

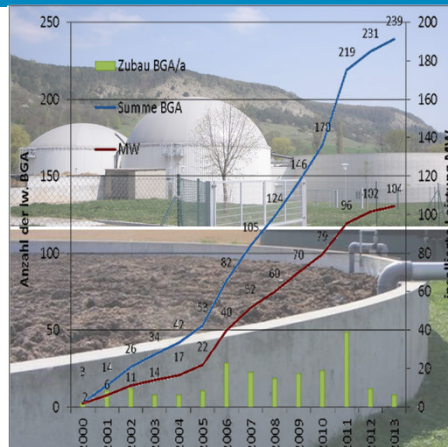
Humuswirkung von Gärresten und Stroh in Biogasanlagen

Gemeinschaftsveranstaltung Biogas Sachsen-Anhalt

26. März 2019 in Bernbrüg

Dr. G. Reinhold

Thüringer Landesamt für Landwirtschaft
und Ländlichen Raum
Naumburger Str. 98, 07743 Jena
gerd.reinhold@tlllr.thueringen.de

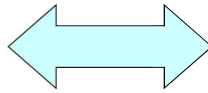


Humus und BGA

Behauptung:

Biogasanlagen nutzen den Kohlenstoff energetisch
und verbrennen so den Humusgehalt im Boden

Vergleich von Milchkuh und „Betonkuh“



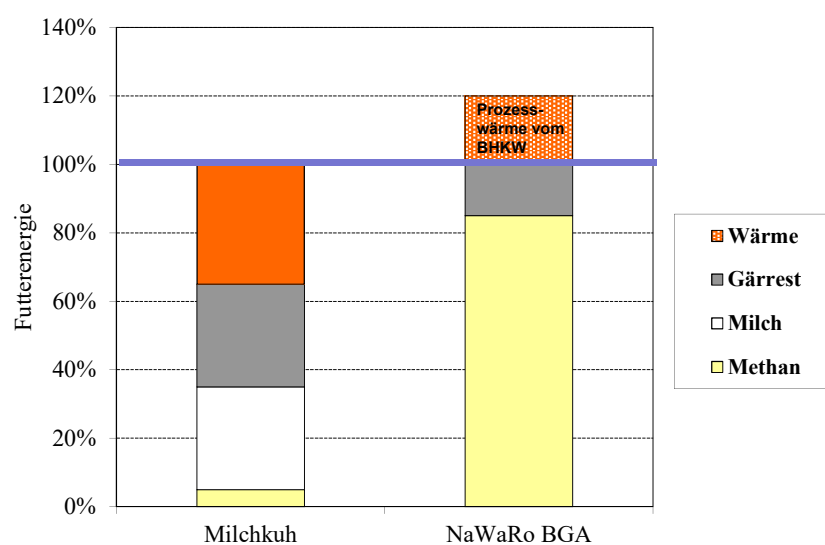
Milchkuh	Parameter	Biogasanlage
20 ... 30 % (Kot)	TS - Gehalt	5 ... 12 %
Peristaltik	Durchmischung	Rührwerke
24 h	Verweilzeit	50 ... 100 (150) d
50 kg oTS/m ³ d	Raumbelastung	2...4 kg oTS/m ³ d
30 % Milch, 35 % Wärme 5 % CH ₄ , 30 % Gärrest	Futtermittelausnutzung	80 .. 85 % Methan, 15...25 % Gärrest
Energiekonzentration	Futtermittelanforderungen	Verdaulichkeit

TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr



Umsatz der Futterenergie



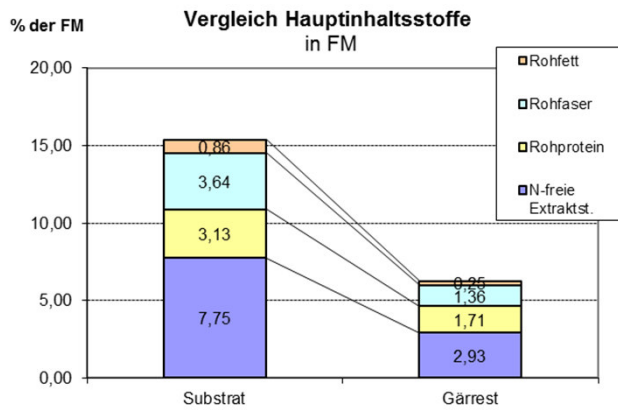
TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr



Abbau in der BGA

Thüringer Monitoring BGA 2004 ... 2013, n=46



Biogas = $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$

→ Hauptnährstoffe bleiben im Gärprodukt

→ BGA ist vergleichbar mit dem Tier („Betonkühe“)

Abbau der Inhaltsstoffe auf:

TS - 50 %, XL - 35 %, XF und XX - 40 %, XP - 60 %

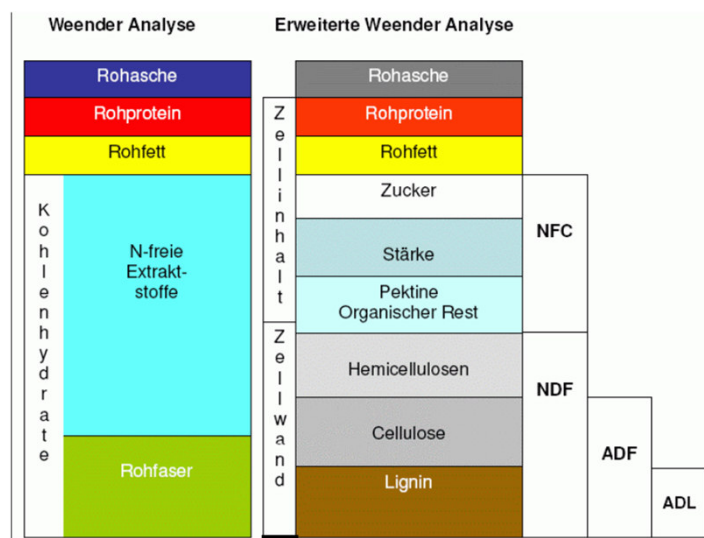
TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr



Futtermittelanalyse

(nach KIRCHGEßNER, 2008)

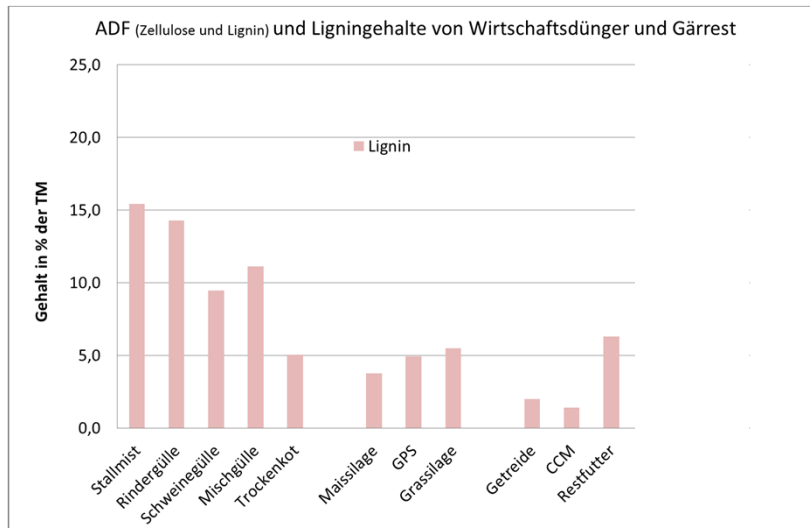


TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr



Lignin-Gehalte von Substrat und Gärprodukt

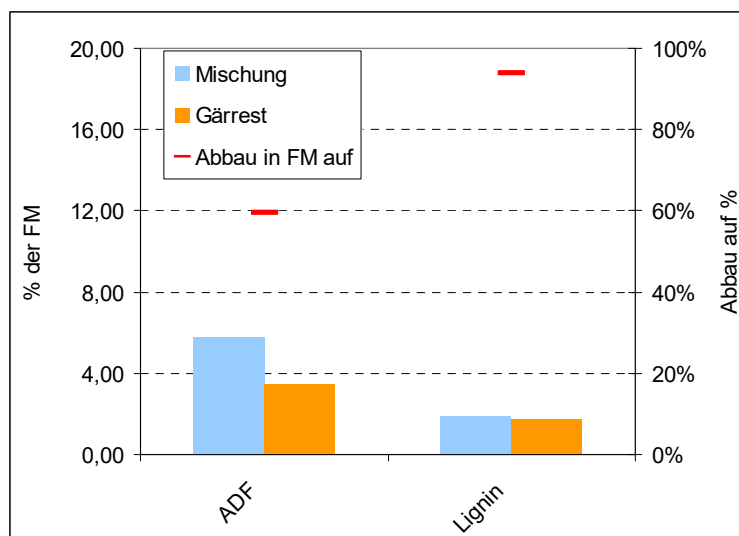


TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tllr



Humuswirksame Inhaltsstoffe



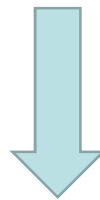
TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tllr



