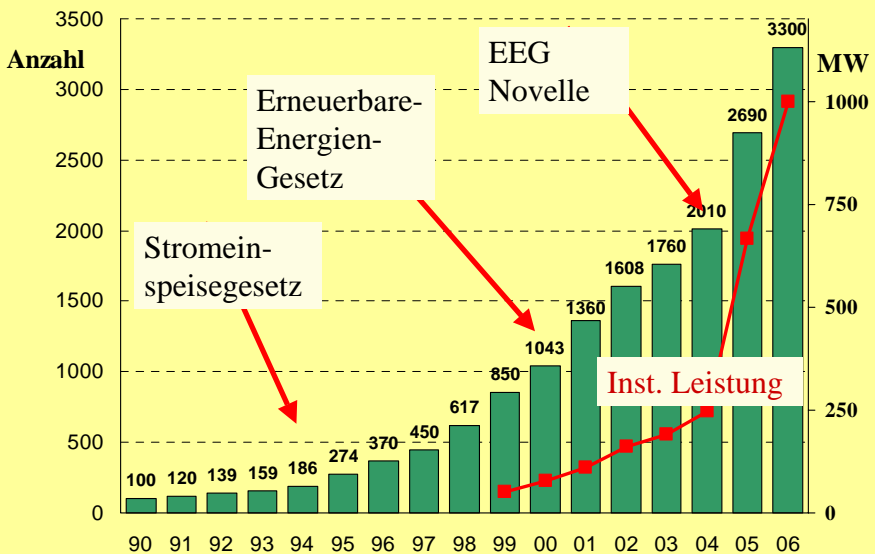


## Einfluss der Biogaserzeugung auf Rest-C im Gärrest und die Humusbilanz

DLG-Ausschusses Ackerbau

*Humusreproduktion im Silomaisanbau für Biogasanlagen –  
Frankfurt - 26.6.2007*

### Entwicklung Biogasanlagenbau in Deutschland



# Schwerpunkte der EEG-Novelle 2004

## NAWARO-Bonus (6 bzw. 4 ct/kWh)

- Voraussetzung für NAWARO-Einsatz
- Einsatzstoffe (WD, Getreide, **Maissilage**, ...)

## Gestaffelte Einspeisevergütung (Grenzen: 150 kW, 500 kW, 5 MW)

- Kleinanlagenförderung **wirkte bisher kaum**

## Preisabschlag nach dem Inbetriebnahmejahr (1,5 %/a)

- Anreiz zum sofortigen Bau

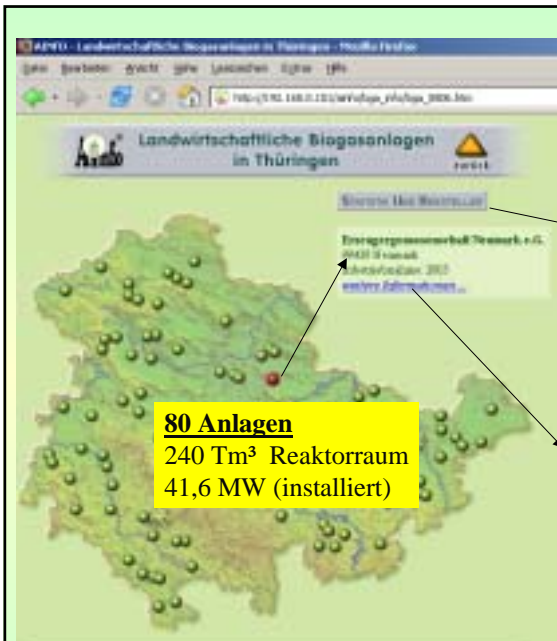
## KWK-Bonus → Wärmesenke → Stadtrand → wenig WD

## Innovations-Bonus → Trockenvergärung (??)

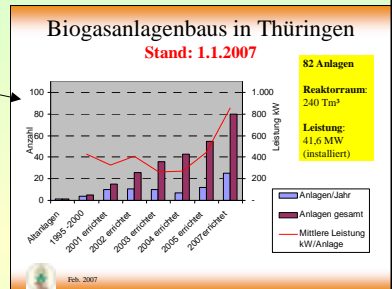


TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau



Quelle:  
[www.tll.de/ainfo](http://www.tll.de/ainfo)



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

# Trends ab 2004

- Anlagengröße steigt
- NAWARO- Anteil steigt
- Industrielle Anlagen außerhalb der Landwirtschaft
- Biogas als Kraftstoff und Gaseinspeisung  
→ große, landw. ferne Anlagen, Landwirt ist nur Rohstofflieferant
- Düngewert ist zu beachten (Nährstoffzufuhr)
- Humus-Wirkung von Biogas ??
  - C wird zu  $\text{CH}_4$  und damit dem Kreislauf entzogen

→ „Biogas = Raubbau am Boden“ (???)

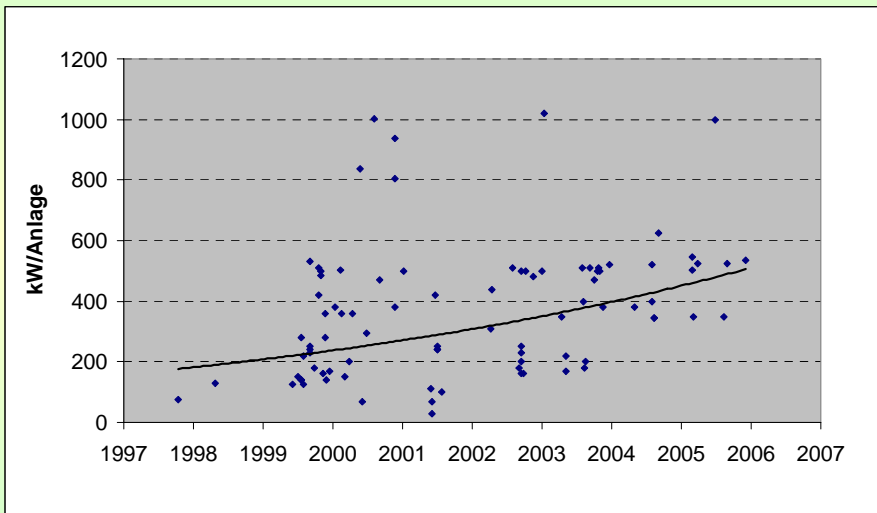


TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

# Entwicklung der Anlagengröße

(90 Angebote für BGA im Raum Thüringen)

