

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

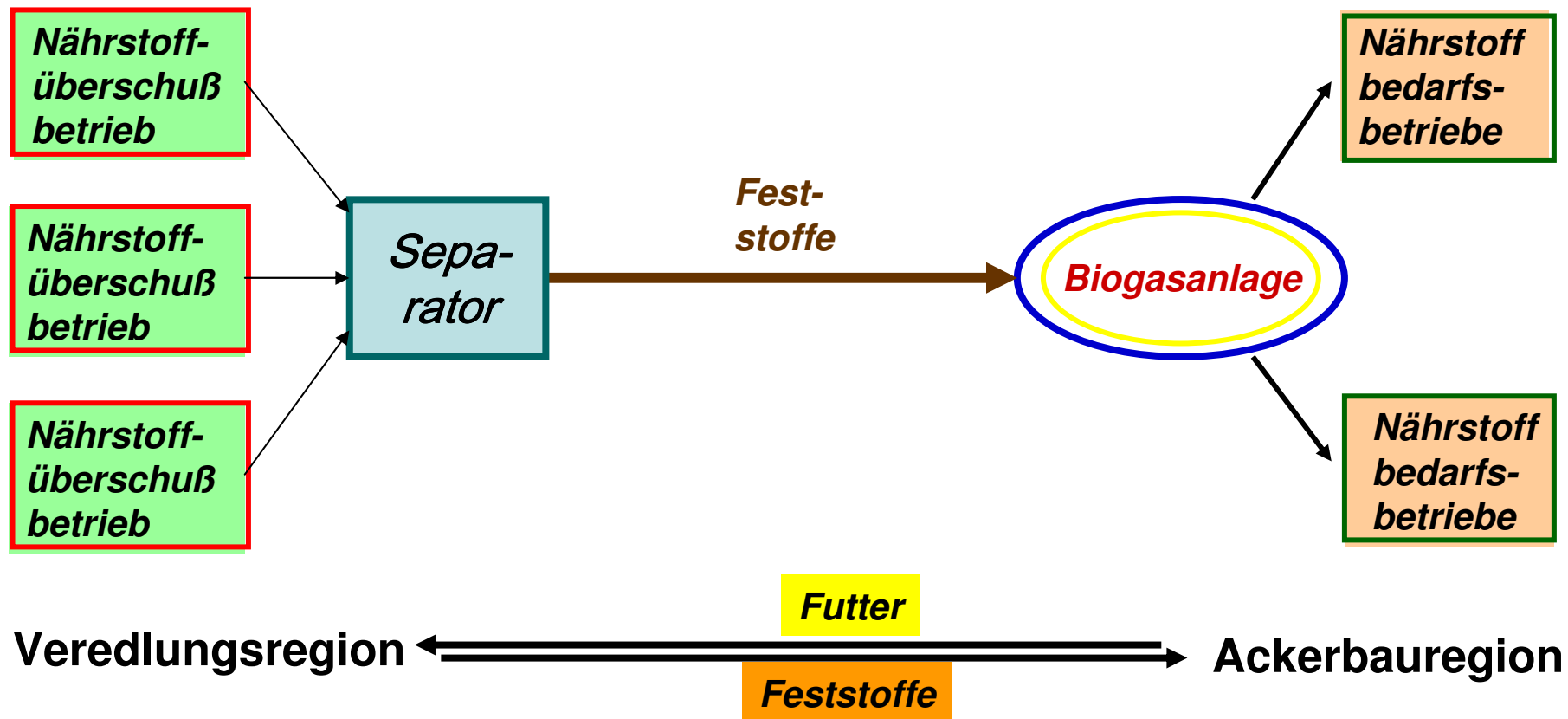
	Braun- schweig ha	Hannover ha	Lüne- burg ha	Weser- Ems ha	Niedersachsen gesamt ha
Landwirtschaftl. Nutzfläche	389.000 (100 %)	498.000 (100 %)	808.000 (100 %)	924.000 (100 %)	2.619.000 (100 %)
<i>davon benötigt für</i>					
- Unterbringung Mist + Gülle	46.800 (12 %)	142.000 (28 %)	377.400 (47 %)	822.000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

