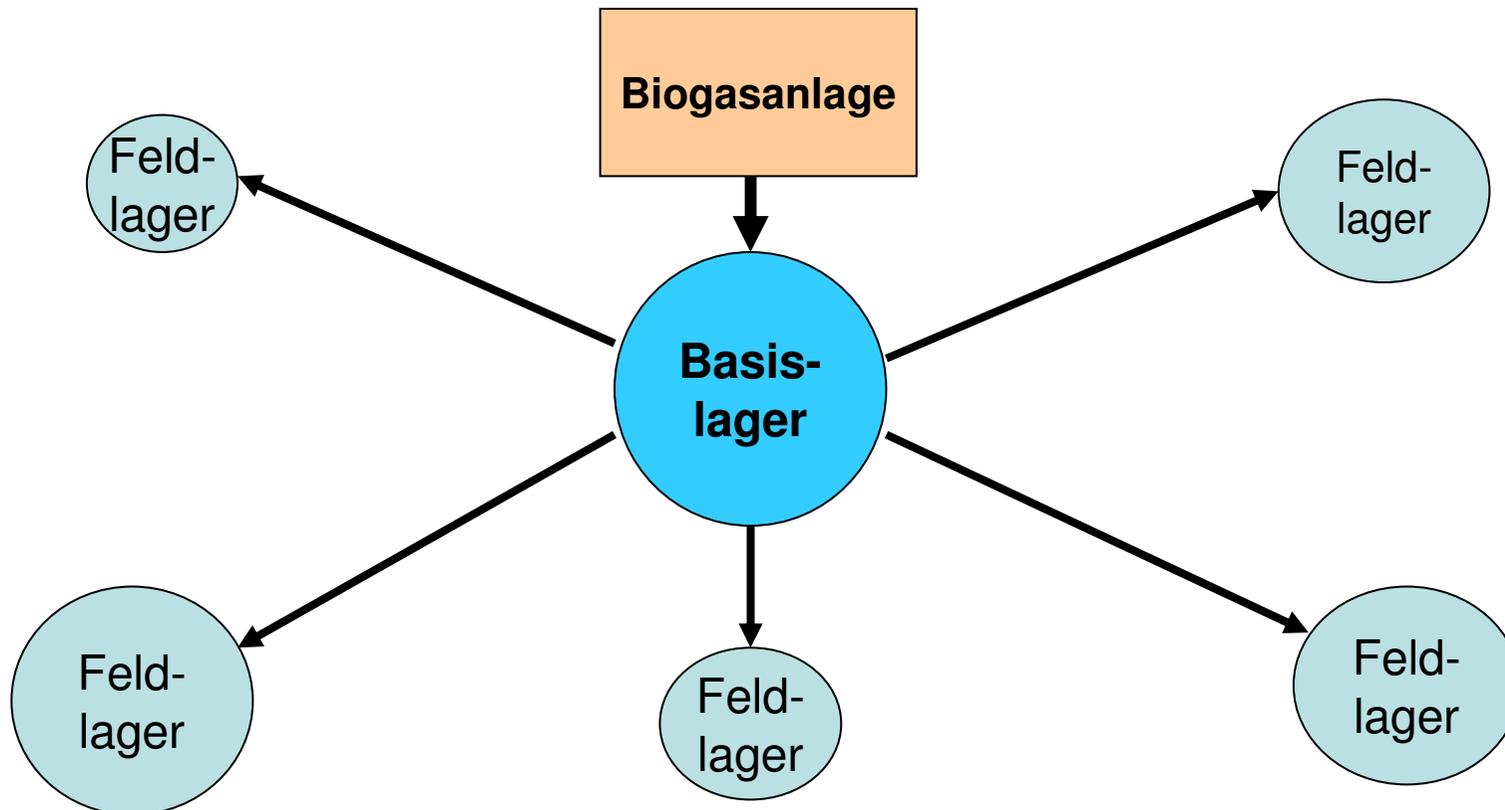
	TS %	kg/m <sup>3</sup> bzw. kg/t			€/m <sup>3*</sup>	20 m <sup>3</sup> €/ ha
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
Rindergülle	10	5	2	6	8	160
Schweinegülle	6	6	4	4	10	200
<b>Gärrest</b>	<b>8</b>	<b>5,5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>200</b>

\* Unter Berücksichtigung der N-Düngewirkung bei 6-monatiger Lagerung

## Mittlere Nährstoffwert von Schweinegülle bei verschiedenen Lagerkapazitäten

	Lagerkapazität			
	0 Monate	3 Monate	6 Monate	9 Monate
N-Ausnutzung	20-40 %	40-50 %	50-60 %	70-80 %
Wert der Gärreste in € pro m <sup>3</sup>	ca. 8,00	ca. 9,00	ca.10,00	ca.11,00