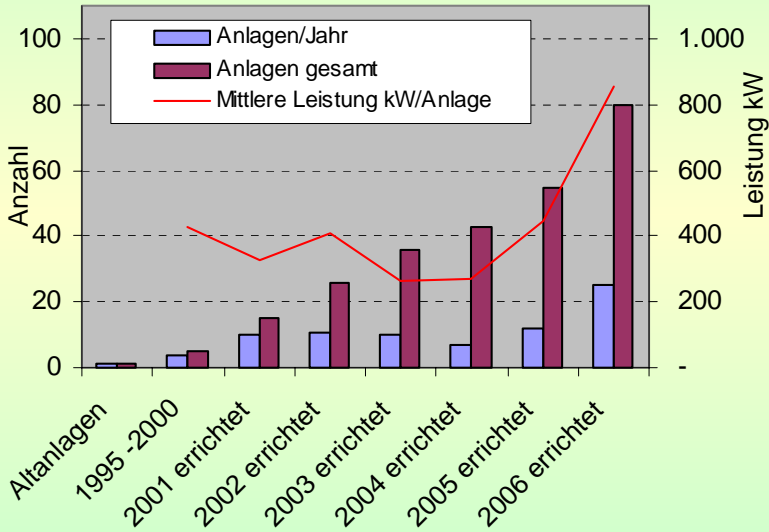


TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

# Biogasanlagenbaus in Thüringen

Stand: 1.1.2007 (80 Anlagen)

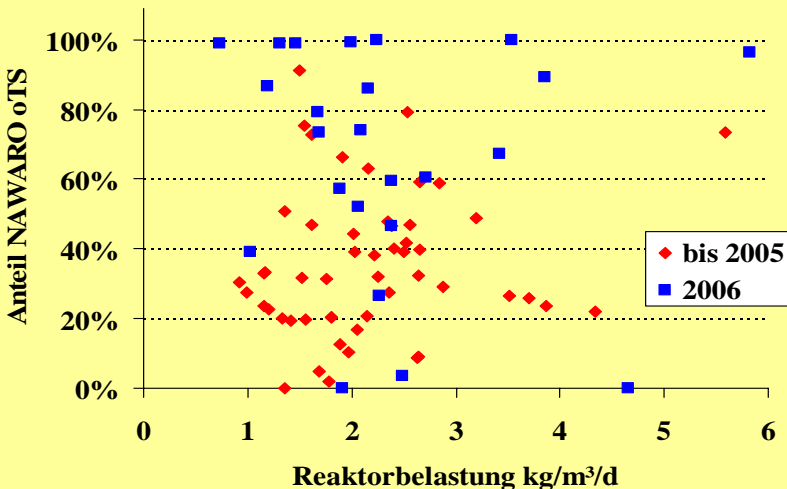


TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

## NAWARO-Anteil am Substrat

Bezug: Substrat-oTS-Gehalt der Thüringer Biogasanlagen

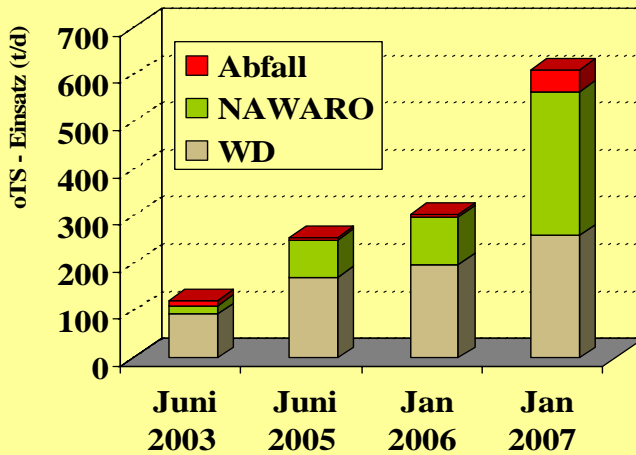


TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

# oTS-Einsatz zur Biogaserzeugung

(Thüringen, bis 2005 Erhebung Ist-Einsatzmengen, 2006 Planzahlen)



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

## Wirkungen der Biogaserzeugung auf das Substrat



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

# Substratveränderungen

Wirkung der Biogaserzeugung auf die Gülleeigenschaften

- Pflanzennährstoffe **Phosphor** und **Kalium** gehen im Gärprozess nicht verloren
- **pH-Wert steigt** von 6,5...7 auf 7,5...8
- **Ammoniumanteil** am Gesamt-N **steigt deutlich**
- Geringfügige **Stickstoffverluste** können als Ammoniak auftreten
- deutlicher **TS-Abbau** durch die **C-Konvertierung** zu Methan und CO<sub>2</sub>
- **Volumenreduzierung**