Charakterisierung von Gärprodukten

Gärprodukt = Ammoniumdünger + Rottemist



durch Mineralisierung von org. gebundenen N



durch Abbau der leicht umsetzbaren C-Verbindungen

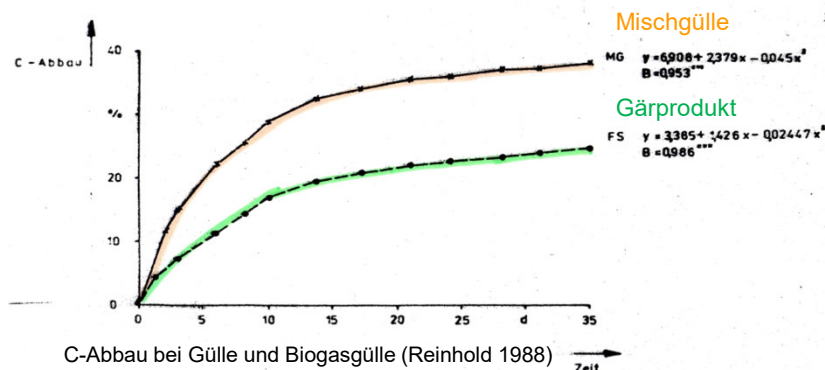
mit stark differenzierten Eigenschaften, die durch die Fütterung der BGA bestimmt werden



Ergebnisse aus der 2. Bioga

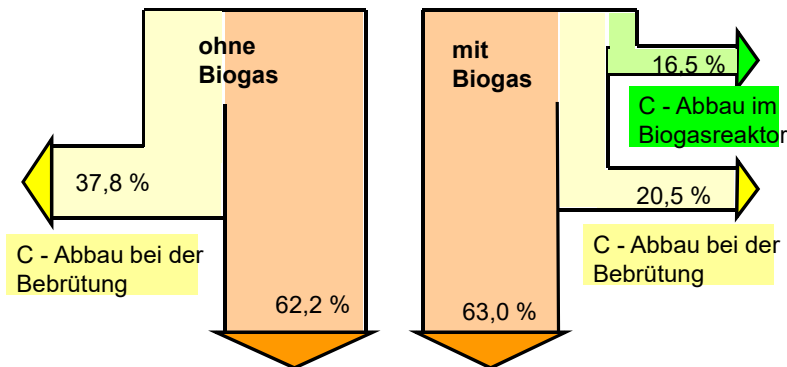
1988, BGA Vippachedelhausen

Bedingungen: Reine Güllevergärung, Reaktorbelastung >5 kg;
Kurze Verweilzeiten (8...15 d)



Kohlenstoffabbau durch Biogas

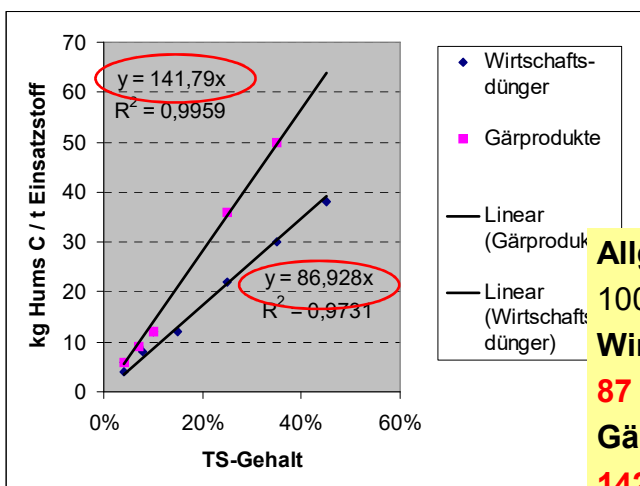
Die Biogaserzeugung führt zu ähnliche Stabilisierung wie die aeroben Rotte



Im Boden zur Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit verbleibender Kohlenstoff

