

Nährstoffstromanalyse einer Biogasanlage

Hans-Jörg Brauckmann
Forschungsstelle Nachhaltige Biogaserzeugung
Universität Osnabrück

Gärresttrocknung in Biogasanlagen

Mehr als nur eine Bonusoptimierung?

Verden 24.05.2011

Gliederung

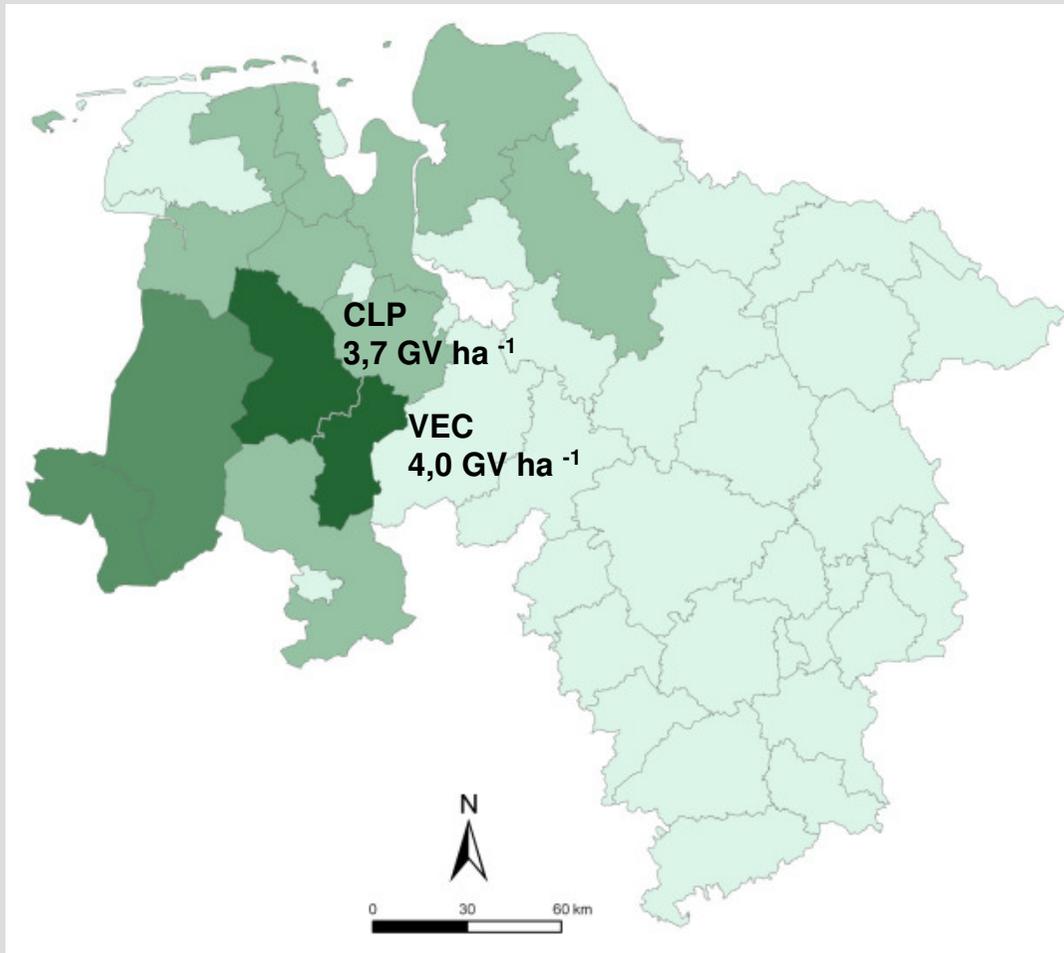
- **Problemstellung**
- **Techniken zur Gärrestaufbereitung**
- **Exkurs Schweinegülle**
- **Stoffströme Biogasanlage**
- **Schlussfolgerungen**

Gärresttrocknung in Biogasanlagen

Mehr als nur eine Bonusoptimierung?

Verden 24.05.2011

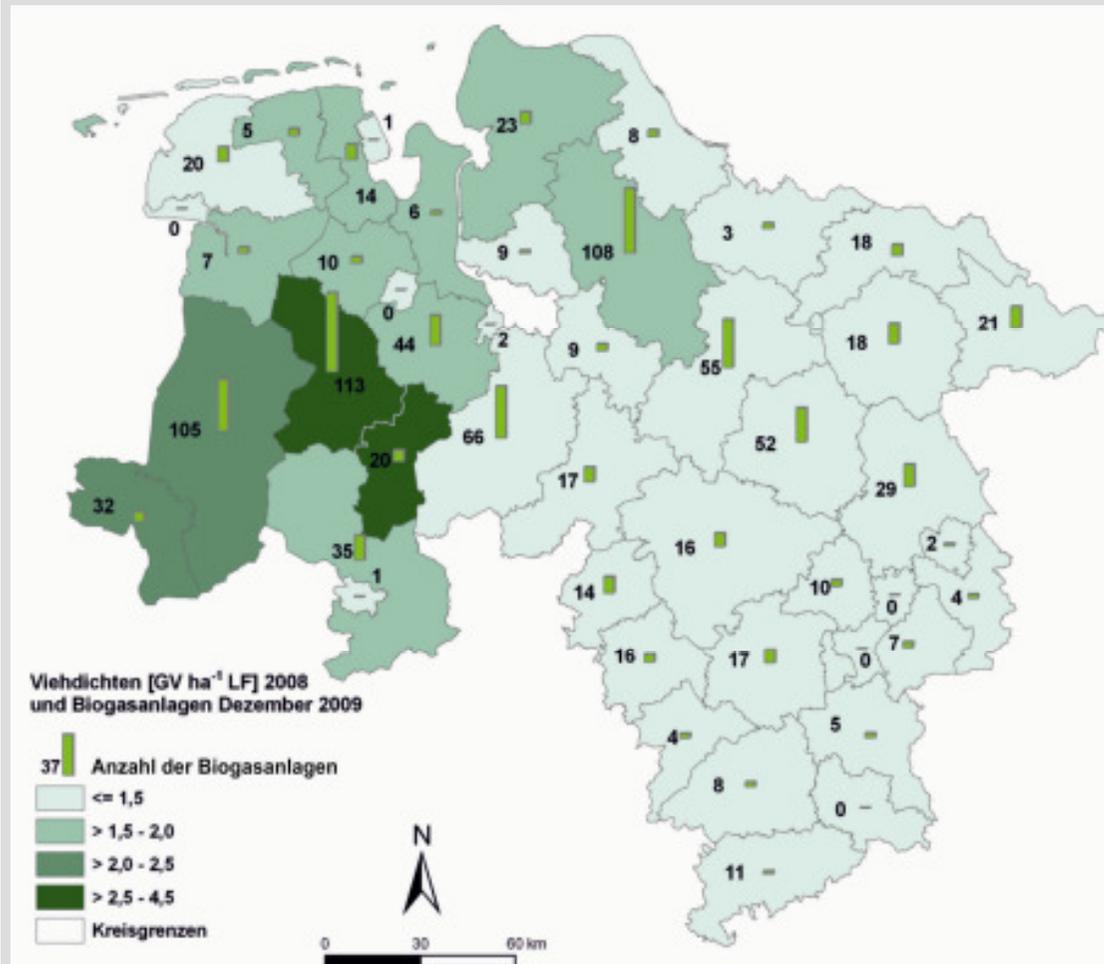
Ausgangssituation in Süddoldenburg



	Cloppen- burg	Vechta
Wald an Gesamtfläche [%]	12,0	12,3
LF an Gesamtfläche [%]	71,3	68,9
Acker an LF [%]	85,3	87,9
Grünland an LF [%]	14,3	11,7
Schweine	1.500.000	1.300.000
Masthähnchen	7.100.000	3.000.000
Puten	3.000.000	630.000
Legehennen	1.600.000	9.200.000
Rinder	174.000	106.000