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

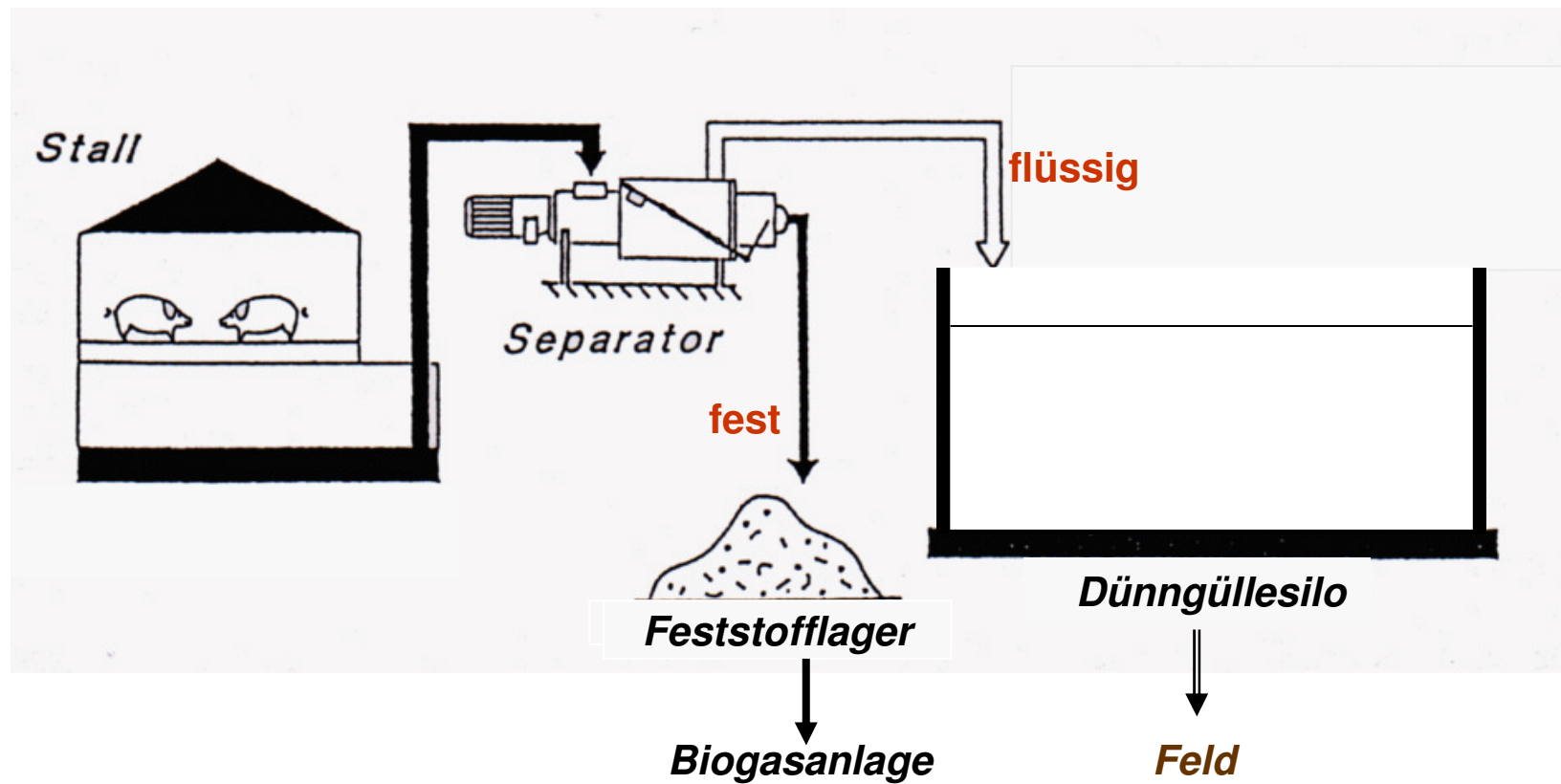
<i>Landkreis</i>	<i>% freie Fläche</i>
<i>wenig freie Fläche</i>	
▪ Vechta	- 57 %
▪ Cloppenburg	- 56 %
<i>viel freie Fläche</i>	
▪ Salzgitter	97 %
▪ Wolfenbüttel	96 %