## Dezentrale Gärrestlagerung bei sehr großen Biogasanlagen



## Kosten und Zeitaufwand für die Gärrestausbringung mit unterschiedlich großen Güllewagen

Auszubringende Gärrestmenge / Transportentfern.	Güllewagengröße			
	15 m <sup>3</sup>		21 m <sup>3</sup>	
	Ausbring- kosten	Zeitaufwand	Ausbring- kosten	Zeitaufwand
	€/m <sup>3</sup>	Std./Jahr	€/m <sup>3</sup>	Std./Jahr
<b>10.000 m<sup>3</sup>/Jahr</b>				
– 3,0 km	<b>1,96</b>	<b>318</b>	<b>2,14</b>	<b>249</b>
– 5,0 km	<b>2,39</b>	<b>403</b>	<b>2,44</b>	<b>297</b>
– 10,0 km	<b>3,43</b>	<b>613</b>	<b>3,39</b>	<b>447</b>
– 20,0 km	<b>5,15</b>	<b>959</b>	<b>4,95</b>	<b>694</b>
– 40,0 km	<b>7,98</b>	<b>1527</b>	<b>7,51</b>	<b>1100</b>

## Kosten des Gärresttransports mit LKWs im Vergleich zu Schleppern mit Anhänger

	<i>Transportkosten in €/m<sup>3</sup> bei Schlagentfernung von</i>		
	<i>20 km</i>	<i>40 km</i>	<i>80 km</i>
<b>15 m<sup>3</sup> Anhänger</b>	<b>5,50</b>	<b>8,00</b>	<b>12,00</b>
<b>21 m<sup>3</sup> Anhänger</b>	<b>5,00</b>	<b>7,50</b>	<b>10,50</b>
<b>27 m<sup>3</sup> LKW</b>	<b>4,50</b>	<b>7,00</b>	<b>9,50</b>

## Kostengünstige Ausbringverfahren für die Gärreste einer 500kW-NawaRo-Anlage

***Technikempfehlung bei mittlerer Entfernung  
zwischen Gärrestlager und Feld***

***bis 5 km = 15m<sup>3</sup> Güllewagen***

***5 km - 10 km = 21m<sup>3</sup> Güllewagen***

***über 10 km = geteiltes Verfahren aus  
24 m<sup>3</sup> Transport-LKW  
+ 24 m<sup>3</sup> Ausbringfass***

## Auswirkung des Wärmebonus von 3 Cent pro kWh (wenn Wärme zur Düngemittelproduktion genutzt wird)

bei Biogasanlage mit 250 kW = 54 000 €/Jahr

bei Biogasanlage mit 500 kW = 108 000 €/Jahr

bei Biogasanlage mit 1 MW = 216 000 €/Jahr

## Wert der Gärreste

bei Biogasanlage mit 250 kW = 40 000 €/Jahr

bei Biogasanlage mit 500 kW = 80 000 €/Jahr

bei Biogasanlage mit 1 MW = 160 000 €/Jahr



**Feststofftransport  
in LKW-Containern**





## Erwartete Vorteile des Feststoffeinsatzes in Biogasanlagen

### ***Vorteile für die Biogasanlagen***

- Kosteneinsparung beim Substrateinkauf
- Prozeßstabilisierung durch Mikronährstoffe
- weniger Flächenbedarf in Umgebung

### ***Vorteile für die Ackerbaubetriebe***

- Kosteneinsparung beim Düngereinkauf
- positiv für Humusversorgung der Böden

## Erwartete Vorteile des Feststoffeinsatzes in Biogasanlagen

### ***Vorteile für die Biogasanlagen***

- Kosteneinsparung beim Substrateinkauf
- Prozeßstabilisierung durch Mikronährstoffe
- weniger Flächenbedarf in Umgebung

### ***Vorteile für die Ackerbaubetriebe***

- Kosteneinsparung beim Düngereinkauf
- positiv für Humusversorgung der Böden

### ***Vorteile für Veredlungsbetriebe***

- Kosteneinsparung bei Abgabe von Nährstoffüberschüssen
- weniger Flächenzupacht nötig
- Düngewirkung der Dünngülle besser kalkulierbar
- Geruchs- und Ammoniakfreisetzungen werden geringer

## Nährstoffwerte pro t bei verschiedener Wirtschaftsdüngern

	<i>Anrechenbarer N</i> €	<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i> €	<i>K<sub>2</sub>O</i> €	<i>MgO</i> €	<i>CaO</i> €	<i>Summe</i> €
Rinder	1,3	0,9	1,8	0,4	0,1	4,50
Ferkel	1,6	1,0	1,1	0,3	0,0	4,00
Sauen	1,6	1,2	1,2	0,3	0,1	4,40
Mastschweine	2,3	1,7	1,7	0,5	0,1	6,30
Biogas	2,2	1,0	1,5	0,2	0,1	5,00
Biogas	2,7	1,8	2,1	0,4	0,1	7,00
HTK	9,0	12,8	8,5	2,7	1,5	34,50
Hähnchenmist	5,5	9,4	9,0	2,4	0,6	26,90
Putenmist	5,0	12,2	8,7	2,3	0,8	29,00