Stoffströme Biogasanlage

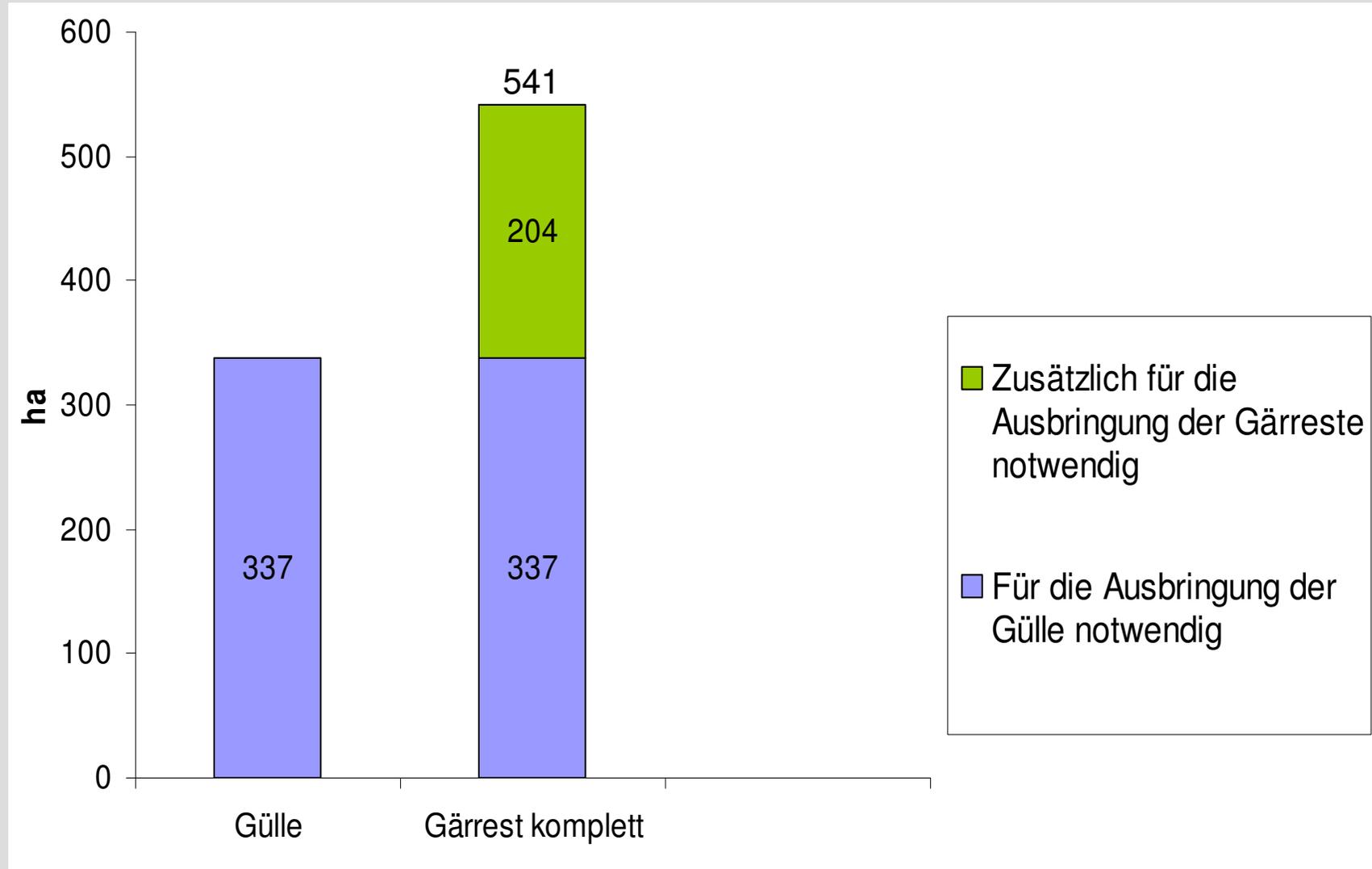
Ausgangssituation in Süddoldenburg



**Konzentration von
Biogasanlagen in Kreisen mit
hoher Viehdichte.**

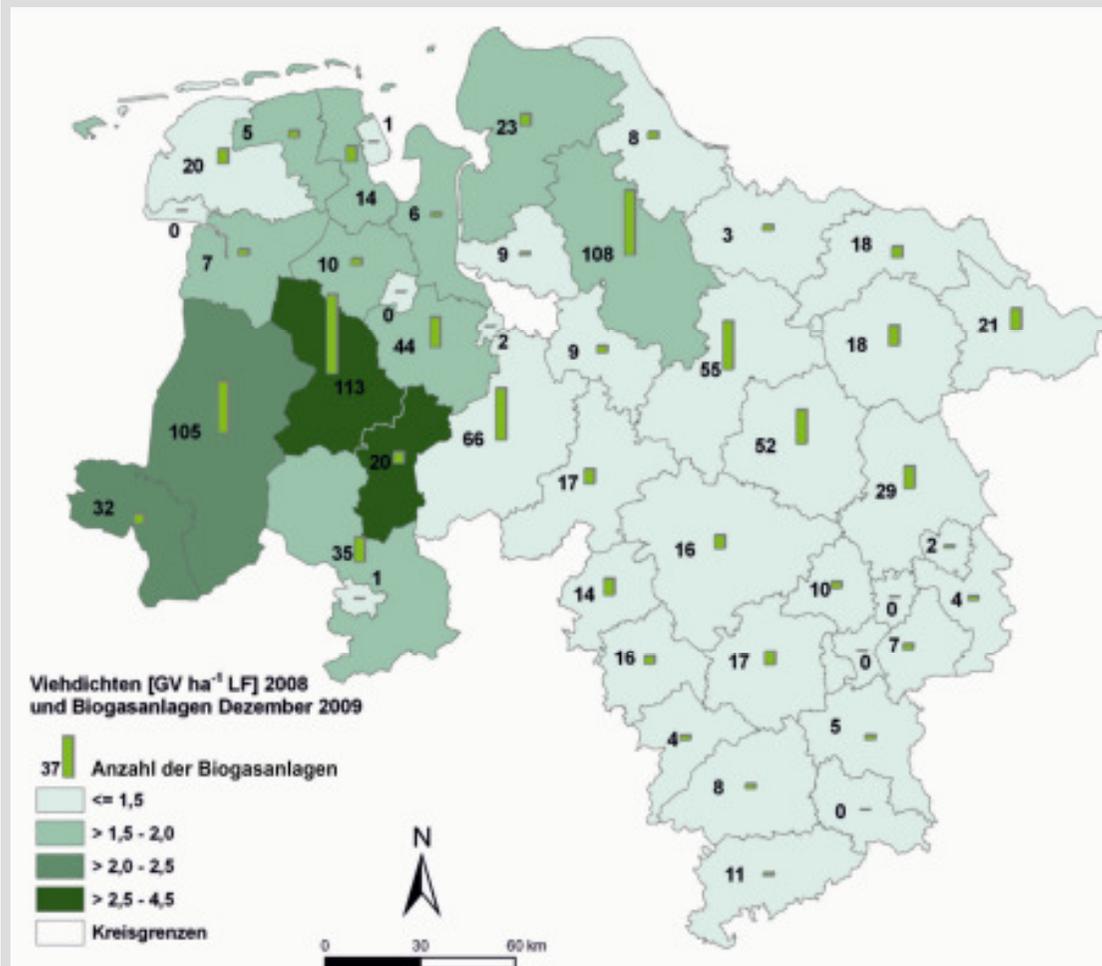
Stoffströme Biogasanlage

Flächenbedarf zur landwirtschaftlichen Nutzung der Gärreste



Stoffströme Biogasanlage

Ausgangssituation in Süddoldenburg



**Konzentration von
Biogasanlagen in Kreisen mit
hoher Viehdichte.**

**Spezifische Probleme in
Regionen mit hoher Viehdichte:**

- Hohe Pachten
- Wenige verfügbare Flächen
- Hohe Kosten für die
Verbringung der Gärreste



**Gärrest-
aufbereitung**

Stoffströme Biogasanlage

Gärrestaufbereitung

Teilaufbereitung: Feststoffe werden abgetrennt und eine nährstoffreduzierte Flüssigphase erzeugt, die innerbetrieblich verwertet wird.
oder: Aufbereitung einer Teilmenge.

Vollaufbereitung: Feststoffe werden abgetrennt und ein nährstoffreiches Konzentrat hergestellt. Die Flüssigphase wird bis auf Einleiterqualität gereinigt.



**NAWARO AG BioEnergie Park
Güstrow**

46 Mio. m³/a Bio-Erdgas

460.000 t/a Gärreste

Vollaufbereitung

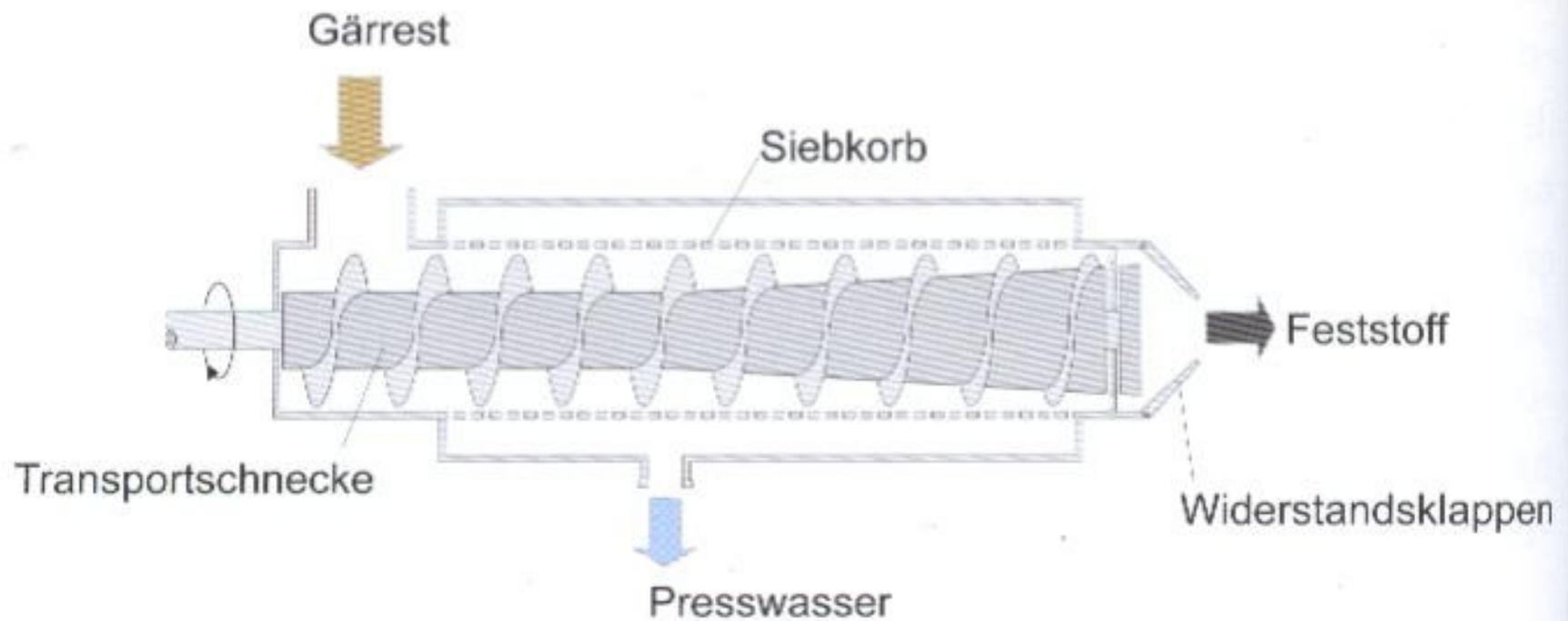
Dekanter

85.000 t/a Presskuchen

Ultrafiltration - Umkehrosmose

90.000 t/a Flüssigdünger

Feststoffabtrennung Pressschneckenseparator



Feststoffabtrennung Pressschneckenseparator



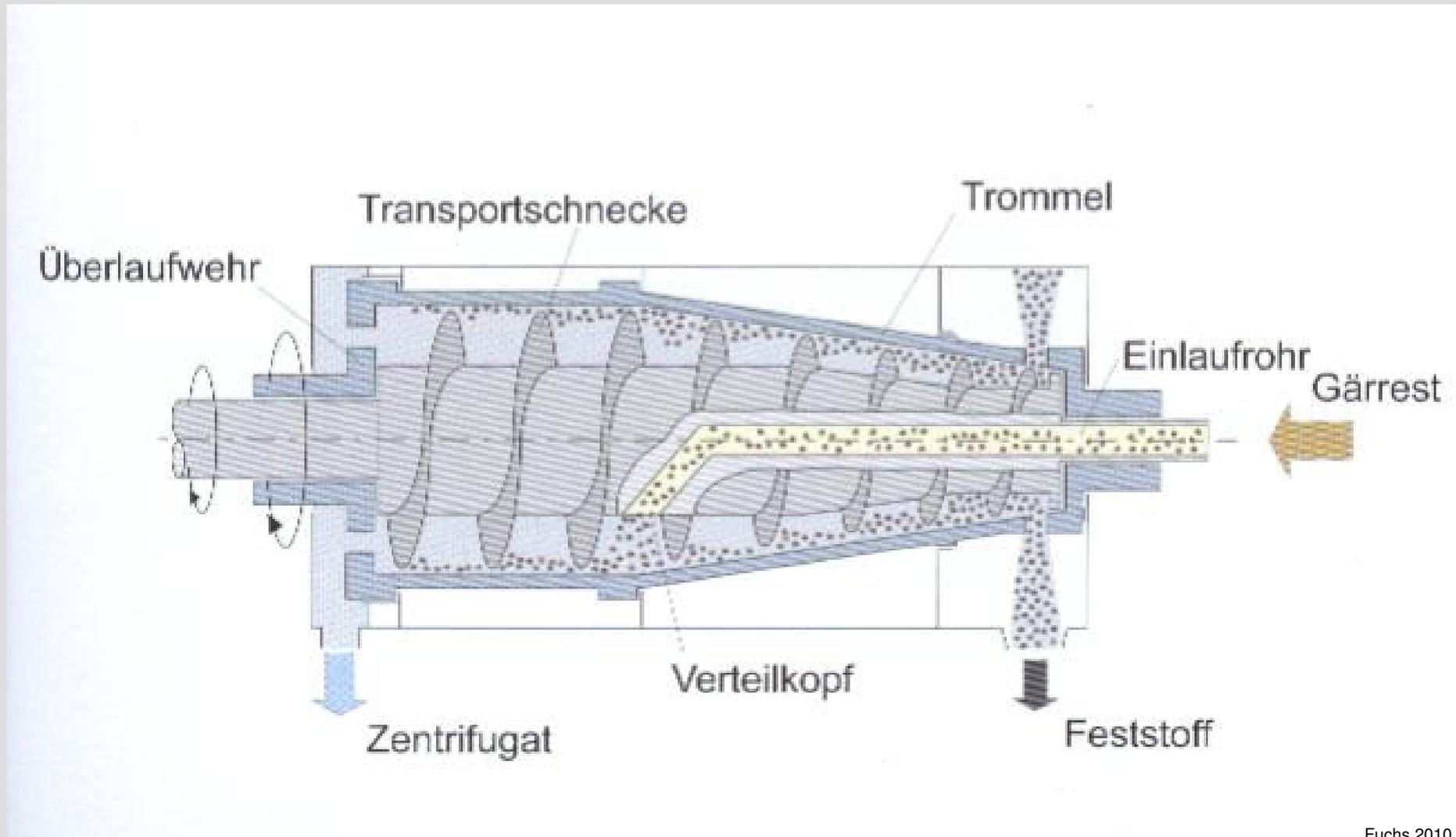
**Zahlreiche Anbieter und
Detaillösungen**