- 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>
Frischmasse	25 %	10 %
Trockenmasse	55 %	35 %
Gesamt-Stickstoff	25 %	13 %
Ammonium-Stickstoff	22 %	8 %
Gesamt-Phosphat (P₂O₅)	45 %	24 %
Kali (K₂O)	25 %	10 %

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

Abscheidegrade bei der einstufigen Separierung von Schweinegülle mit einem Pressschneckenseparator

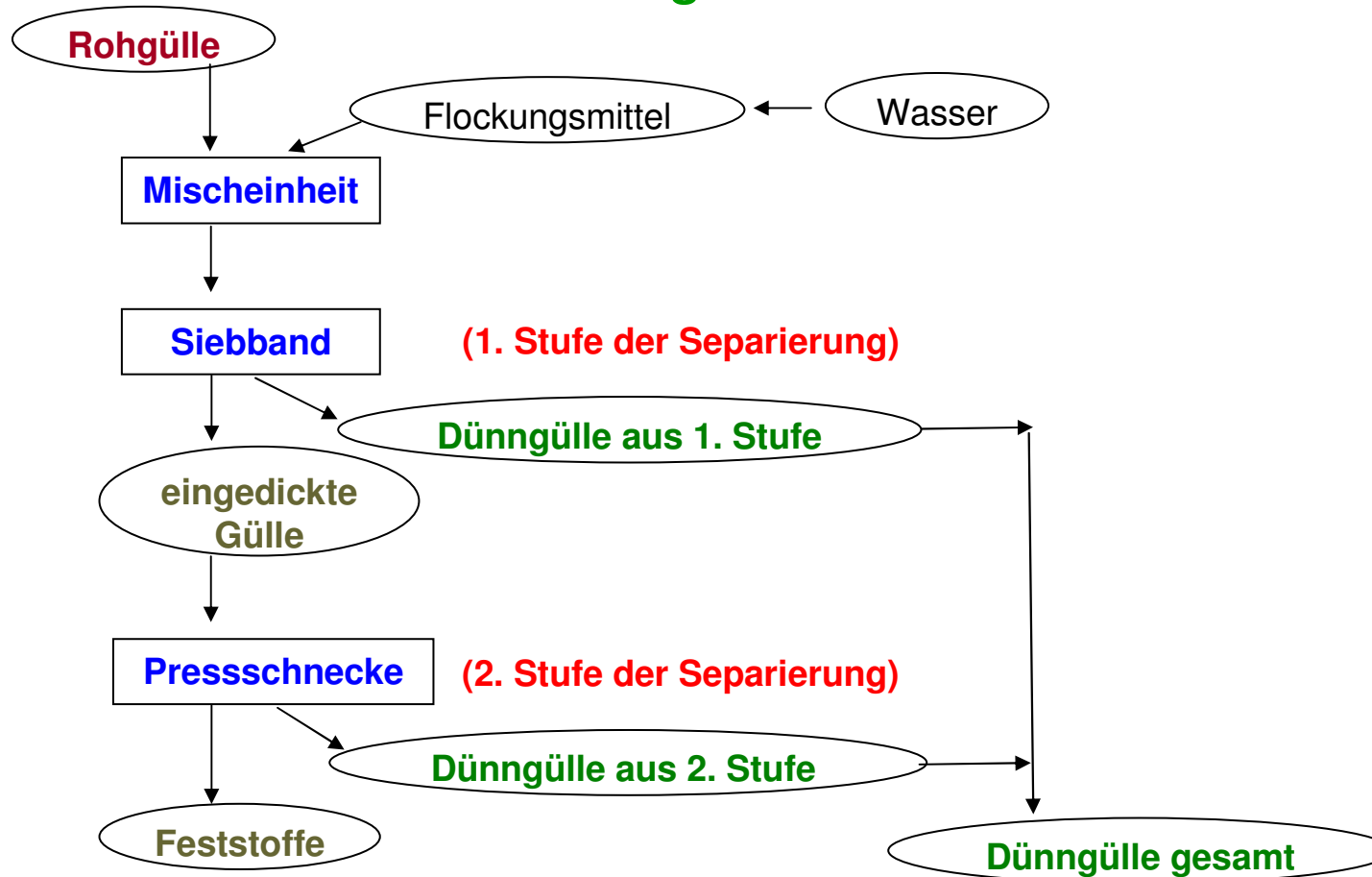
Ausgangsgülle (TS-Gehalt)	← 9,0 % →	
<u>Abpressung</u>	<u>schwach</u>	<u>stark</u>
- TS-Gehalt Feststoffe	21 %	34 %
- TS-Gehalt Dünngülle	4 %	6 %
<u>Abscheidegrade*</u>		
Gewicht	26 %	15 %
Trockensubstanz	52 %	47 %
Stickstoff (Gesamt N)	27 %	14 %
Phosphat (P ₂ O ₅)	37 %	30 %
* = gibt an welcher Anteil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