## Kosten des Gärresttransports zu Nachbarbetrieben

Faß- größe	Menge pro Jahr	Ausbringkosten in €/m <sup>3</sup> für die Gülle bei Schlagentfernung von		
		3 km	5 km	10 km
9 m <sup>3</sup>	3600 m <sup>3</sup>	2,11	2,61	3,80
15 m <sup>3</sup>	6000 m <sup>3</sup>	2,09	2,51	3,47
21 m <sup>3</sup>	8400 m <sup>3</sup>	2,18	2,59	3,45

## Kosten und Zeitaufwand für die Gärrestausbringung mit unterschiedlich großen Güllewagen

Auszubringende Gärrestmenge / Transportentfern.	Güllewagengröße			
	15 m <sup>3</sup>		21 m <sup>3</sup>	
	Ausbringkost. €/m <sup>3</sup>	Zeitaufwand Std./Jahr	Ausbringkost. €/m <sup>3</sup>	Zeitaufwand Std./Jahr
<b>5.000 m<sup>3</sup>/Jahr</b>				
– 3,0 km	2,48	152	3,04	113
– 5,0 km	2,85	202	3,35	149
– 10,0 km	3,81	307	3,99	224
– 20,0 km	5,53	479	5,51	347
– 40,0 km	8,43	771	8,22	562
<b>10.000 m<sup>3</sup>/Jahr</b>				
– 3,0 km	1,96	318	2,14	249
– 5,0 km	2,39	403	2,44	297
– 10,0 km	3,43	613	3,39	447
– 20,0 km	5,15	959	4,95	694
– 40,0 km	7,98	1527	7,51	1100

## Gesamtkosten der Gülleausbringung einschl. Schlepper und Fahrer (15 m<sup>3</sup> Wagen und 5 km Entfernung)

	<i>Breit- verteiler</i>	<i>Schlepp- schlauch</i>	<i>Schlepp- schuh</i>
<b>Anschaffung Arbeitsbreite</b>	<b>33.000 € 12 m</b>	<b>47.000 € 18 m</b>	<b>53.300 € 9 m</b>
<b>jährl. Menge</b>			
2.000 m <sup>3</sup>	<b>3,99 €/m<sup>3</sup></b>	<b>4,97 €/m<sup>3</sup></b>	<b>5,98 €/m<sup>3</sup></b>
5.000 m <sup>3</sup>	<b>2,54 €/m<sup>3</sup></b>	<b>2,90 €/m<sup>3</sup></b>	<b>3,48 €/m<sup>3</sup></b>
10.000 m <sup>3</sup>	<b>2,27 €/m<sup>3</sup></b>	<b>2,50 €/m<sup>3</sup></b>	<b>3,01 €/m<sup>3</sup></b>
<b>Mehrkosten zu Breitverteiler</b>	<b>von bis</b>	<b>0,98 €/m<sup>3</sup> 0,23 €/m<sup>3</sup></b>	<b>1,99 €/m<sup>3</sup> 0,74 €/m<sup>3</sup></b>

## Kosten des Gärresttransports in Nachbarregionen

	<i>Transportkosten in €/m<sup>3</sup> bei Schlagentfernung von</i>		
	<i>20 km</i>	<i>40 km</i>	<i>80 km</i>
<b>15 m<sup>3</sup> Anhänger</b>	<b>5,50</b>	<b>9,00</b>	<b>12,00</b>
<b>24 m<sup>3</sup> Anhänger</b>	<b>5,00</b>	<b>8,00</b>	<b>10,50</b>
<b>27 m<sup>3</sup> LKW</b>	<b>4,50</b>	<b>7,00</b>	<b>9,00</b>

Das Problem: Es wird viel Wasser transportiert

## Sonstige Vorteile des Feststoffeinsatzes in Biogasanlagen

- Verbesserung der Nährstoffeffizienz in den Veredlungsbetrieben
- Nutzung des Energieinhaltes der Gülle
- Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz (weniger min. Stickstoffdünger)
- Auswirkung auf Pachtpreisniveau
- Stabilisierung des Gärprozesses
- Verminderung von Geruchsfreisetzungen



Güllefeststoffe in Biogasanlagen

Dr. H.H. Kowalewsky  
FB Energie, Bauen, Technik



**Gülletransport mit LKW**

Güllefeststoffe in Biogasanlagen

Dr. H.H. Kowalewsky  
FB Energie, Bauen, Technik