**Energieverbrauch:
0,4-0,5 kWh/m³**

**TS der Festen Phase
einstellbar**

Stoffströme Biogasanlage

Feststoffabtrennung Dekanterzentrifuge



Feststoffabtrennung Dekanterzentrifuge



**Energieverbrauch:
3-5 kWh/m³**

**TS der Festen Phase
einstellbar**

Hohe Drehzahl → Verschleiß

Hohe P-Abscheidung möglich

Feststoffabtrennung Weiter Techniken

Wendelfilterpresse:	Senkrecht stehende Wendel und Filter sowie Filtratpumpe
Bandfilter:	Fäll- und/oder Flockungsmittel notwendig, Hohe Abscheidegrade möglich.
Diskontinuierliche Zentrifuge:	Chargenweise betrieben
Schwingsieb:	Zur Nachbehandlung
Vibrationsbogensieb:	Zur Nachbehandlung

Exkurs Schweinegülle-Separation



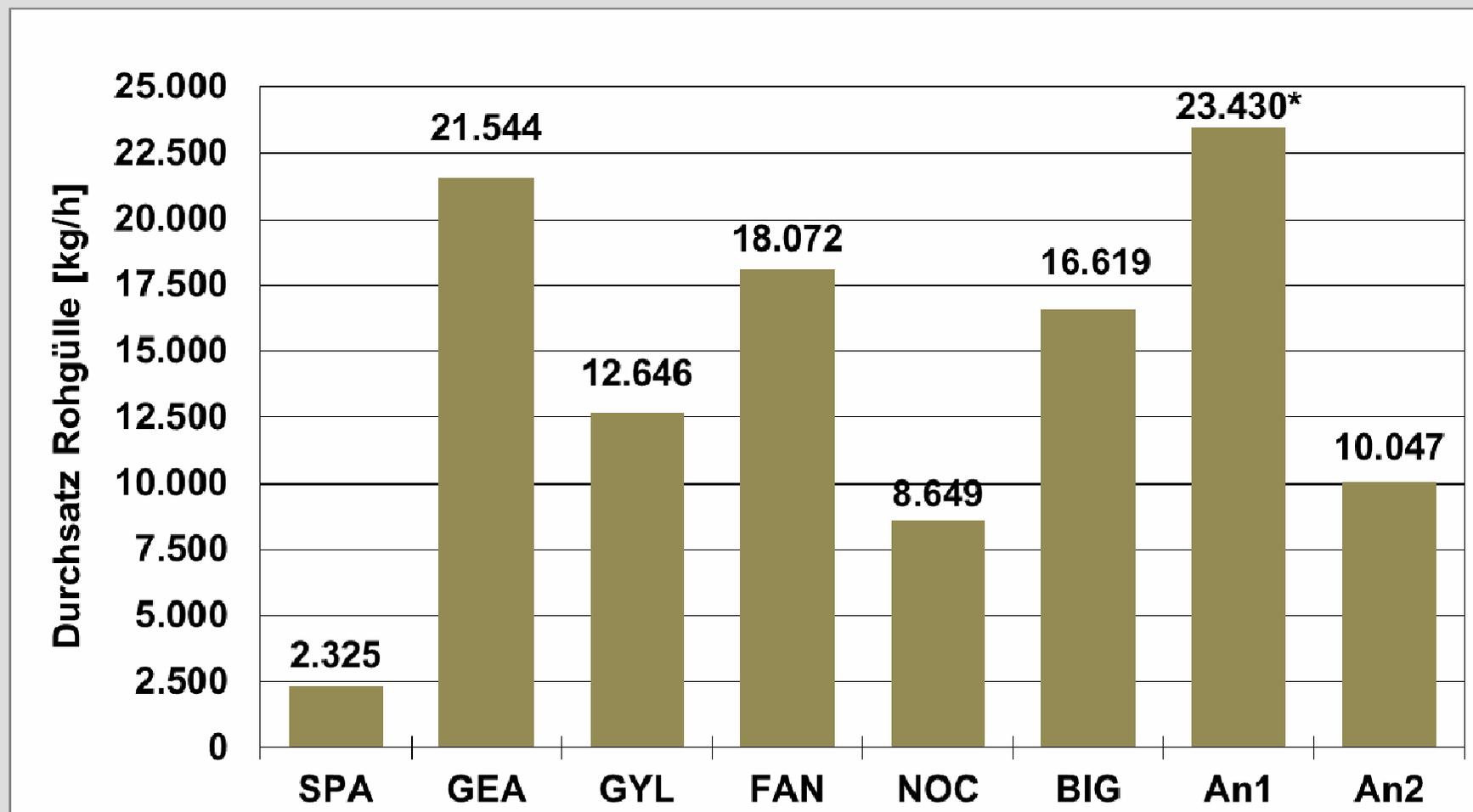
Feststoffabtrennung

Feste Fraktion



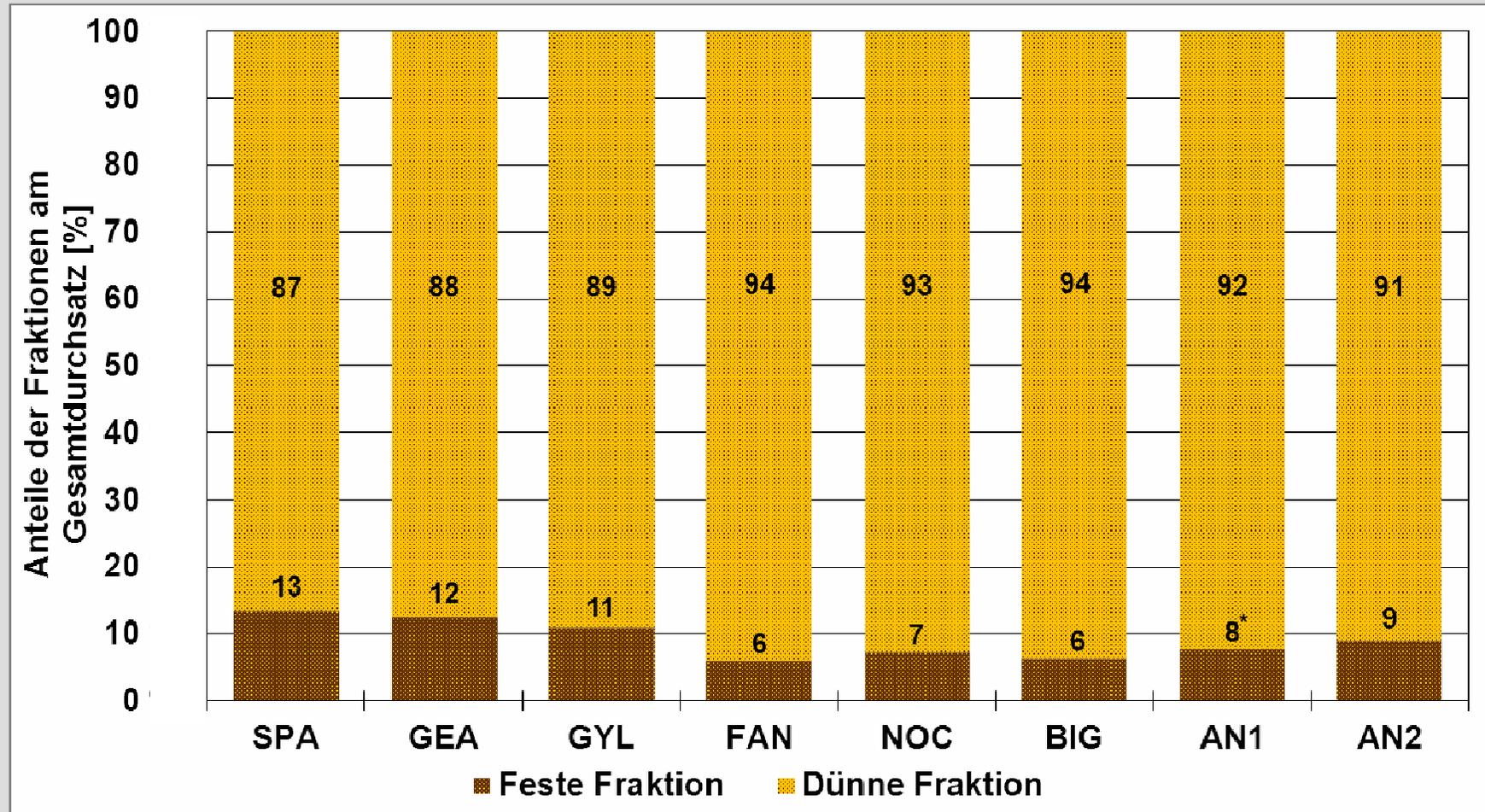
Dünne Fraktion

Massendurchsatz - Schweinegülle



* Berechnung aus dünner Fraktion und Differenz von Rohgülle und dünner Fraktion

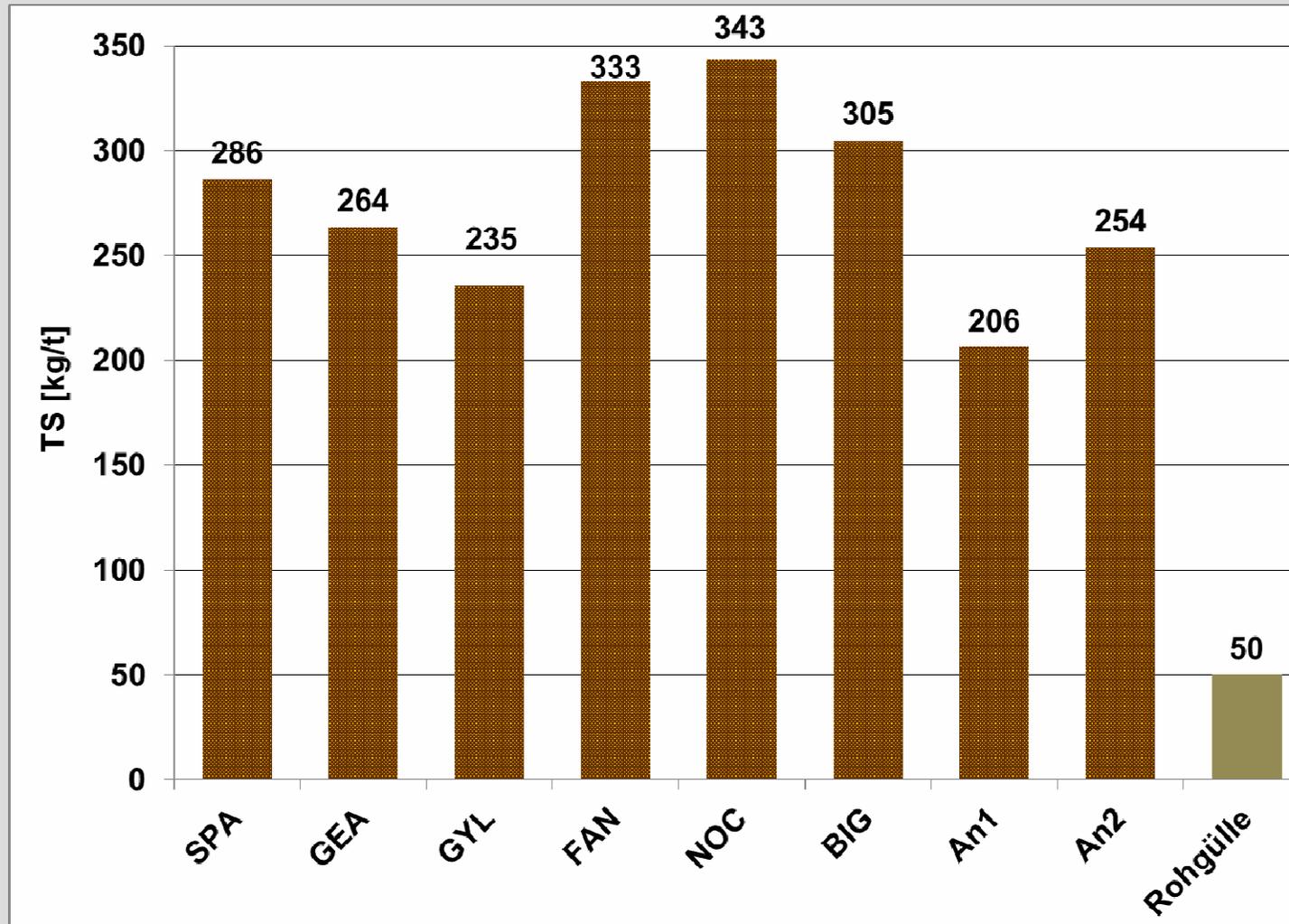
Feststoffabtrennung



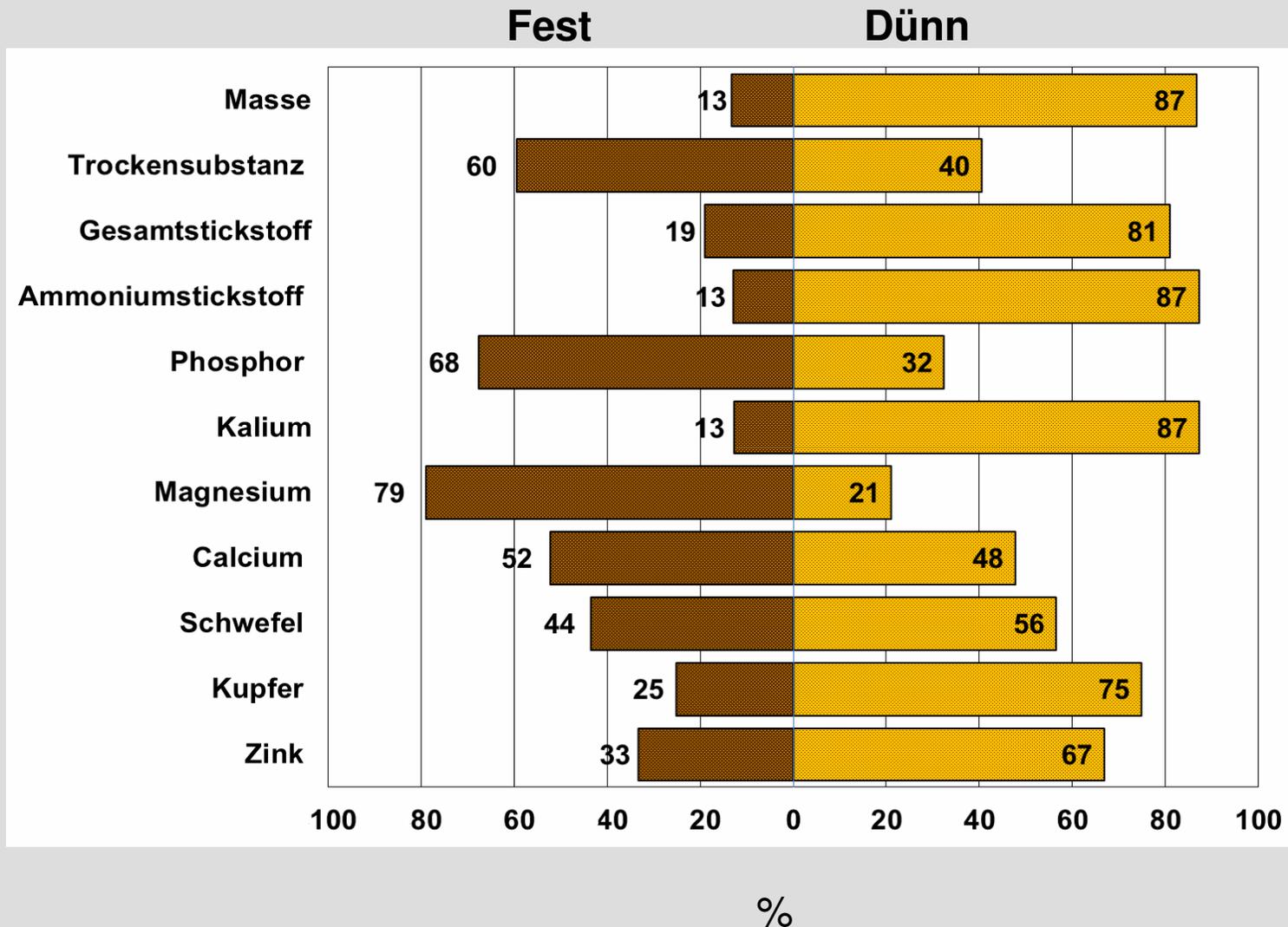
* Berechnung aus dünner Fraktion und Differenz von Rohgülle und dünner Fraktion