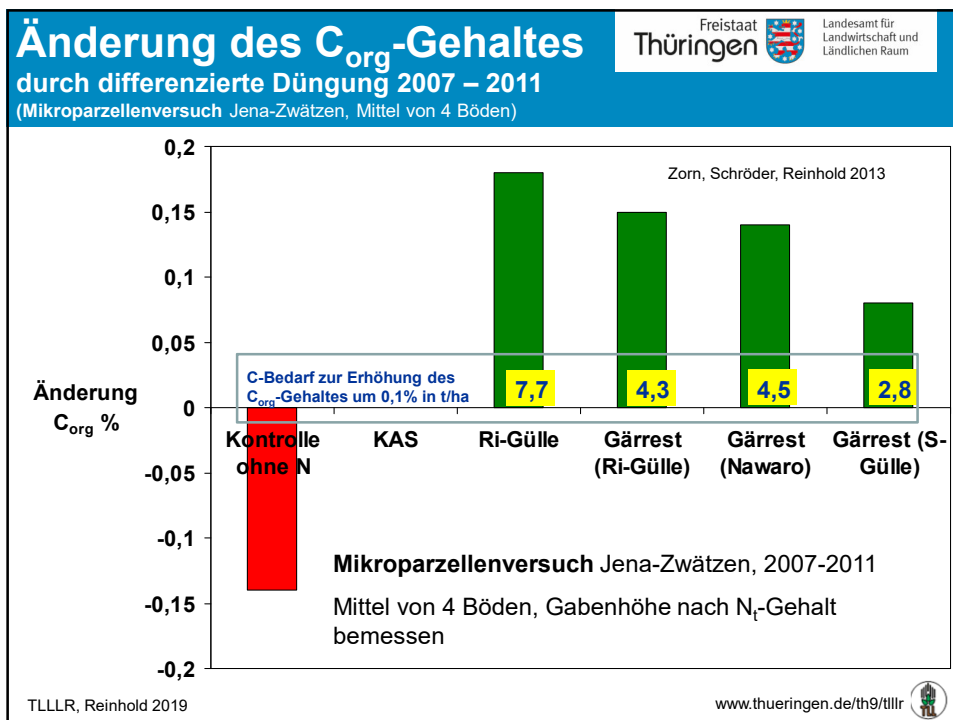


VDLUFA Standpunkt (2004/2014)



Allgemein:
100 kg Humus-C/t TS
Wirtschaftsdünger:
87 kg Humus-C/t TS
Gärprodukte:
142 kg Humus-C/t TS





Änderung des C_{org}-Gehaltes (%) durch differenzierte Düngung 2009 – 2015 (Gärproduktversuche Bad Salzungen und Dornburg)

Freistaat Thüringen

Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum

Bad Salzungen			Dornburg		
Variante	Mittel 2009/10	Mittel 2014/15	Variante	Mittel 2009/10	Mittel 2014/15
ohne org. Düngung	0,79 0,81	0,75 0,84	ohne org. Düngung	1,25	1,20
GP- SLR	0,81	0,83	RG-roh	1,26	1,35
GP- SLR + KAS	0,82	0,84	RG-vergoren	1,27	1,31
RG-roh	0,83	0,87	GP- Nawaro	1,27	1,29
RG-roh + KAS	0,83	0,90	GP-SG	1,26	1,30
RG-vergoren	0,83	0,86			
RG-verg. + KAS	0,84	0,94			

leichter Boden → Wirkung der Düngung schon nach wenigen Jahren erkennbar
KAS erhöht C_{org}-Gehalt bei OD

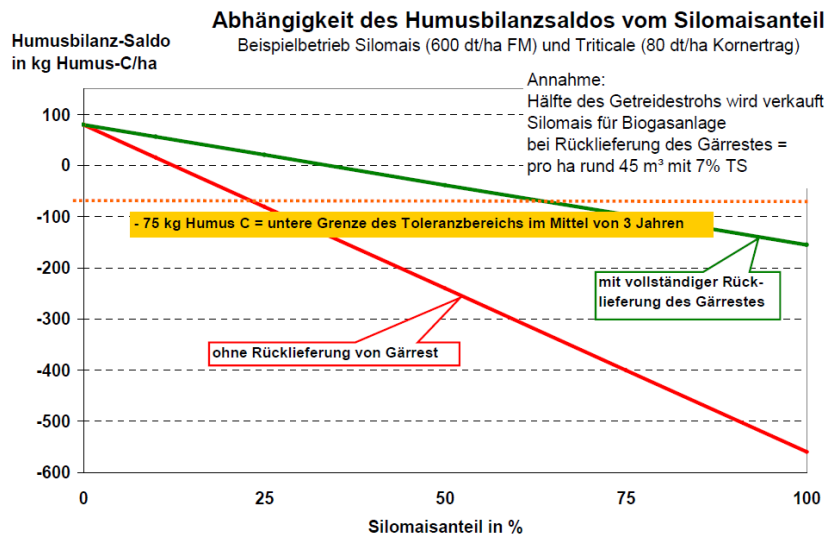
Schwerer Boden → kaum Wirkung der Düngung nach 5 a erkennbar
KAS: keine Wirkung auf C_{org}-Gehalt

TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr

Humusbilanz Silomais

Quelle: Karsten Möller, LWK NS

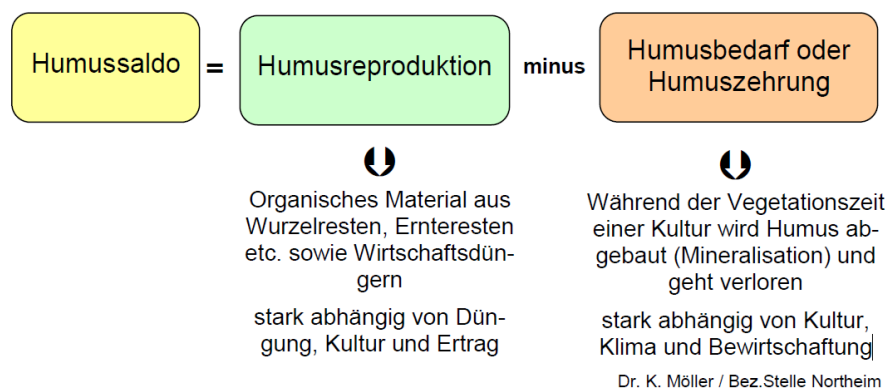


TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr

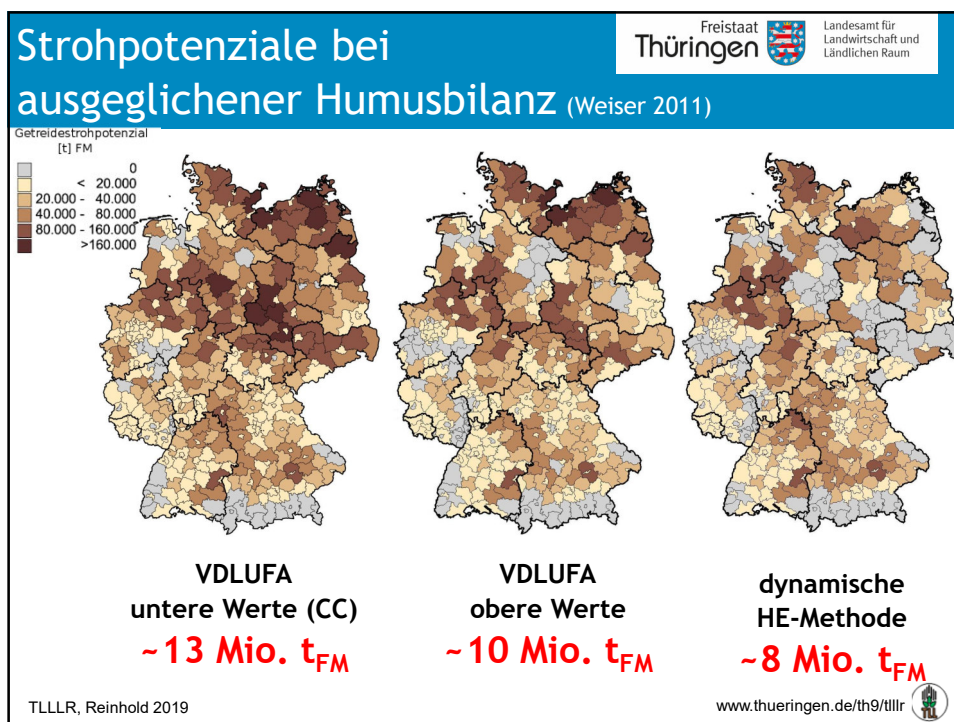
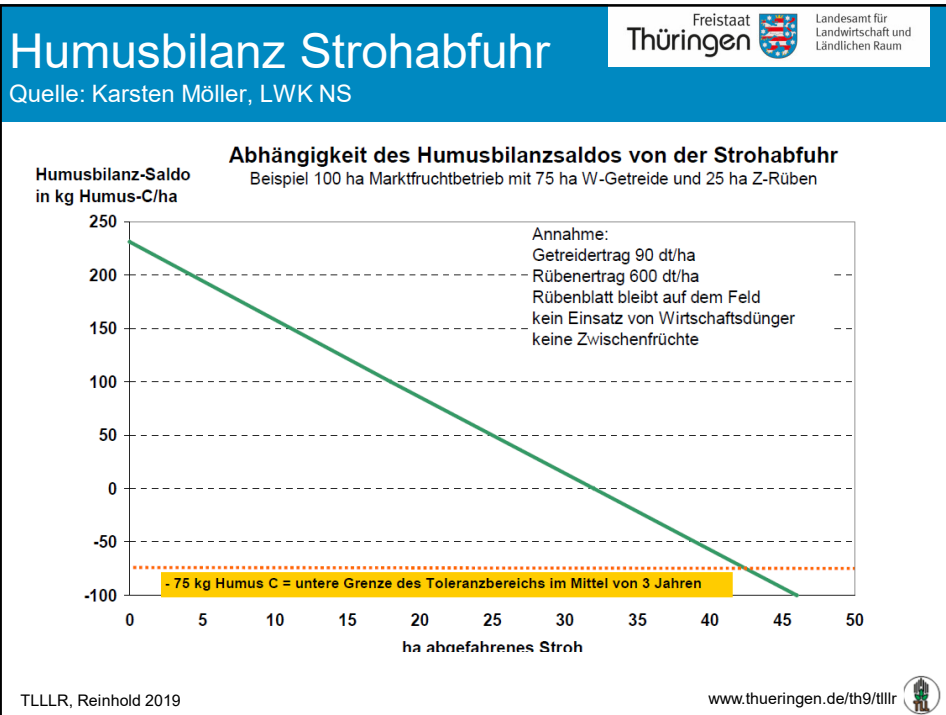
Humusbilanz im Betrieb