Abscheidegrade nach einstufiger Separation von Schweinegülle mit Flockungsmitteln

	<i>Rohgülle</i>	<i>Dünngülle</i>	<i>Feststoffe</i>	<i>Abscheidegrad*</i>
Trockenmasse	6,5 %	3,0 %	21,2 %	65 %
Gesamt-Stickstoff	6,8 kg/m³	3,1 kg/m³	10,3 kg/m³	30 %
Phosphat (P₂O₅)	3,9 kg/m³	0,5 kg/m³	12,3 kg/m³	63 %
Kali (K₂O)	4,2 kg/m³	2,6 kg/m³	4,2 kg/m³	20 %

*** = 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
<i>Menge kg/Std.</i>		
- Rohgülle	5.040	6.840
- Feststoffe	260	2.440
- Dünngülle	4.780	4.750
Abscheidegrad	5 %	34 %
<i>Trockensubstanz kg/Std.</i>		
- Rohgülle	389	575
- Feststoffe	110	448
- Dünngülle	279	127
Abscheidegrad	28 %	78 %

Wirkungsgrad = in Feststoffen enthaltener Anteil in %

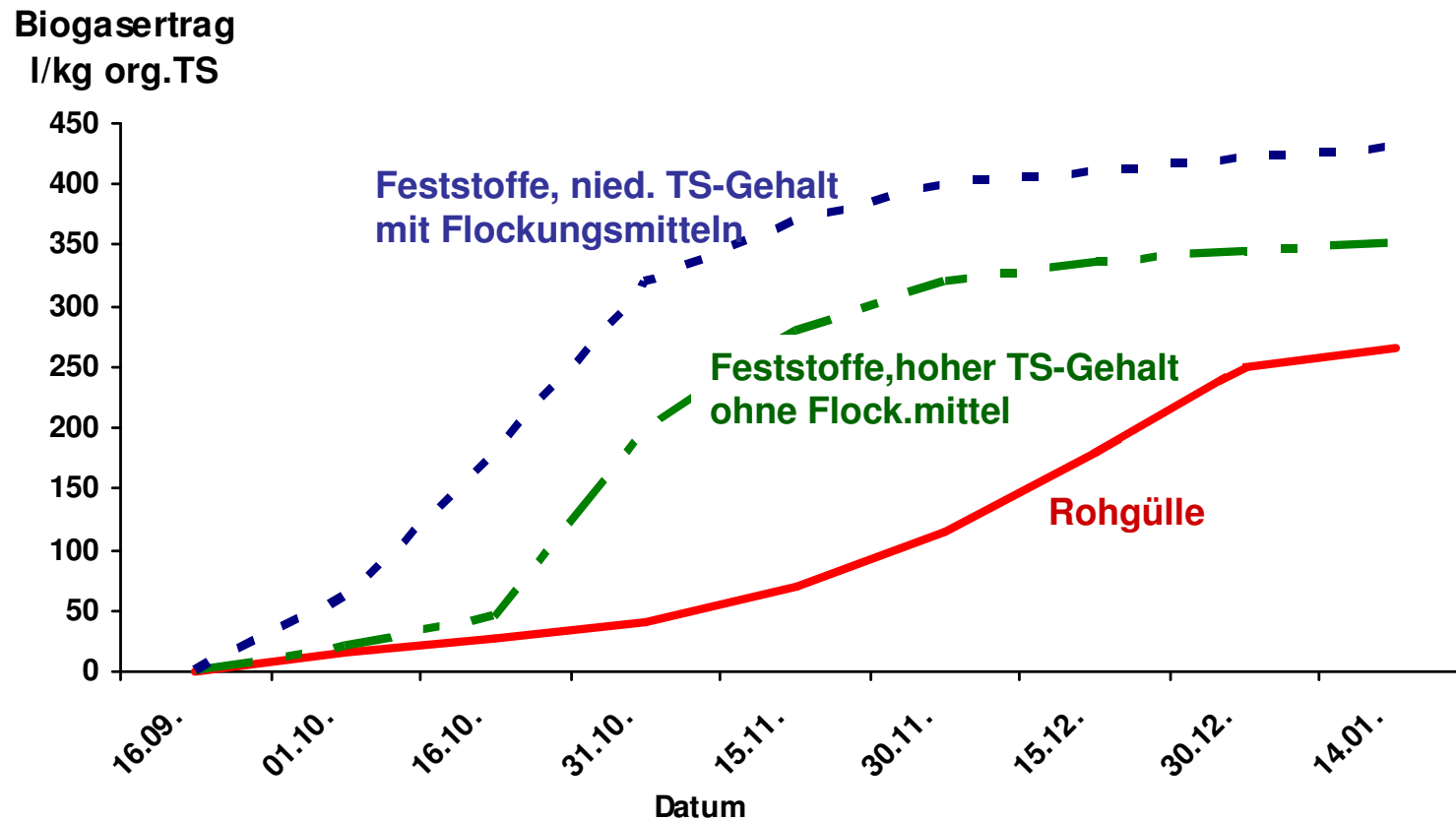
Ergebnisse der Überprüfung eines zweistufigen Separators