Stoffströme Biogasanlage

TS-Gehalt der Festen Phase Schweinegülle

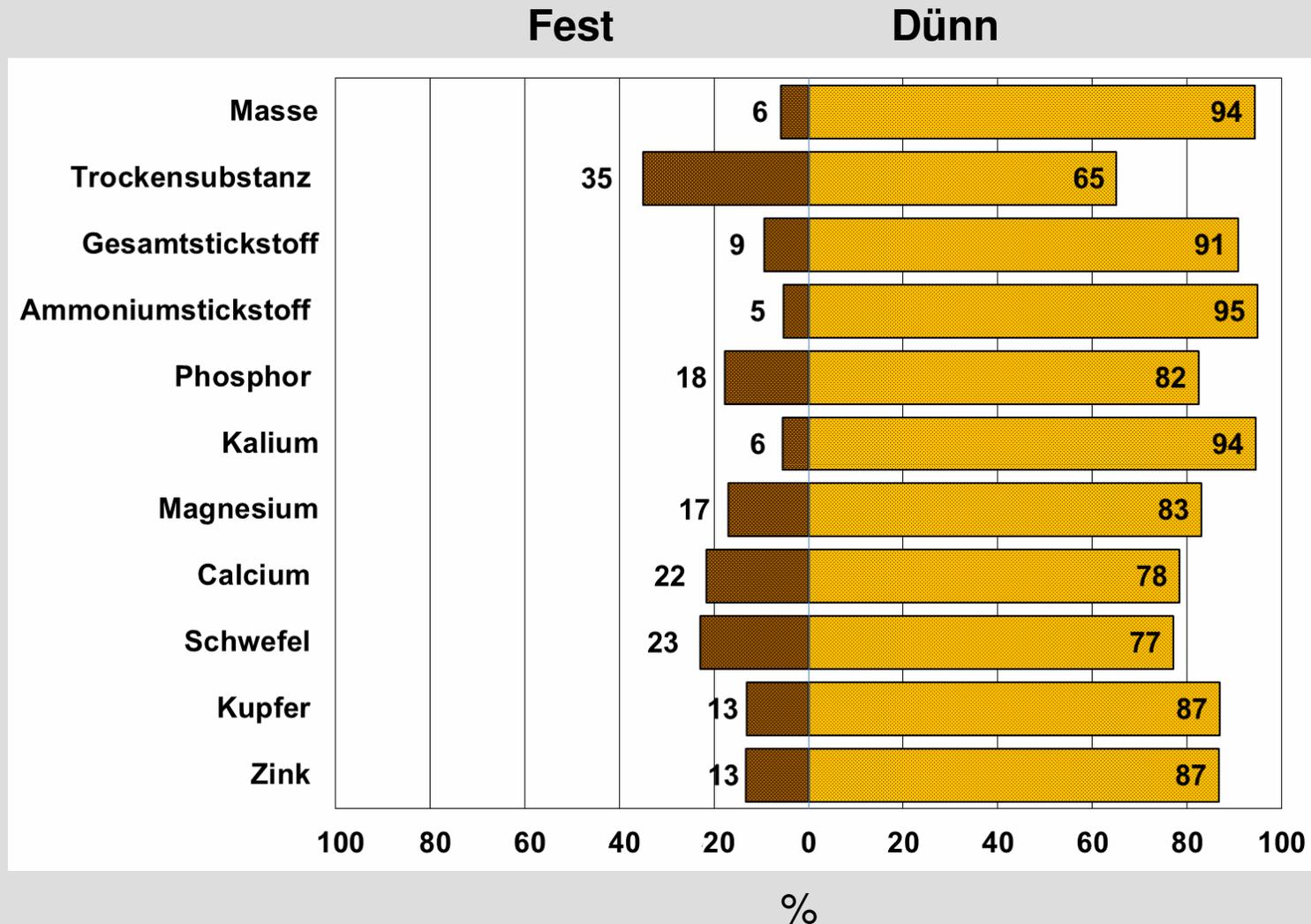


Dekanterzentrifuge Schweinegülle



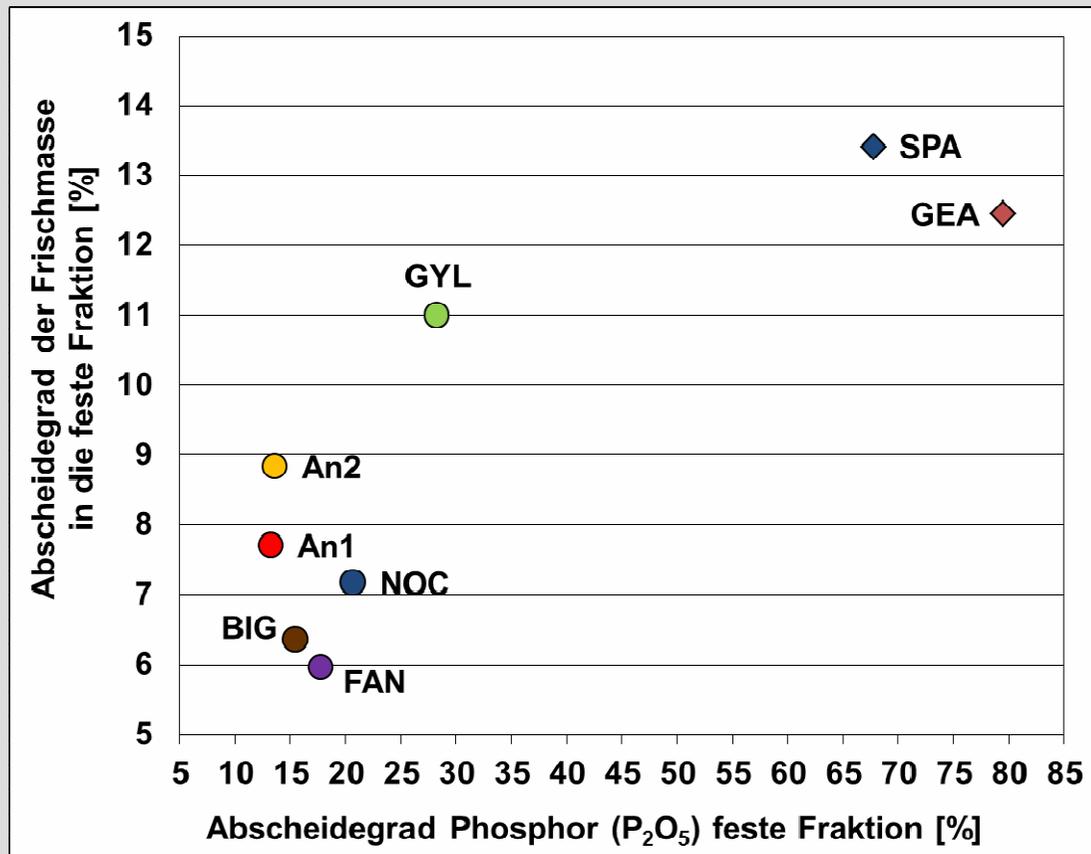
Stoffströme Biogasanlage

Pressschneckenseparator Schweinegülle



Schweinegülle

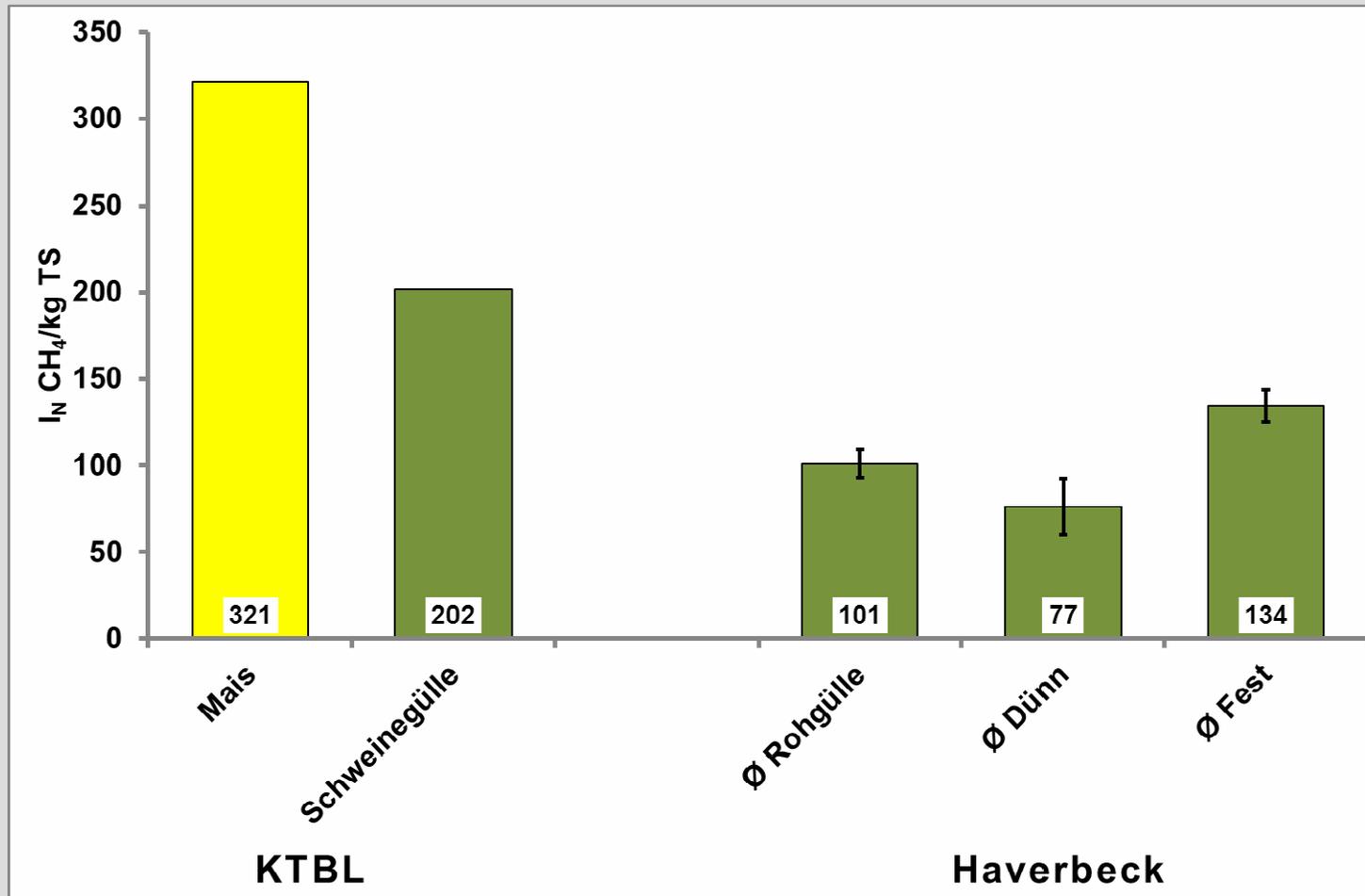
P_2O_5 -Abscheidung zu Masseabscheidung in der festen Fraktion



- ❖ P_2O_5 wird überproportional zur Masse abgeschieden
- ❖ Zentrifugen weisen deutliche Unterschiede zu Pressschnecken auf

Stoffströme Biogasanlage

Methanertrag/TS Schweinegülle



Nährstoffstromanalyse einer Biogasanlage

Hans-Jörg Brauckmann
Forschungsstelle Nachhaltige Biogaserzeugung
Universität Osnabrück

Gärresttrocknung in Biogasanlagen

Mehr als nur eine Bonusoptimierung?

Verden 24.05.2011

Ziele

Ziele

- **Ermittlung der Stoffmengen und Nährstoffflüsse in einer Biogasanlage in Bakum, um verlässliche Werte zur Bilanzierung der Nährstoffmengen zu erhalten.**
- **Berechnung des Flächenbedarfs für die Ausbringung der Gärreste.**
- **Ermittlung der NH_3 - und Staubgehalte in der Abluft der Trommeltrocknung.**

Stoffströme Biogasanlage

Material und Methoden

Untersuchte Biogasanlage:

- Biogasanlage Stricker, Bakum
- in Betrieb seit August 2005
- 500 kWel

Untersuchungszeitraum:

- Februar 2007 bis April 2007
- Im Untersuchungszeitraum wurden zu folgenden Terminen Proben genommen:

13.02.2007

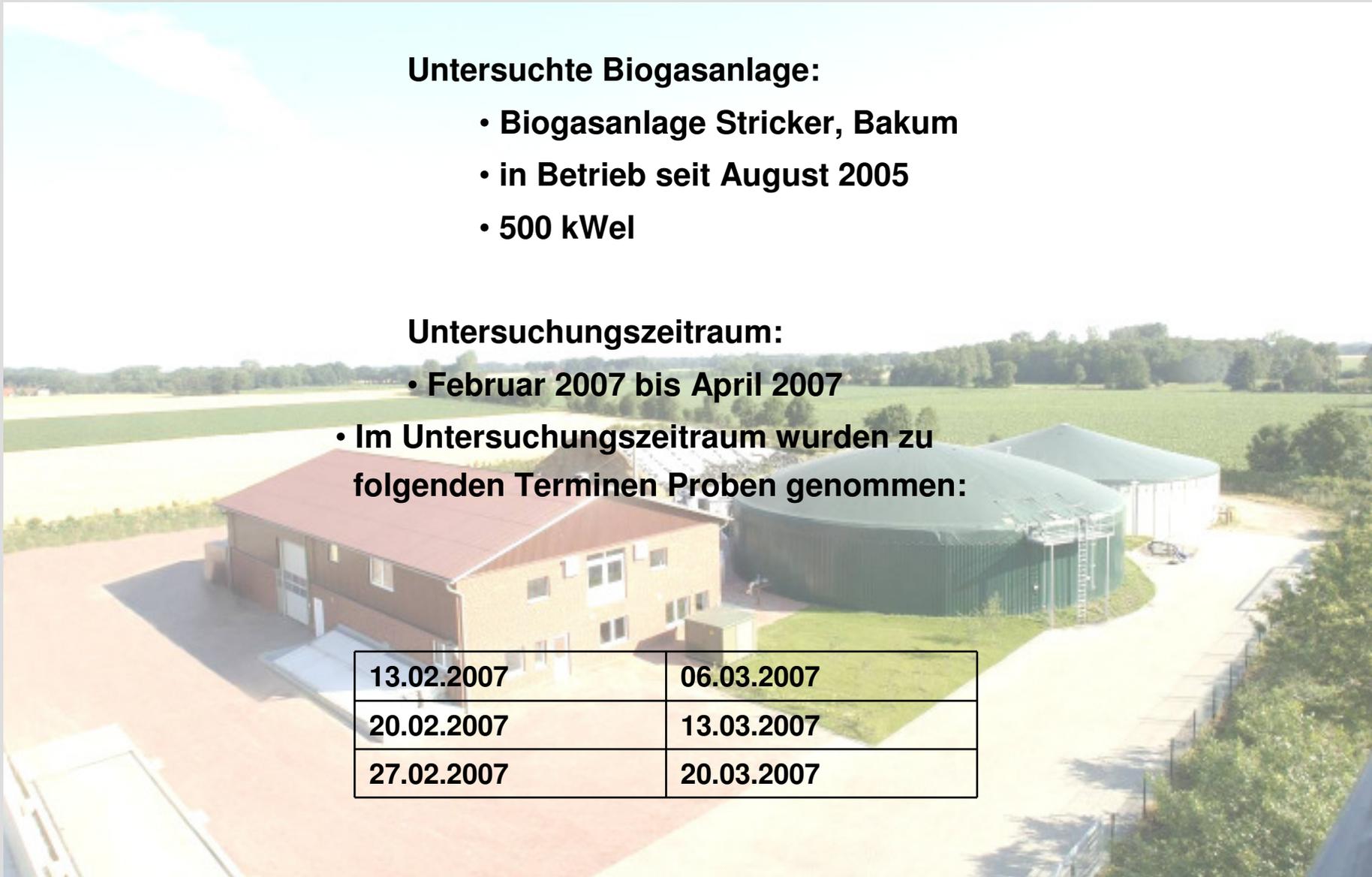
06.03.2007

20.02.2007

13.03.2007

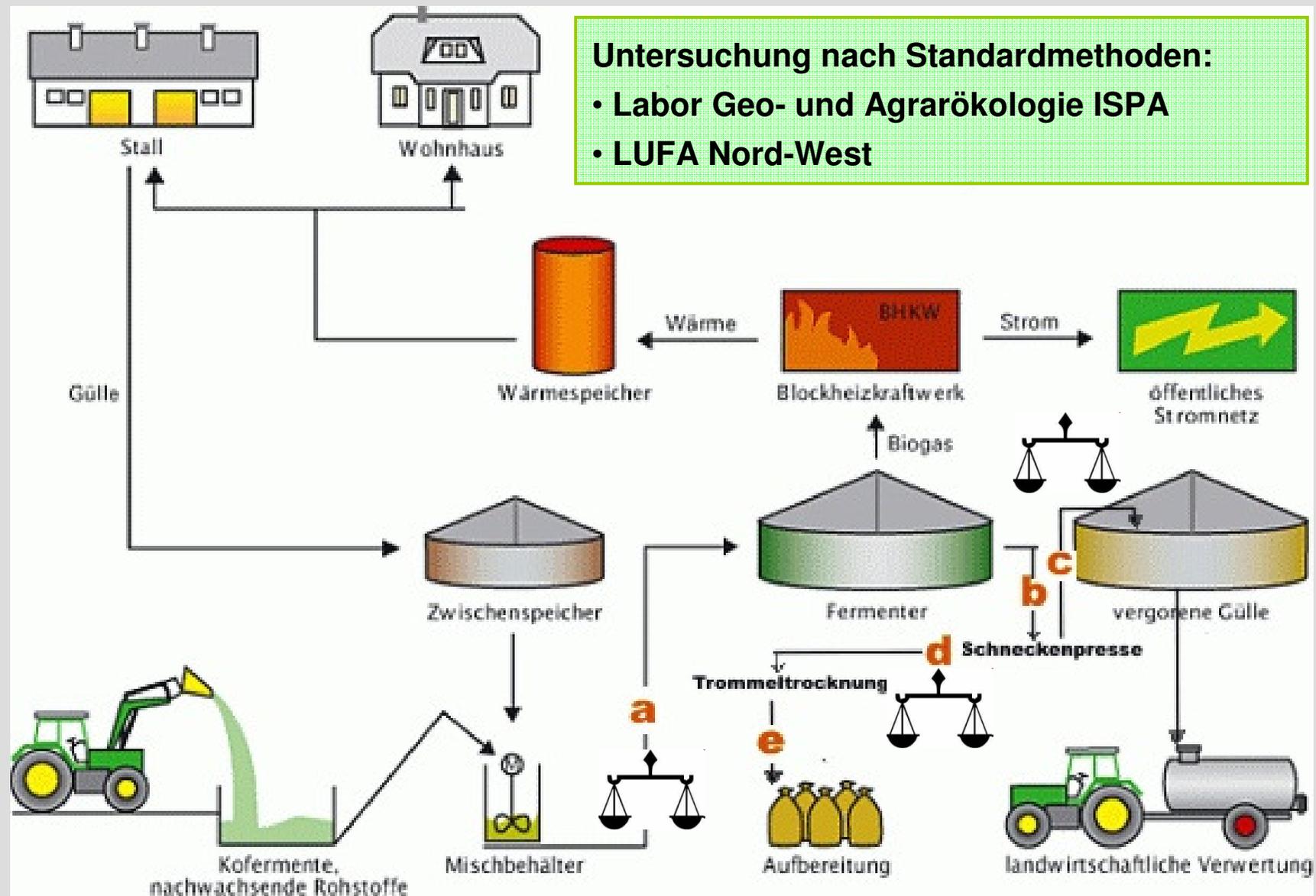
27.02.2007

20.03.2007



Stoffströme Biogasanlage

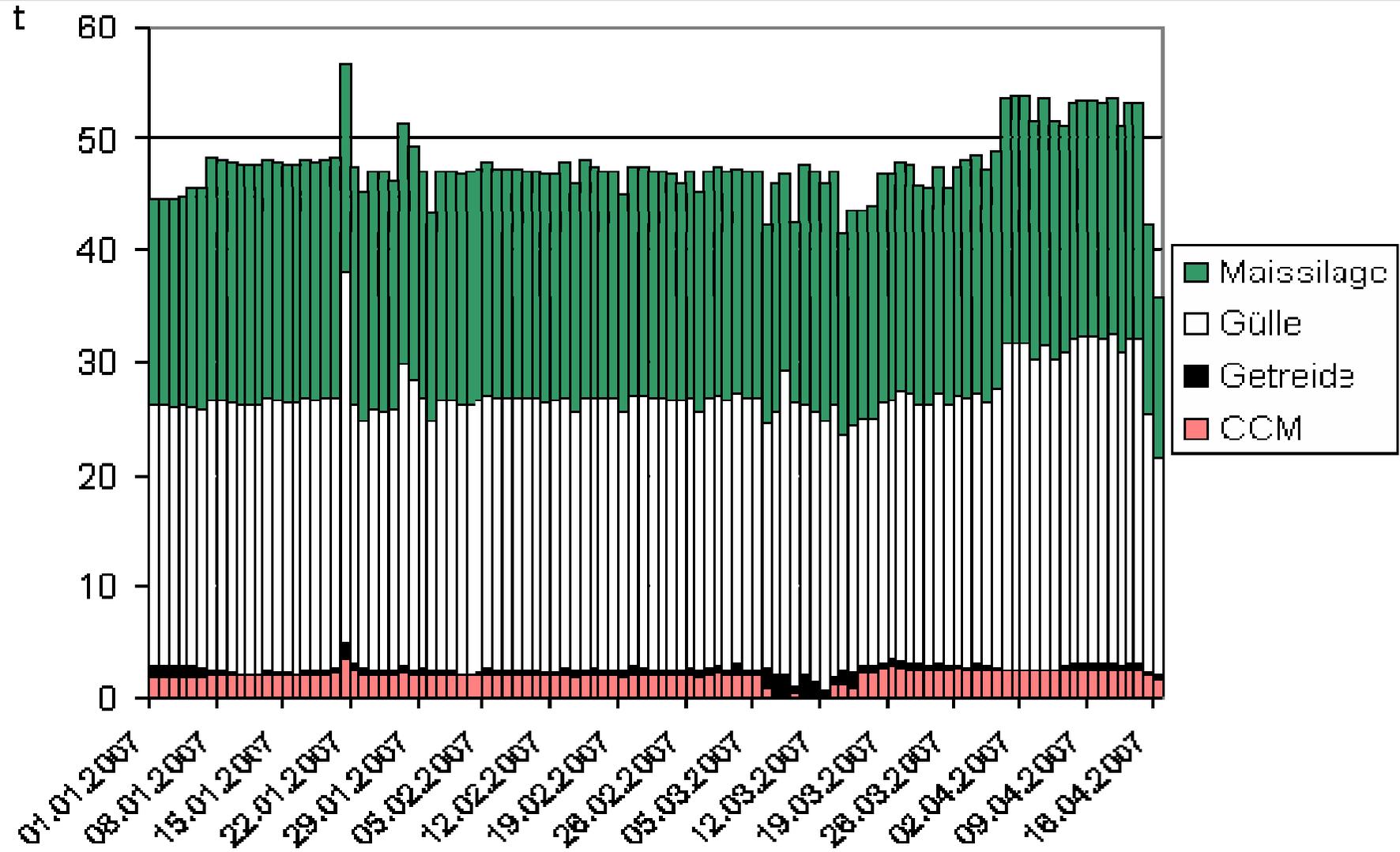
Mess- und Probenahmestellen



Schematischer Überblick über die untersuchte Biogasanlage mit den Probenahmestellen (rote Buchstaben) Abb. verändert nach: envitecbiogas.de

Stoffströme Biogasanlage

Input/Tag



Input und über die Fugatfaktoren errechneter Gärrest

Zeitraum	CCM	Getreide	Gülle	Mais- silage	Wasser	Input	Gärrest berechnet
Einheit	t	t	t	t	t	t	t