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

# Erhebung an allen Thüringer Biogasanlagen

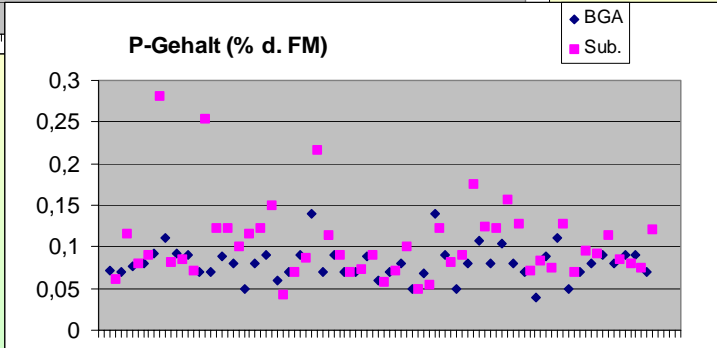
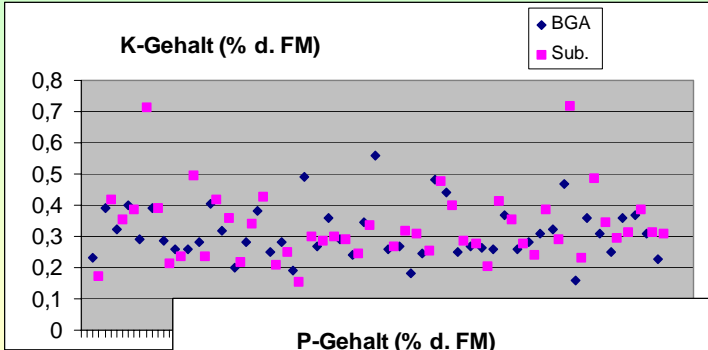
2004 und 2006

- technisch-technologische Parameter
- Investition (€/m<sup>3</sup> Faulraum; €/kW)
- Produktionsergebnisse (m<sup>3</sup>/d, kW)
- Probenahme aller Eingangssubstrate und der Biogasgülle (Ablauf des Nachgärbehälters)
  - Nasschemische Nährstoffanalyse



TLL Jena 2007, Reinhold

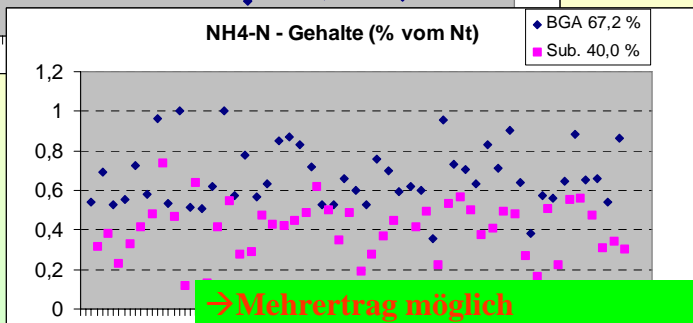
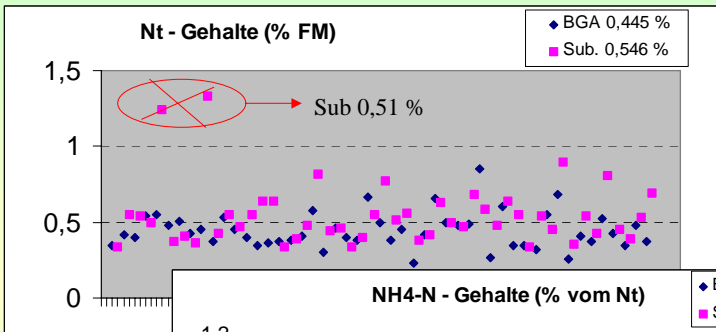
DLG Ackerbau



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

## N-Veränderungen 2006



→ Mehrertrag möglich



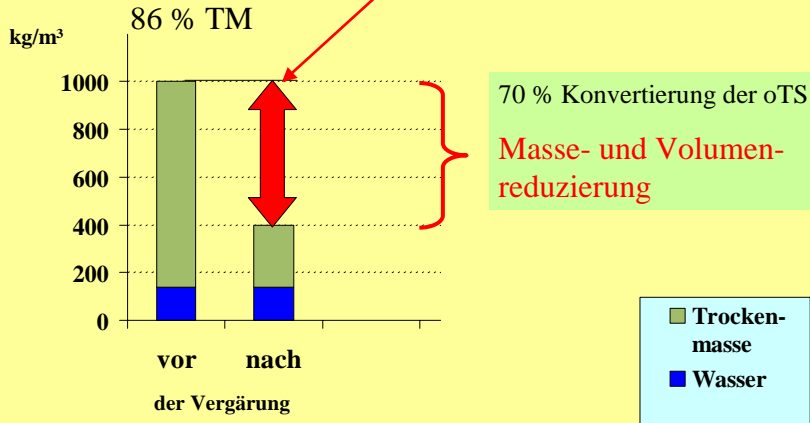
TLL Jena 2007, Reinhold

DLG (N - Pflanzenverfügbarkeit steigt)