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

Nährstoffgehalte nach unterschiedlicher Separation

	Gehalte an		
	Trocken- substanz	Gesamt- Stickstoff	Phosphat
<i>Ohne Flockungsmittel + starke Pressung</i>			
- 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
<i>Mit Flockungsmittel + schwache Pressung</i>			
- 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
Rohgülle	271 l	187 l
Feststoffe nach starker Abpressung ohne Flockungsmittel	356 l	311 l
Feststoffe nach schwacher Abpressung mit Flockungsmittel	430 l	272 l

Gasausbeute aus unterschiedlich alten und verschieden separierten Güllefeststoffen

		Gasausbeute bezogen auf 1 t Frischmasse	
		frischer Gülle	alte Gülle
Rohgülle	7,5 % TS	20 m ³	14 m ³
Dickgülle	15,0 % TS	50 m ³	272 l
Feststoffe	30,0 % TS	110 m ³	311 l
Zum Vergleich Mais 30 % TS		= 190 m³ bis 210 m³ pro t	

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

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

Kurzbeschreibung der verglichenen Verfahren

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

Wirtschaftlichkeit verschiedener Verfahren zum Transport von 1000 kg P_2O_5 (= 280 m³ Rohgülle) von Veredlungsbetrieb zu Ackerbaubetrieb

	Gülle- verfahren	Eindick. verfahren	Separat. verfahren	Gülle- +Vergär.- verfahren	Eindick.- +Vergär.- verfahren	Separations- +Vergär.- verfahren
Ohne Güllebonus						
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 €
Mit Güllebonus						
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