Tages- Mittel	1,98	0,55	24,66	20,26	0,03	47,49	41,12
Jahres- summe	723	202	9.002	7.395	11	17.332	15.009

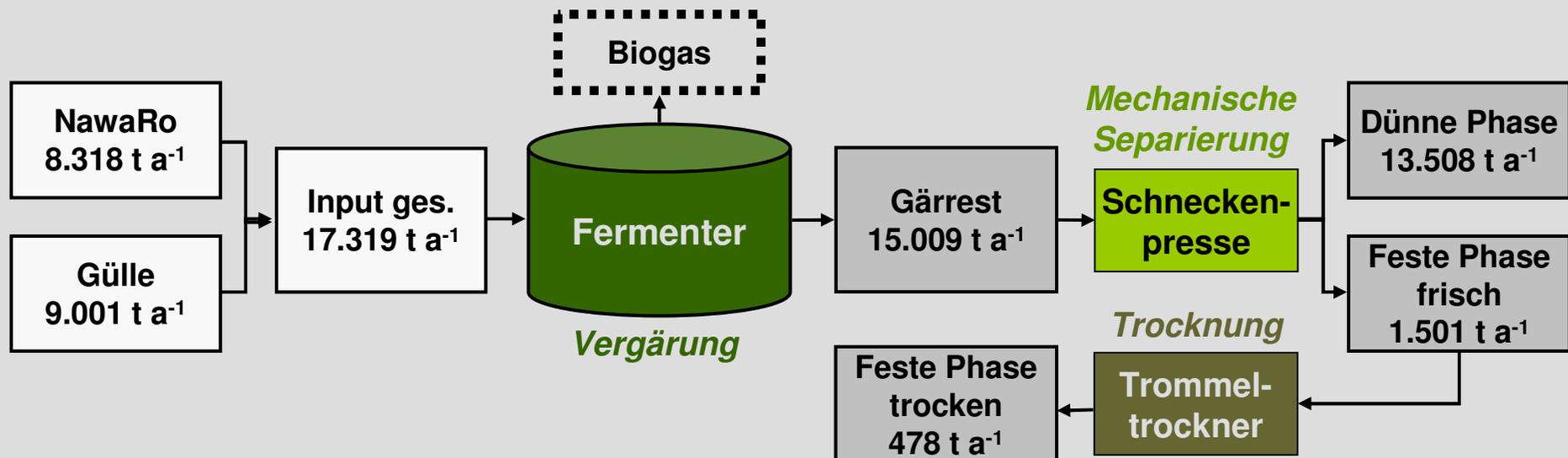
Berechnet aus dem Mittel des Untersuchungszeitraums; Fugatfaktoren aus LWK
Niedersachsen 2006

Stoffströme Biogasanlage

Stoffströme in der Biogasanlage Frischmasse

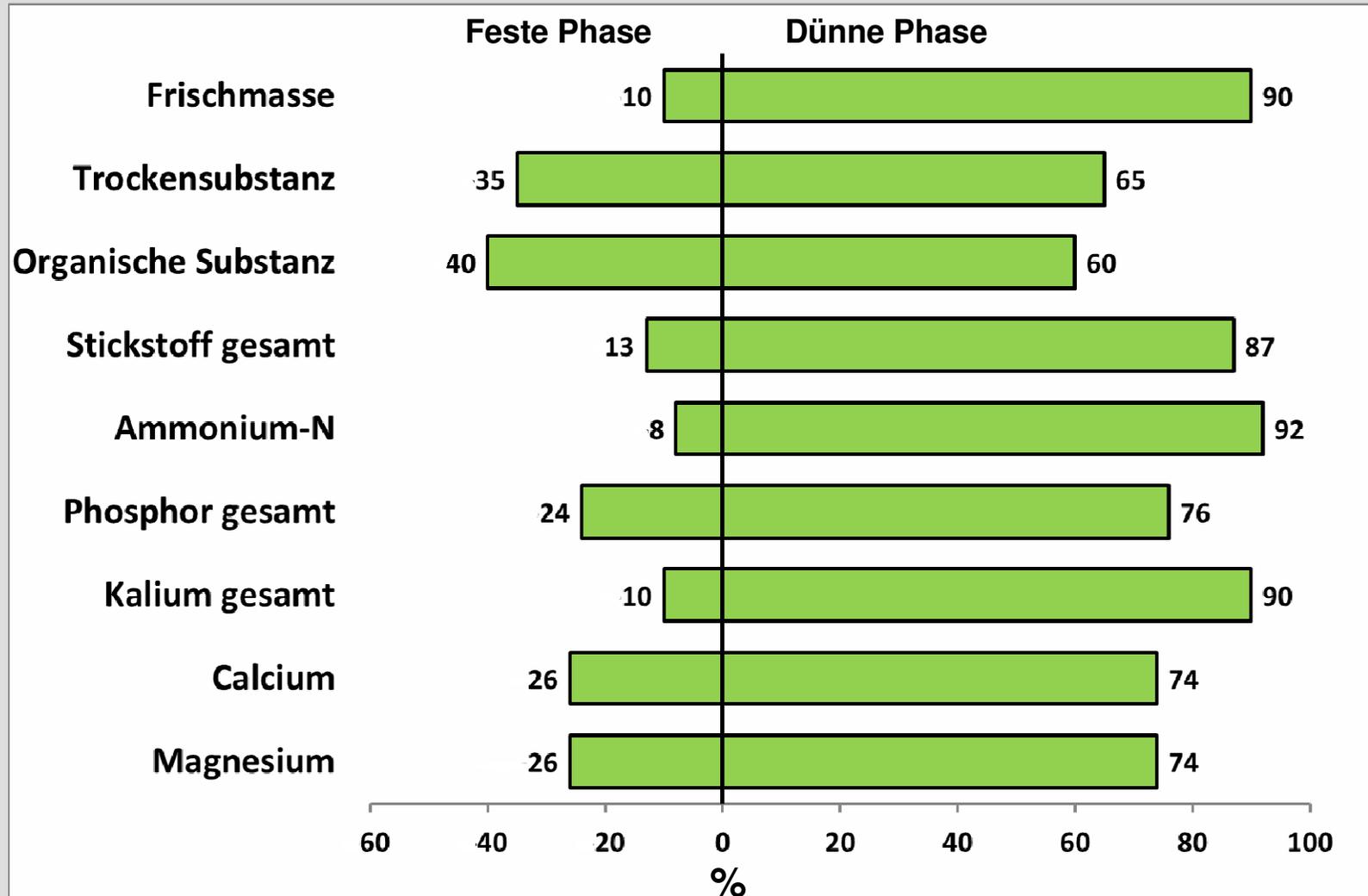
Probenahmestelle	Einheit	a	b	c	d	e
Parameter	(in der Original-substanz)	Angemischtes Gärsubstrat	Gärrest komplett	Dünne Phase	Feste Phase frisch	Feste Phase trocken
Trockensubstanz	%	14,82	8,39	5,45	26,71	83,90
Organische Substanz	%	13,41	6,63	4,04	23,73	74,93