# Masseabbau

70 % Konvertierung der organischen Trockenmasse

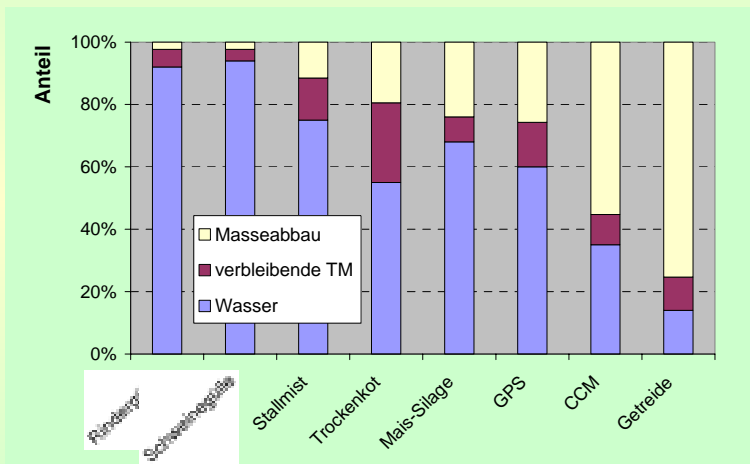
## Getreide



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

# Substratveränderungen Masse- bzw. Volumenverluste



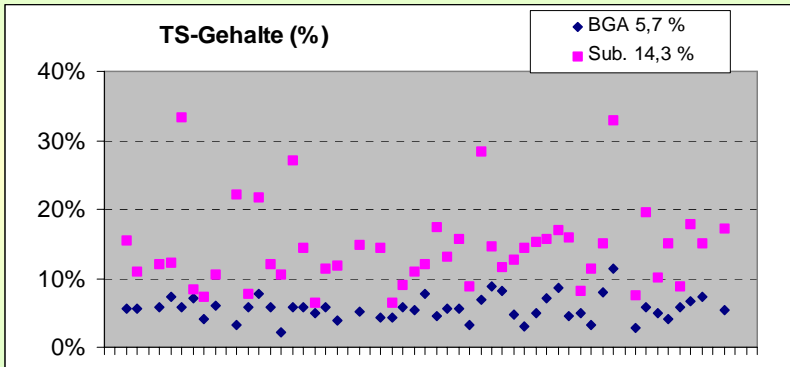
TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau



# TS - Gehalte in Thüringer BGA 2006

(Sub. = errechnete Mischung der Einsatzstoffe,  
BGA = Biogasgülle, n = 49)

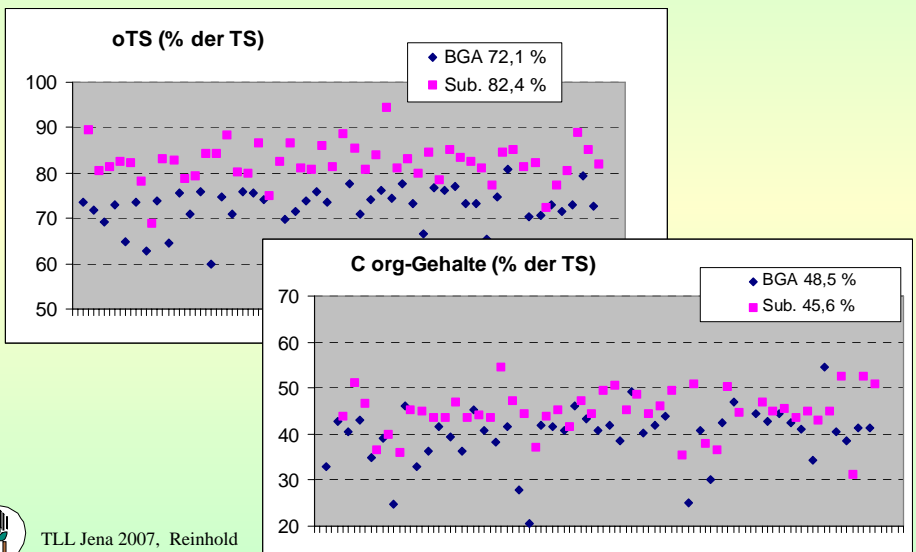


TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

# Anteil der oTS an der TS in Thüringer BGA 2006

(Sub. = errechnete Mischung der Einsatzstoffe, BGA = Biogasgülle,  
n = 49)



TLL Jena 2007, Reinhold

# Ergebnisse aus der 2. Biogas-Welle 1980 ... 1985

## Bedingungen:

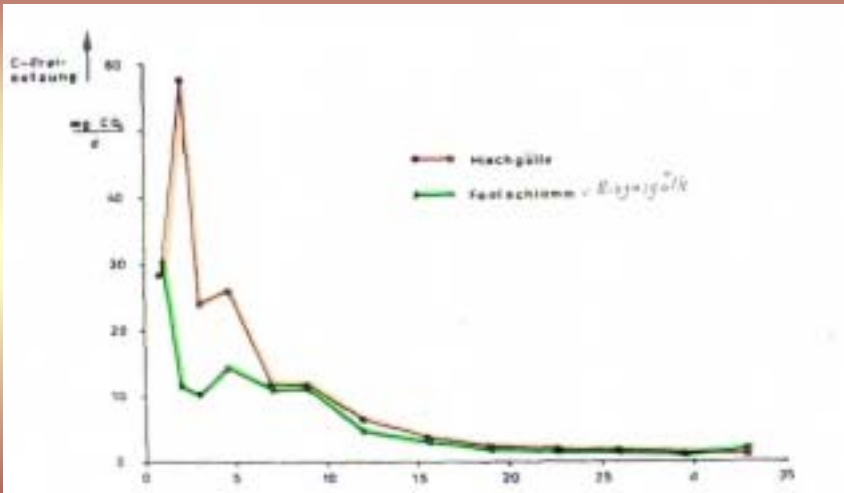
- Reine Güllevergärung
- Hohe Reaktorbelastung >5 kg
- Kurze Verweilzeiten (8...15 d)



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

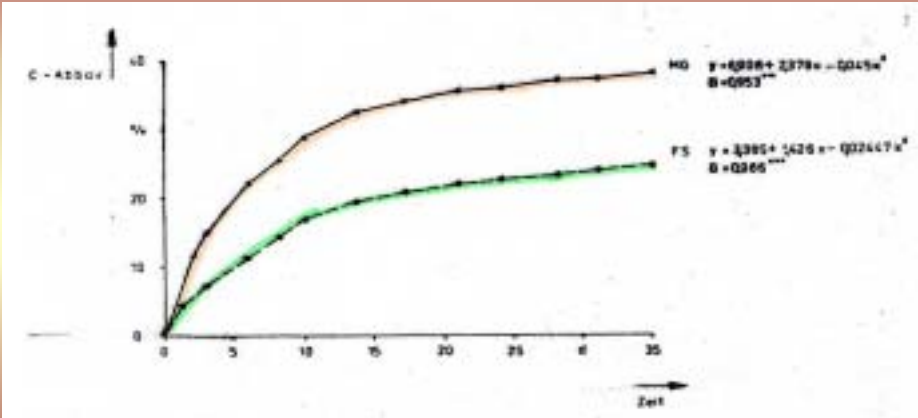
## Tägliche C-Freisetzung bei der Bebrütung von Gülle und Biogasgülle (REINHOLD 1988)