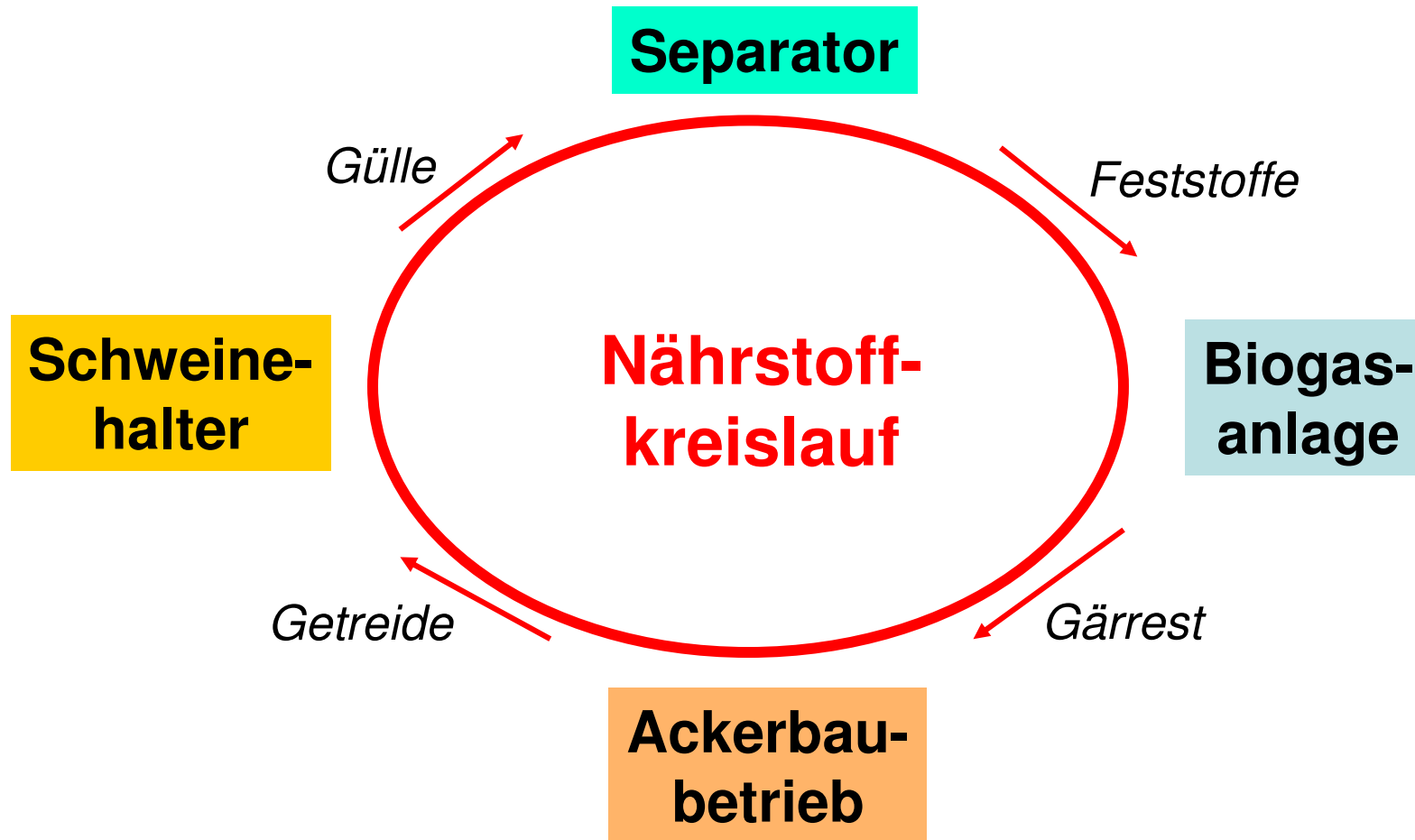
Betriebswirtschaftlich schwer zu bewertende Vorteile des Feststoffeinsatzes in Biogasanlagen

- **Verbesserung der Nährstoffeffizienz in den Veredlungsbetrieben**
- **Verbesserung der CO₂-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 ...**