Mittel aus sechs Wiederholungen



Stoffströme Biogasanlage

Stoffströme in der Biogasanlage Auftrennungsgrade



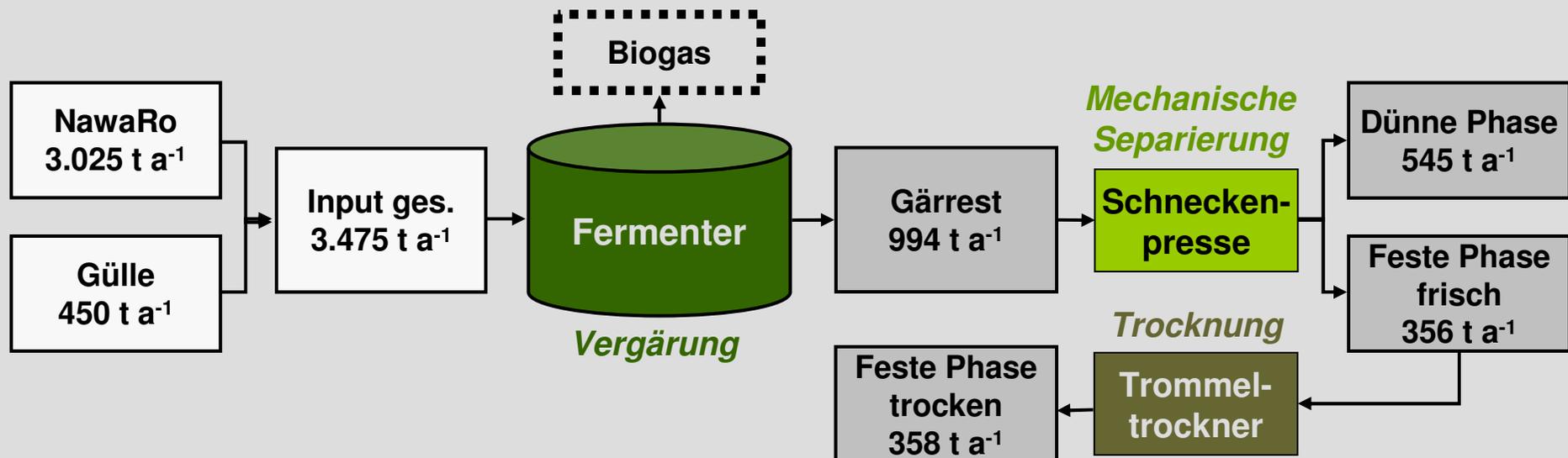
Pressschneckenseparator: CombiPress WEDA 0,35 mm

Stoffströme Biogasanlage

Stoffströme in der Biogasanlage Organische Trockensubstanz (oTS)

Probenahmestelle	Einheit	a	b	c	d	e
Parameter	(in der Original-substanz)	Angemischtes Gärsubstrat	Gärrest komplett	Dünne Phase	Feste Phase frisch	Feste Phase trocken
Trockensubstanz	%	14,82	8,39	5,45	26,71	83,90
Organische Substanz	%	13,41	6,63	4,04	23,73	74,93

Mittel aus sechs Wiederholungen

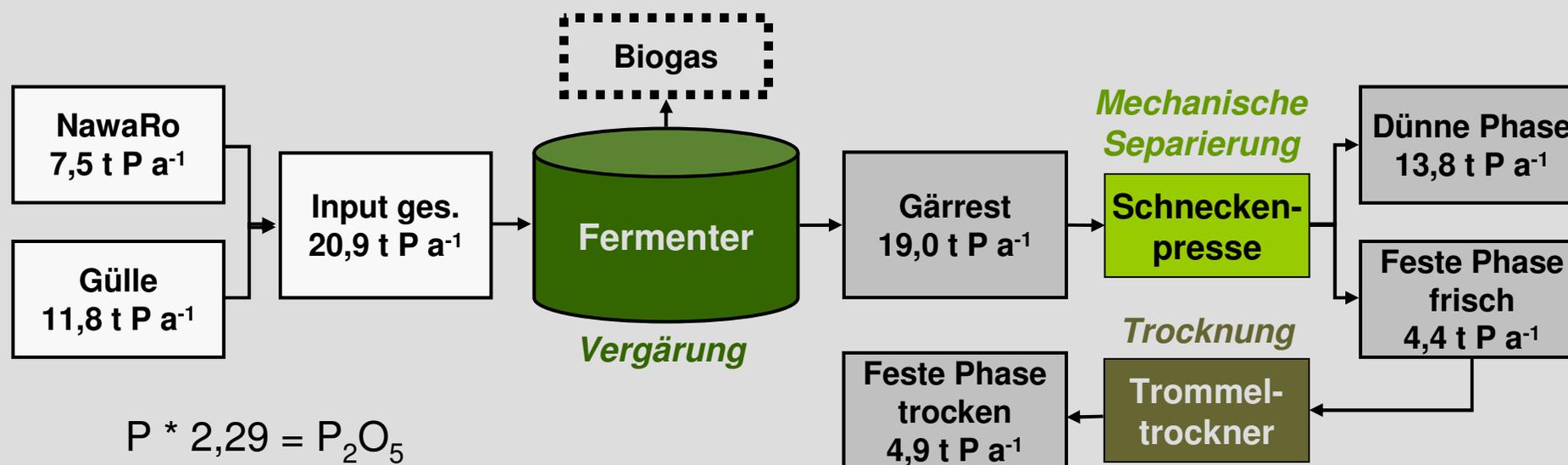


Stoffströme Biogasanlage

Stoffströme in der Biogasanlage Phosphor

Probenahmestelle	Einheit	a	b	c	d	e
	(in der Original-substanz)				Feste Phase frisch	Feste Phase trocken
Parameter		Angemischtes Gärsubstrat	Gärrest komplett	Dünne Phase		
Phosphor P	kg/t	1,24	1,27	1,02	2,92	10,16
Phosphor löslich P	kg/t	0,99	1,02	0,82	2,59	9,18

Mittel aus sechs Wiederholungen

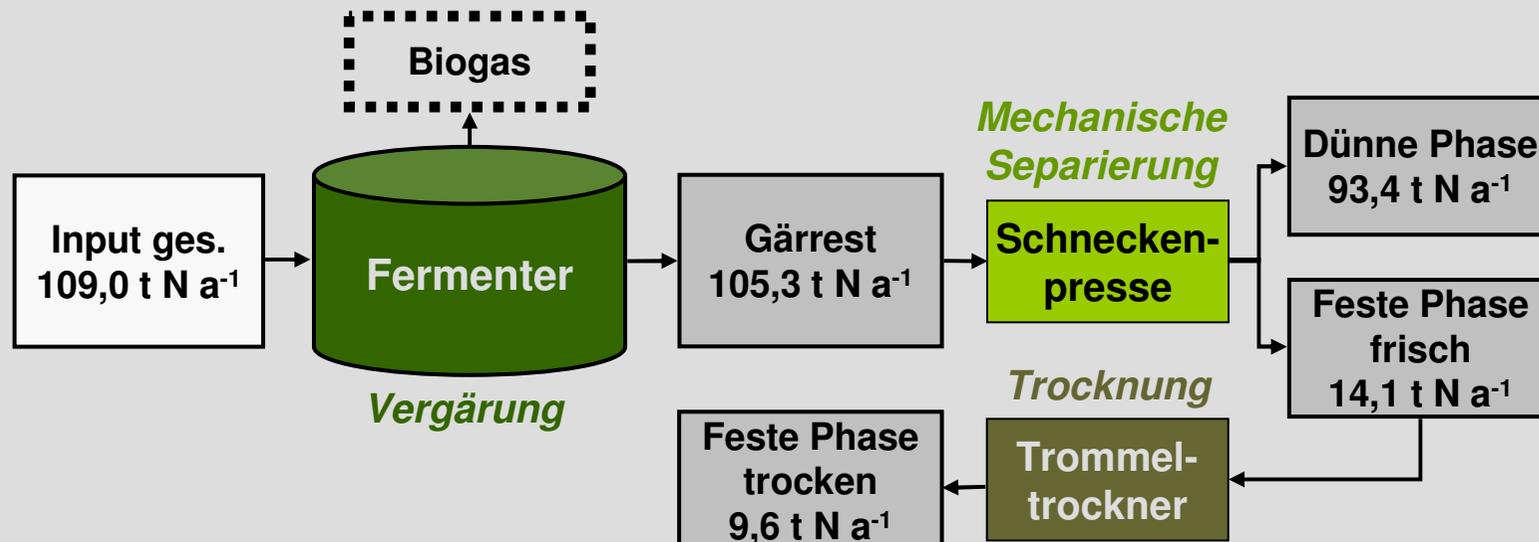


Stoffströme Biogasanlage

Stoffströme in der Biogasanlage Stickstoff

Probenahmestelle	Einheit	a	b	c	d	e
	(in der Original-substanz)				Feste Phase frisch	Feste Phase trocken
Parameter		Angemischtes Gärsubstrat	Gärrest komplett	Dünne Phase		
Gesamtstickstoff N	kg/t	6,65	7,02	6,92	9,38	20,12
Ammonium-Stickstoff NH ₄ ⁺ -N	kg/t	2,62	2,85	2,87	2,13	2,32