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

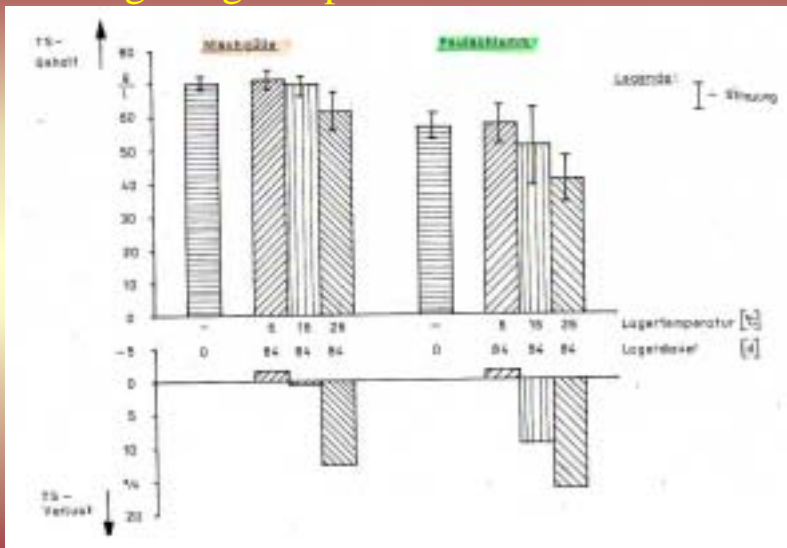
# C-Abbau bei Gülle und Biogaskülle (REINHOLD 1988)



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

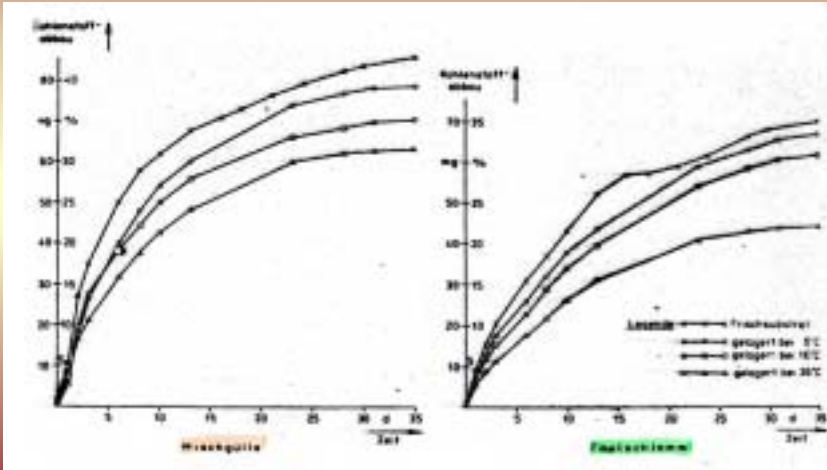
# TS-Abbau bei unterschiedlichen Lagerungstemperaturen (REINHOLD 1988)



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

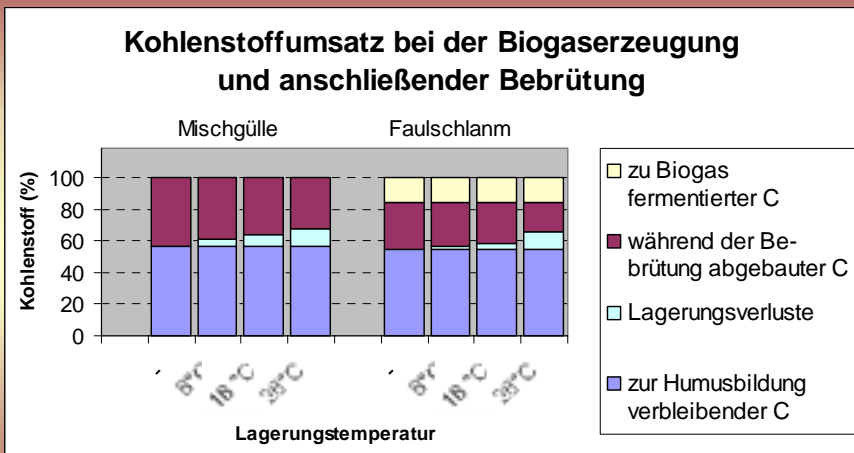
# Tägliche C-Freisetzung bei der Bebrütung von Gülle und Biogasgülle bei unterschiedlichen Lagerungstemperaturen (REINHOLD 1988)



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

## C-Bilanz (REINHOLD 1988)



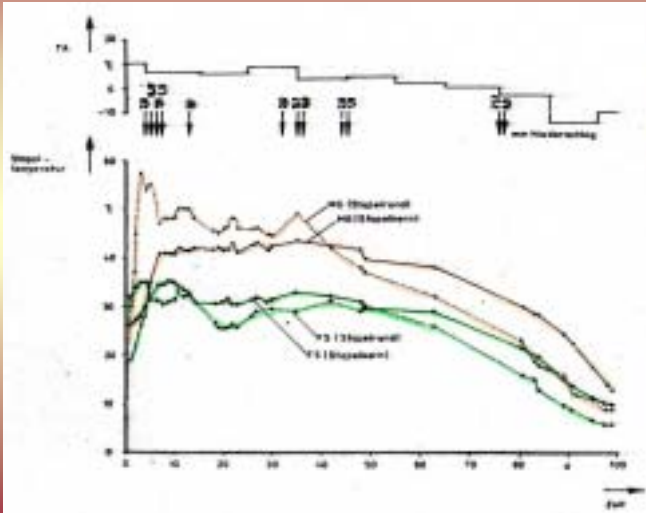
(REINHOLD 1988)