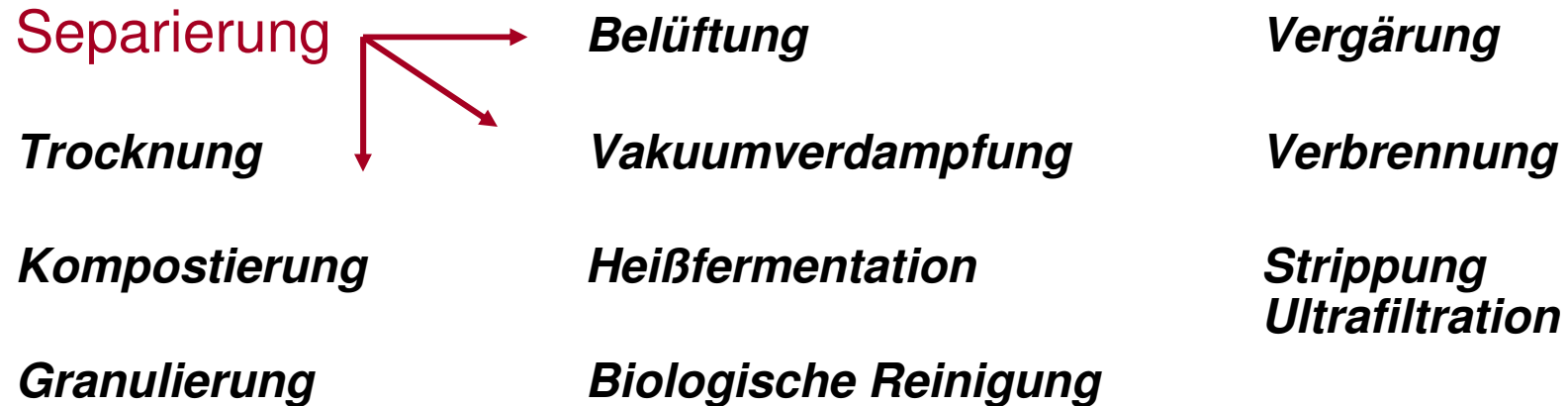


Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

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

Gärrestmenge / - Entfernung	Güllewagengröße			
	15 m ³		21 m ³	
	Kosten €/m ³	Zeitaufwand Std./Jahr	Kosten €/m ³	Zeitaufwand Std./Jahr
5.000 m³/Jahr				
– 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
10.000 m³/Jahr				
– 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

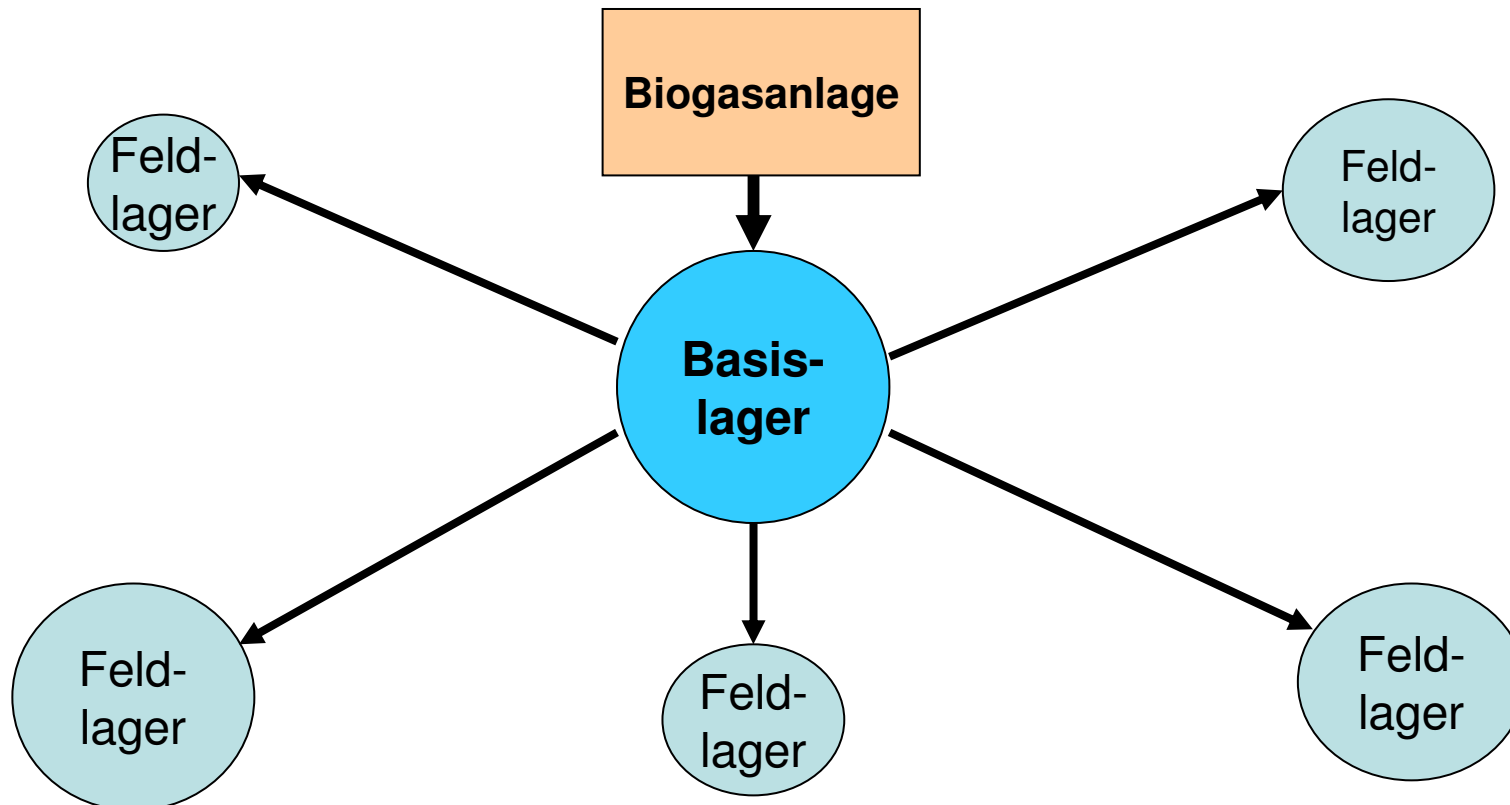
	TS %	kg/m ³ bzw. kg/t			€/m ^{3*}	20 m ³ €/ ha
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Rindergülle	10	5	2	6	8	160
Schweinegülle	6	6	4	4	10	200
Gärrest	8	5,5	3	5	10	200