Mittel aus sechs Wiederholungen

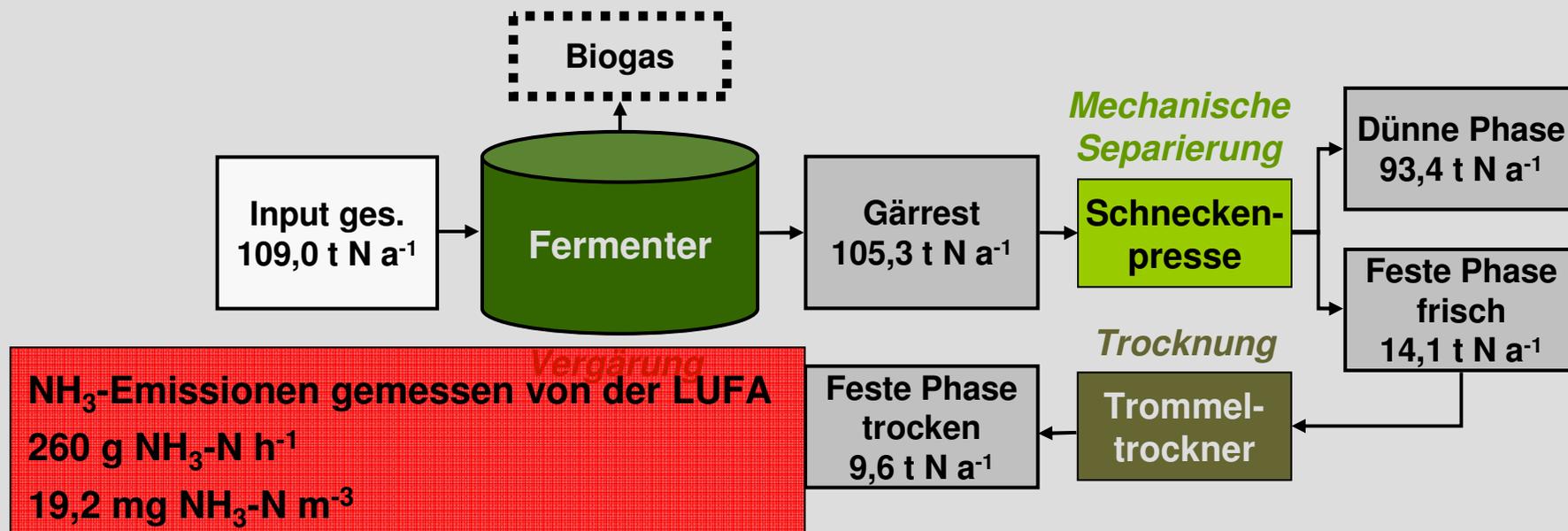


Stoffströme Biogasanlage

Stoffströme in der Biogasanlage Stickstoff

Probenahmestelle	Einheit	a	b	c	d	e
	(in der Original-substanz)				Feste Phase frisch	Feste Phase trocken
Parameter		Angemischtes Gärsubstrat	Gärrest komplett	Dünne Phase		
Gesamtstickstoff N	kg/t	6,65	7,02	6,92	9,38	20,12
Ammonium-Stickstoff NH ₄ ⁺ -N	kg/t	2,62	2,85	2,87	2,13	2,32

Mittel aus sechs Wiederholungen



Flächenbedarf zur landwirtschaftlichen Nutzung der Gärreste

In einem theoretischem Modell soll der Flächenbedarf zur landwirtschaftlichen Nutzung der Gülle und der Gärreste dargestellt werden. Dazu sind einige Grundannahmen zu treffen:

- **Es wird ausschließlich Silomais angebaut.**
- **Die Erntemenge beträgt 50 t ha^{-1} .**
- **Der Silomais hat einen Trockensubstanzgehalt von 28 %.**
- **Die Düngung erfolgt nach Entzug. Das Nährstoffsaldo soll ausgeglichen sein.**
- **Keine Anrechnung der Mineralisierung von Ernteresten und Humus im Boden.**
- **Der Boden ist gut mit Phosphat versorgt (Gehaltsklasse C und höher).**
- **Es befindet sich kein mineralischer Stickstoff im Boden.**
- **Eine Unterfußdüngung findet nicht statt bzw. wird mit Gülle appliziert.**
- **Eine zusätzliche mineralische Düngung findet nicht statt.**

Flächenbedarf zur landwirtschaftlichen Nutzung der Gärreste

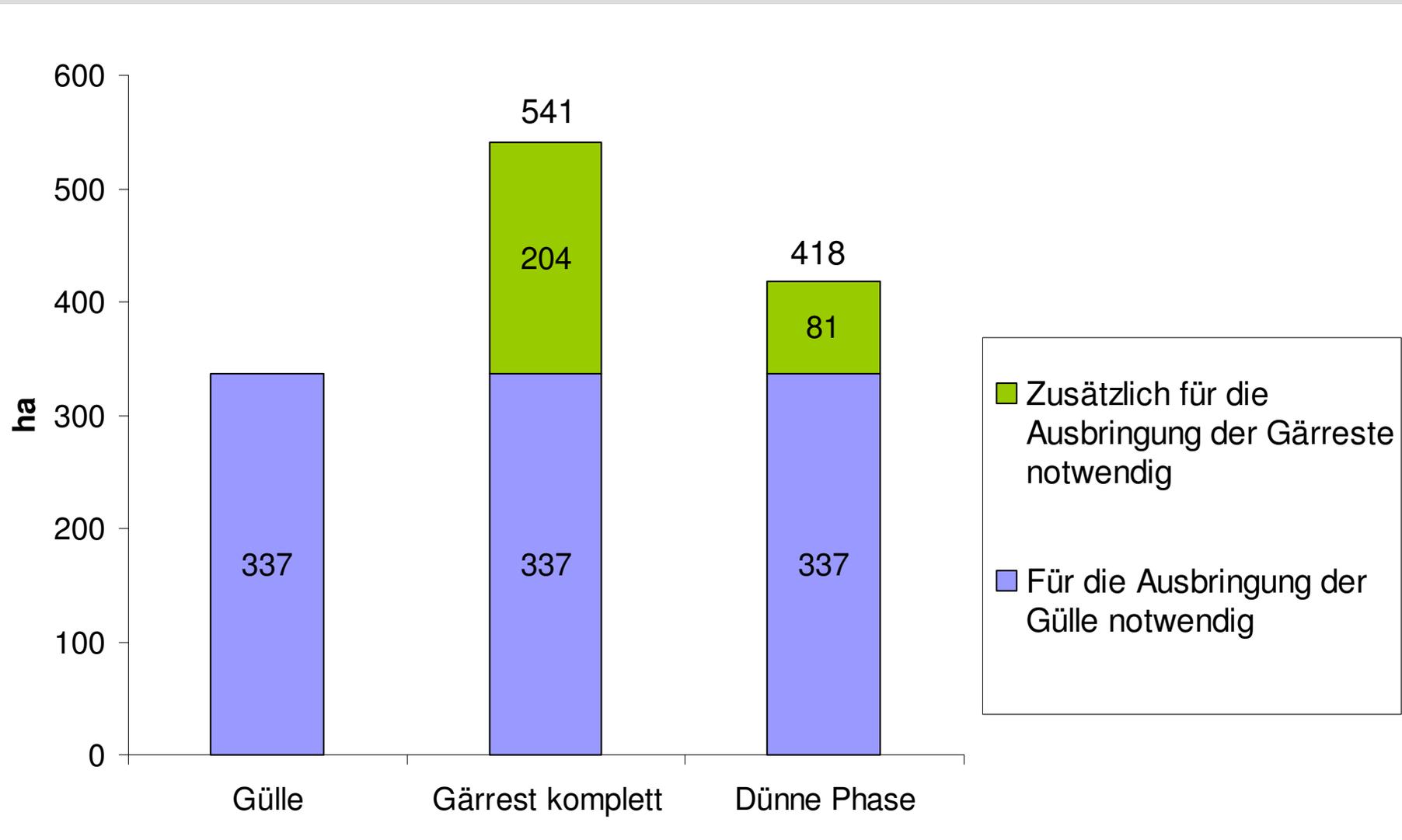
Parameter	Gärrest komplett	Dünne Phase nach Separierung
Stickstoffbedarf	190,0 kg ha⁻¹	190,0 kg ha⁻¹
Auszubringende Menge unter Berücksichtigung der Ausbringungsverluste von 15 %	223,5 kg ha⁻¹	223,5 kg ha⁻¹
Auszubringende Gärrestmenge bei Düngung nach N-Entzug	32 t ha⁻¹	32 t ha⁻¹
Flächenbedarf bei Düngung nach N-Entzug	471 ha	418 ha
P-Bedarf	35 kg ha⁻¹	35 kg ha⁻¹
P-Düngung bei Düngung nach N-Entzug	41 kg ha⁻¹	33 kg ha⁻¹
Abweichung vom ausgeglichenen P-Saldo	+ 15 %	- 7 %
Auszubringende Gärrestmenge bei Düngung nach P-Entzug	28 t ha⁻¹	34 t ha⁻¹
Flächenbedarf bei Düngung nach P-Entzug	541 ha	392 ha

Flächenbedarf zur landwirtschaftlichen Nutzung der Gärreste

Parameter	Gärrest komplett	Dünne Phase nach Separierung
Stickstoffbedarf	190,0 kg ha ⁻¹	190,0 kg ha ⁻¹
Nur ca. 50 % des Stickstoffs aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft – 170 kg N ha⁻¹ bei weitem nicht erreicht	223,5 kg ha ⁻¹	223,5 kg ha ⁻¹
	32 t ha ⁻¹	32 t ha ⁻¹
	Entzug	
Flächenbedarf bei Düngung nach N-Entzug	471 ha	418 ha
P-Bedarf	35 kg ha ⁻¹	35 kg ha ⁻¹
P-Düngung bei Düngung nach N-Entzug	41 kg ha ⁻¹	33 kg ha ⁻¹
Abweichung vom ausgeglichenen P-Saldo	+ 15 %	- 7 %
Auszubringende Gärrestmenge bei Düngung nach P-Entzug	28 t ha ⁻¹	34 t ha ⁻¹
Flächenbedarf bei Düngung nach P-Entzug	541 ha	392 ha

Stoffströme Biogasanlage

Flächenbedarf zur landwirtschaftlichen Nutzung der Gärreste



Stoffströme Biogasanlage

Schlussfolgerungen

- Durch die Separation und den Export der getrockneten Festen Phase reduziert sich der durch die Biogasanlage bedingte Flächenbedarf (Outputseitig) um 60%.
- Durch den Pressschneckenseparator wird das Verhältnis von N zu P der Dünnen Phase für die Verwendung als Dünger optimiert.
 - Eine weitere P-Abtrennung durch aufwendigere Verfahren ist nur dann sinnvoll, wenn zugleich Nebegeschieden wird

EEG 2012 Referentenentwurf (Stand 23.05.2011)

Nicht mehr als qualifizierte Wärmenutzung gilt nach der neuen Anlage 2 die Nutzung von Wärme als Prozesswärme zur Aufbereitung von Gärresten zum Zweck der Düngemittelherstellung.

Die Anforderungen an die Wärmenutzung zur technische Holz Trocknung werden dahingehend präzisiert, dass die Trocknung von Holz zur stofflichen oder energetischen Nutzung (zum Beispiel Trocknung von Holzpellets oder von Holzhackschnitzeln) bis zu einem Wärmeeinsatz von 0,9 Kilowattstunden je Kilogramm kg Holz berücksichtigt wird.

Stoffströme Biogasanlage

Schlussfolgerungen Aber:

- **Getrocknete Feststoffe haben eine sehr geringe Schüttdichte 100-200 kg/m³**
- **→ Pelletierung notwendig – und aufwändig! (20-40 €/t)**
- **Gärrest-Pellets können vermarktet werden als:**
 - **Dünger: P und K pflanzenverfügbar, N organisch gebunden**
 - **Zur Humusreproduktion**
 - **Steht in Konkurrenz zum Kompost**
 - **Markt ist im Aufbau**
- **Energetische Nutzung: Verbrennung/Vergasung**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



**Gabriele Broll
Andreas Hothan
Sylvia Warnecke**

Biogasanlage Westerbakum (Foto: EnviTec Biogas AG)