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

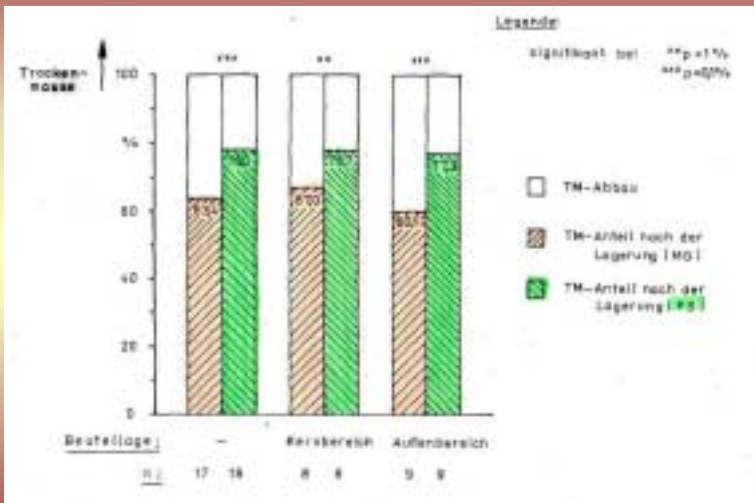
# Temperatur bei der Kompostierung von Gülle und Biogäufeststoff (REINHOLD 1988)



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

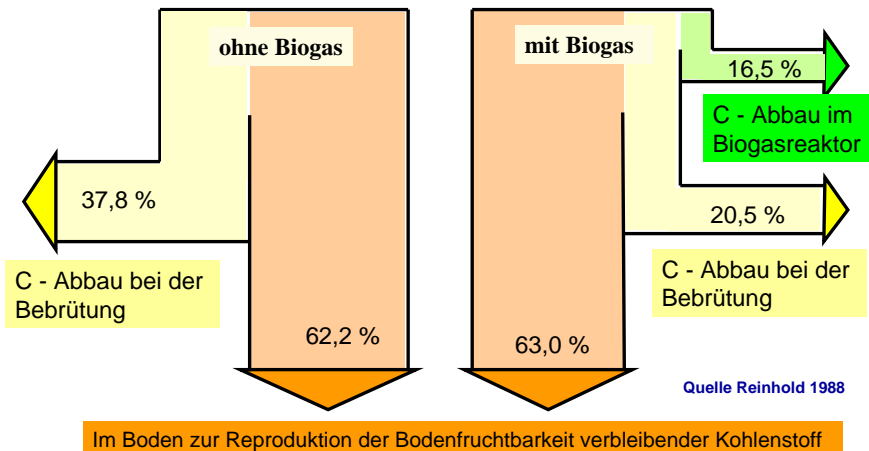
# Trockenmasseabbau bei Gfufeststofflagerung in Kompostierungsmieten (REINHOLD 1988)



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

## Zusammenfassung: Biogaserzeugung führt zu ähnliche Stabilisierung wie die aeroben Rotte



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

## VDLUF A Standpunkt (2004)

		Wirtschafts-dünger	Gärprodukte
	TS	kg Humus C/t Einsatzstoff	
Schwein	4%	4	
Schwein	8%	8	
Rind	4%	6	
Rind	7%	9	
Rind	10%	12	
Geflügel	15%	12	
Geflügel	25%	22	
Geflügel	35%	30	
Geflügel	45%	38	
Gärprodukte	4%		6
Gärprodukte	7%		9
Gärprodukte	10%		12
Gärprodukte	25%		36
Gärprodukte	35%		50
Komposte	30%		40
Komposte	60%		70



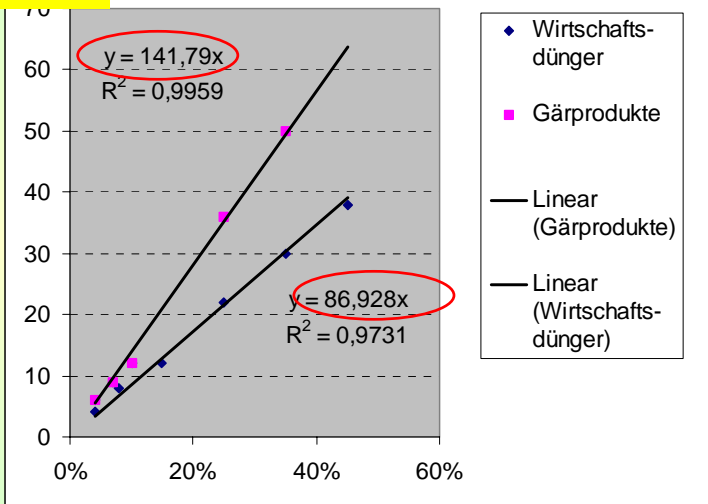
TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

mit Komposten

$$y = 127x$$

## VDLUFAs Standpunkt (2004)



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

## C-Humusreproduktion

- **Allgemein:**

100 kg Humus-C / t TS

- **Wirtschaftsdünger:**

**87 kg Humus-C / t TS**

- **Gärprodukte:**

**142 kg Humus-C / t TS**



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

# Grundsätzlich gilt für Biogasgülle

Substrateinsatz \* TS-Gehalt

abzüglich zu Biogas konvertierte Biomasse

(= Gasmenge \* Biogasgewicht 1,25 kg/m<sup>3</sup>)