* 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 ³	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 ³		21 m ³	
	Ausbring- kosten	Zeitaufwand	Ausbring- kosten	Zeitaufwand
	€/m ³	Std./Jahr	€/m ³	Std./Jahr
10.000 m³/Jahr				
– 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

Kosten des Gärresttransports mit LKWs im Vergleich zu Schleppern mit Anhänger

	<i>Transportkosten in €/m³ bei Schlagentfernung von</i>		
	<i>20 km</i>	<i>40 km</i>	<i>80 km</i>
15 m³ Anhänger	5,50	8,00	12,00
21 m³ Anhänger	5,00	7,50	10,50
27 m³ LKW	4,50	7,00	9,50

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

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

bis 5 km = 15m³ Güllewagen

5 km - 10 km = 21m³ Güllewagen

***über 10 km = geteiltes Verfahren aus
24 m³ Transport-LKW
+ 24 m³ 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**

Güllefeststoffe in Biogasanlagen

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

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>P₂O₅</i> €	<i>K₂O</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 ³ für die Gülle bei Schlagentfernung von		
		3 km	5 km	10 km
9 m ³	3600 m ³	2,11	2,61	3,80
15 m ³	6000 m ³	2,09	2,51	3,47
21 m ³	8400 m ³	2,18	2,59	3,45

Kosten und Zeitaufwand für die Gärrestausbringung mit unterschiedlich großen Güllewagen

Auszubringende Gärrestmenge / Transportentfern.	Güllewagengröße			
	15 m ³		21 m ³	
	Ausbringkost. €/m ³	Zeitaufwand Std./Jahr	Ausbringkost. €/m ³	Zeitaufwand Std./Jahr
5.000 m³/Jahr				
– 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
10.000 m³/Jahr				
– 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 m³ Wagen und 5 km Entfernung)

	<i>Breit- verteiler</i>	<i>Schlepp- schlauch</i>	<i>Schlepp- schuh</i>
Anschaffung Arbeitsbreite	33.000 € 12 m	47.000 € 18 m	53.300 € 9 m
jährl. Menge			
2.000 m ³	3,99 €/m³	4,97 €/m³	5,98 €/m³
5.000 m ³	2,54 €/m³	2,90 €/m³	3,48 €/m³
10.000 m ³	2,27 €/m³	2,50 €/m³	3,01 €/m³
Mehrkosten zu Breitverteiler	von bis	0,98 €/m³ 0,23 €/m³	1,99 €/m³ 0,74 €/m³

Kosten des Gärresttransports in Nachbarregionen

	<i>Transportkosten in €/m³ bei Schlagentfernung von</i>		
	<i>20 km</i>	<i>40 km</i>	<i>80 km</i>
15 m³ Anhänger	5,50	9,00	12,00
24 m³ Anhänger	5,00	8,00	10,50
27 m³ LKW	4,50	7,00	9,00

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 CO₂-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