= Biomasse (TS) für Humusbildung

\* C-Faktor Gärprodukte (142 kg/t<sub>TM</sub>) = C-Zufuhr

oTS Pflanzen = 95 %

oTS Gülle = 80 %

oTS Biogasgülle = 70 %

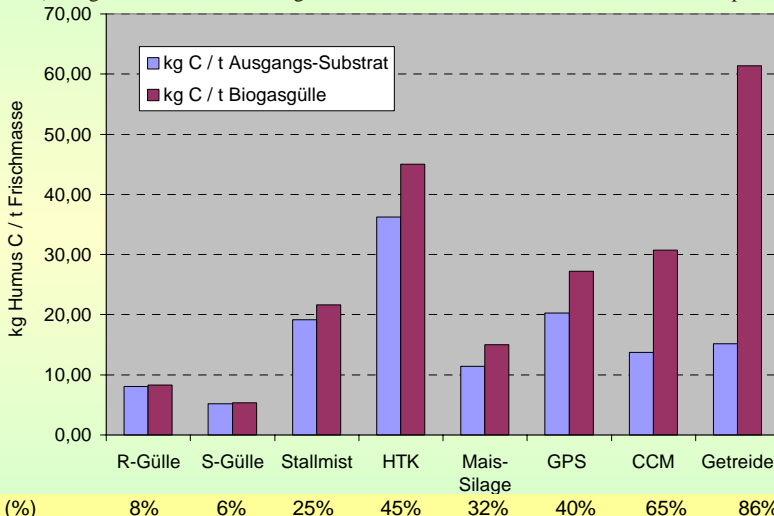


TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

## Humusreproduktion bei Vergärung von NAWROS

(Bezug Frischmasse, Gaserträge nach KTBL, C-Faktor nach VDLUFA 2004, Gärprodukte)



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau



# Unterstellung: Anbau im Ackerbaubetrieb Thüringen

(Personengesellschaft)

	Anbauumfang	Ertrag
	%	dt/ha
Getreide	66%	70
GPS	0%	250
Ölfrüchte	18%	40
Zuckerrüben	2%	500
Silomais	0%	450
Ackerfutter	0%	450
Stilllegung	10%	150
sonstiges	4%	0
<b>Summe</b>	<b>100%</b>	



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

## Ackerbaubetrieb Thüringen

(Humuswirkung nach VDLUFA Richtwerte - untere Werte)

	Anbauumfang	Ertrag	HP	NP	NP Ertrag	NP
	%	dt/ha	kg C /ha	kgC/t	dt FM/ha	kg C /ha
Getreide	66%	70	-280	100	56	560
GPS	0%	250	-280			
Ölfrüchte	18%	40	-280	100	64	640
Zuckerrüben	2%	500	-760	8	350	280
Silomais	0%	450	-560			
Ackerfutter	0%	450	600			
Stilllegung	10%	150	400	8	150	120
sonstiges	4%	0	160			
<b>gewichtetes Mittel</b>	<b>100%</b>		<b>-204</b>			<b>502,4</b>

Bilanz:  $-204$  (Anbau) +  $502,4$  (NP) =  **$298,4$  kg C/ha**

**VDLUFA Richtwerte - obere Werte**

Bilanz:  $-315,6$  (Anbau) +  $502,4$  (NP) =  **$186,8$  kg C/ha**



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

# Wirkung von Biogasproduktion

- Anbau von Mais (Starker Humuszehrer)
- Anbau von GPS (d.h. Stroh bleibt nicht auf dem Feld)
- Einsatz von Getreidekorn (Ähnlich dem Verkauf von Getreide)
- **Verringerung des Getreideanteils**
- **Aber auch**
  - **Verringerung des Exports von Biomasse aus den Betrieb heraus**
  - **Rückführung von Kohlenstoff mit der Biogasgülle**

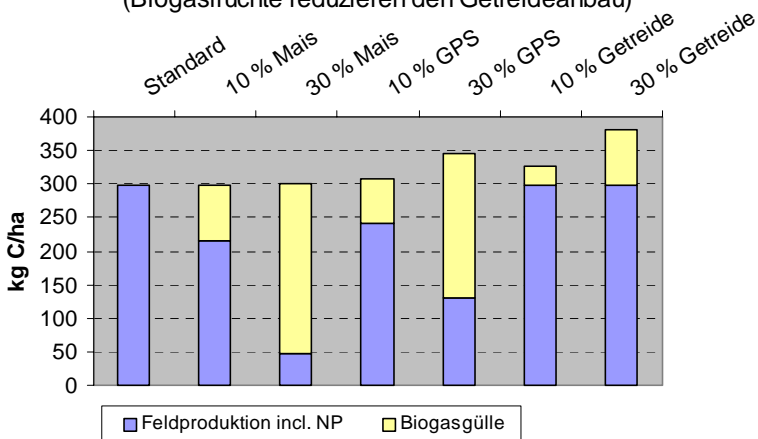


TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

## C-Bilanz im Ackerbaubetrieb

(Biogasfrüchte reduzieren den Getreideanbau)



TLL Jena 2007, Reinhold

VDLUFA Richtwerte – untere Werte

DLG Ackerbau

# Milchviehbetrieb Thüringen

1 GV /ha

(Humuswirkung nach VDLUFA Richtwerte - untere Werte)

	Anbauumfang	Ertrag	HP	NP	NP Ertrag	NP
	%	dt/ha	kg C /ha	kgC/t	dt FM/ha	kg C /ha
Getreide	42%	70	-280	100	56	560
GPS	0%	250	-280			
Ölfrüchte	8%	40	-280	100	64	640
Zuckerrüben	0%	500	-760	8	350	280
Silomais	22%	450	-560	0		
Ackerfutter	15%	450	600	0		
Stillegung	9%	150	400	8	150	120
sonstiges	4%	0	160	0		
<b>gewichtetes Mittel</b>	<b>100%</b>		<b>-130,8</b>			<b>297,2</b>

**Gülleanfall (8000 l Kuh) 21,7 t/a mit 10 %**

→ bei 12 kg C/m<sup>3</sup> (VDLUFA) + 260 kg C

→ bei 8,7 kg C/m<sup>3</sup> (Regression: 85 kg/tTS) + 189 kg C

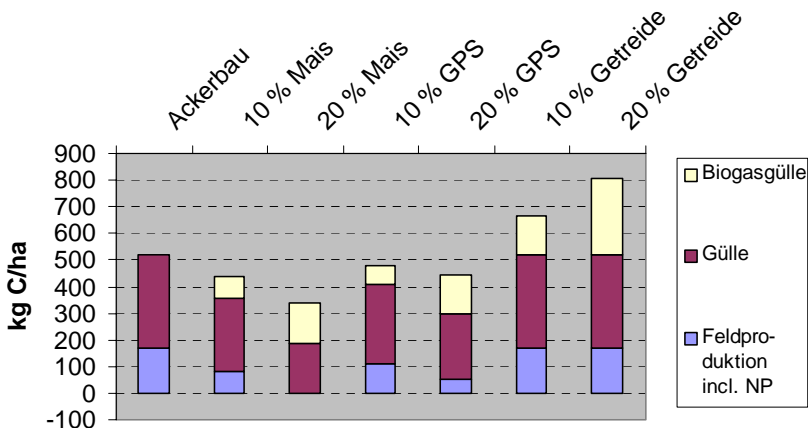


TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

## C-Bilanz im Milchviehbetrieb 1 gv/ha, 8000 l

BGA mit Gülle+Biogasfrüchte (reduzierter Getreideanbau)



VDLUFA Richtwerte – untere Werte



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

# Futterverzehr Milchkuh

(Bezug: Flächenbedarf einer 1 Milchkuh, DLG Band 119)

		Futterverzehr							
		TS	oTS	GL			AL		
				6000	8000	10000	6000	8000	10000
Weidelgras	dt/TM	100%	95%	19	16	13	10	10	10
Grassilage	dt/TM	100%	95%	19	22	25	11	13	15
Maissilage	dt/TM	100%	95%	4	7	10	20	22	24
Stroh	dt/TM	100%	95%	2	2	2	3	2	2
Soja	dt	86%	95%	0	1	2,5	2	3	4,5
Weizen	dt	86%	95%	2	2	2,5	1	2	2,5
MLF 18/3	dt	86%	95%	7	17	22	12	15	19
MLF 16/3	dt	86%	95%	6					
Mineral	dt	100%	95%	0,1	0,15	0,2	0,2	0,25	0,3
<b>Summe</b>	dt			59,1	67,15	77,2	59,2	67,25	77,3
	dtTM			57	64,35	73,42	57,1	64,45	73,66

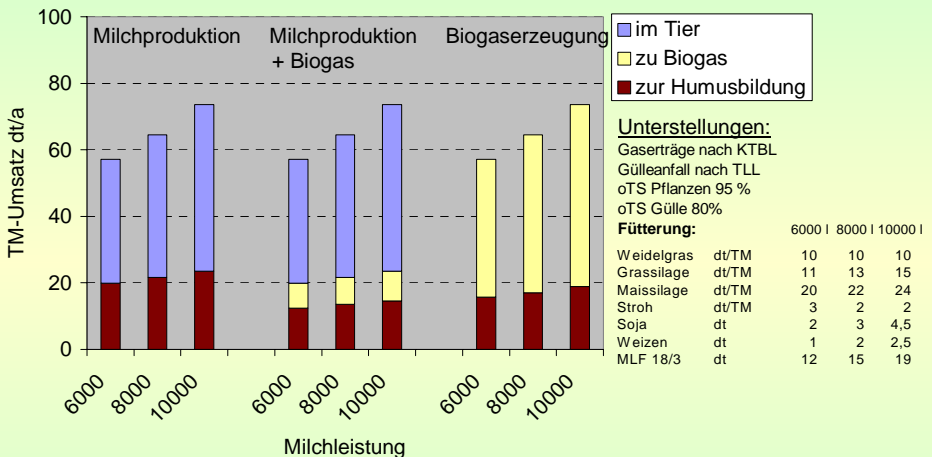


TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

## TM-Umsatz unterschiedlicher Flächennutzungssysteme

(Bezug: Flächenbedarf einer 1 Milchkuh, DLG Band 119)



Der etwas höherer Abbau bei Biogas ist aus der längeren Verweilzeit erklärbar (Kuh = 24 ... 36 h, BGA 50 ... 100 d), wird aber durch den höheren C-Faktor ausgeglichen



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau

## Zusammenfassende Schlussfolgerungen

- Biogasproduktion greift in den C-Kreislauf ein
  - Änderung der Fruchtfolge, Erhöhung WD Anteil, Düngewirkung, CO<sub>2</sub>-Vermeidung, ...
- Problemdiskussion erfolgt kaum fachlich begründet
- Biogassgüllerückführung wird oft vernachlässigt (höhere Reproduktionsfaktoren beachten)
- GPS und Getreideeinsatz führen oft zur Steigerung der Humusreproduktion
- Gefahren für Humusreproduktion bestehen nur bei gravierender Steigerung des Maisanbaus (sofern die Humusfaktoren des VDLUFA auch für heutige Anbausysteme gelten)



## Zusammenfassende Schlussfolgerungen II

- energetische Nutzung von Biomasse wird zunehmen, und damit der Eingriff in die Humusbilanz
- Allerdings sind die Produktionslinie sehr unterschiedlich zu bewerten:
  - **RME und Ethanol** (Raps u. Getreide) ändert wenig am Humusbilanz
  - **Verbrennung bzw. Vergasung** von Biomasse und **BTL** führt zur Entnahme von Kohlenstoff (Bilanzverschlechterung).
  - **Biogas** (Basis Gülle und NAWARO) kann zu einer Verbesserung des Humussaldos beitragen.
  - Bei übermäßigem Maisanbau kann die Bilanz aber auch verschlechtern werden



weitere Infos

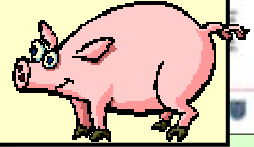


[www.tll.de/ainfo](http://www.tll.de/ainfo)



Vielen Dank

für Ihre Aufmerksamkeit!



TLL Jena 2007, Reinhold

DLG Ackerbau