→ Entscheidungsgrundlage für Stroheinsatz



TLLLR, Reinhold 2019

www.thueringen.de/th9/tlllr



	Substratbeschreibung	Gaserträge		
		Biogas	Methan	Methan
		[l/kg oTS]	[%]	[l/kg oTS]
	Weizenstroh	545		
	Hartweizenstroh mit	453		
	Wintergerstenstroh	569	54	307
	Getreidestroh	579	53	305
	Triticale, Ernte 2005, U	569	52	295
	Triticale, Ernte 2005, U	580	52	299
	Weizenstroh, Ernte 20	564	52	292
		484	57	275
	Weizenstroh, Ernte 20	537	53	288
	Raps-Stroh 901/1	539	52	282
	Raps-Stroh 901/4	498	52	260
	Hafer-Stroh/1	589	52	308
	Hafer-Stroh/4	584	52	302
	Dinkel-Stroh/1	624	53	328
	Dinkel-Stroh/4	522	51	267
	Gerste-Stroh/1	573	52	295
	Gerste-Stroh/4	529	53	279
	Weizen-Stroh/1	589	51	299
	Weizen-Stroh/4	560	52	289
		478		
		548	52	292
	Stdbw.	43,7		16,5
	Variationskoeff.	8%		6%

Gaserträge aus Stroh

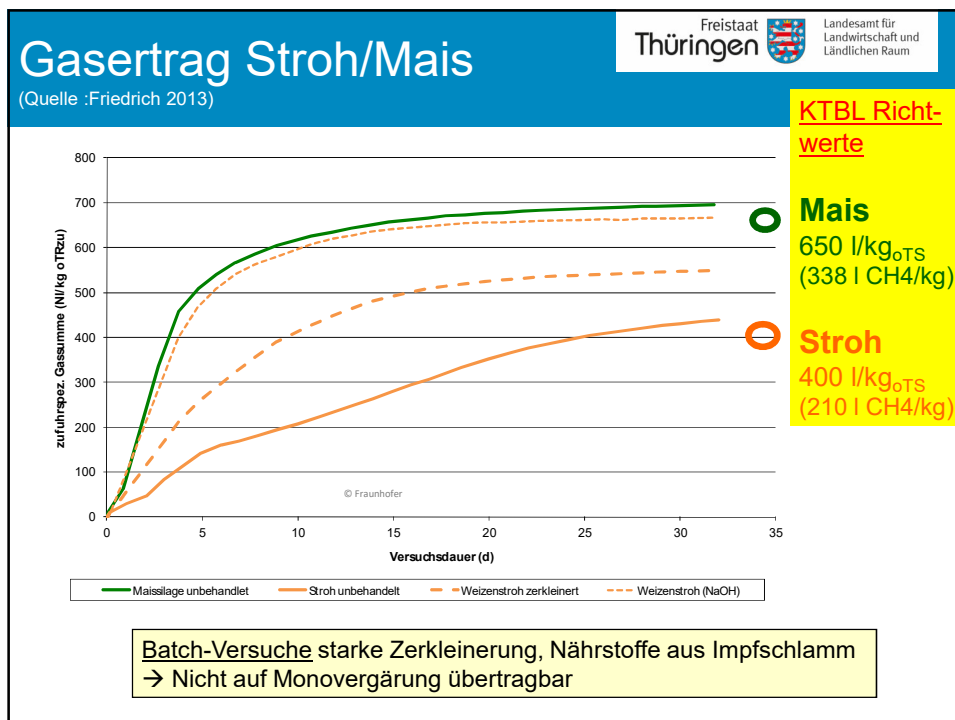
Quelle: KTBL -Datenbank

Batch-Versuche
(optimale
Bedingungen)

→ Nährstoffe OK
→ Einmaischen OK
→ Zerkleinerung OK

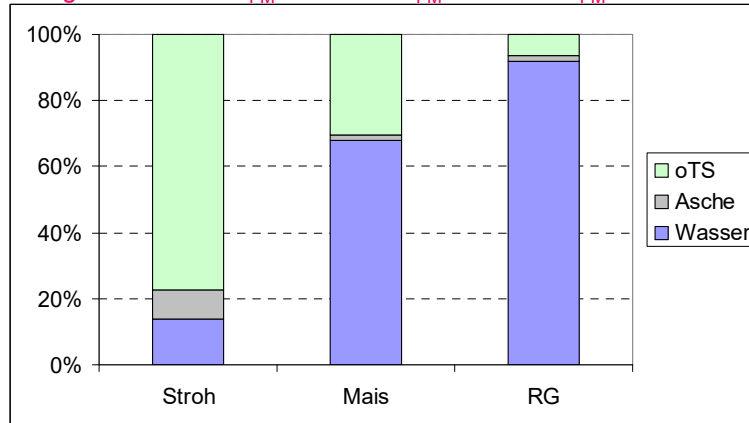
**gilt nur für geringe
Strohanteile**

TLLLR, Reinhold 2019



Vergleich der TS-, Asche- u. Wassergehalte der Substrate

Gasertrag: 330 m³/t_{FM} 200 m³/t_{FM} 25 m³/t_{FM}



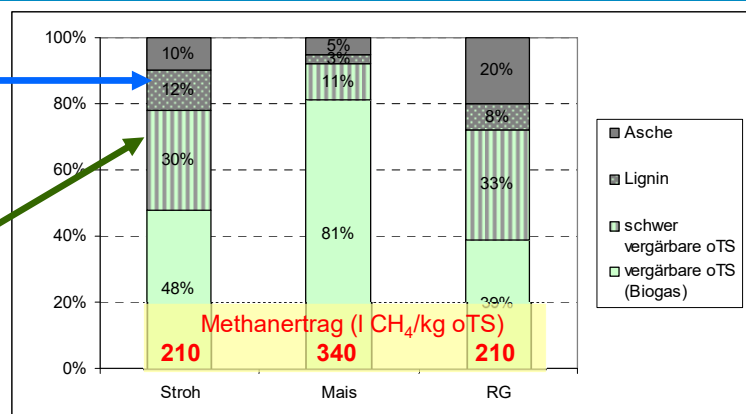
Wasserzufuhr/Kreislaufführung bei Strohmonovergärung erforderlich

TLLLR, Reinhold 2019

Zusammensetzung der TS

Lignin-aufschluss

Mech. Aufschluss bzw. Verweilzeit



Ligningehalte: 14...16 % 2,5...3,5 % 7... 9 %
(biologischer Ligninabbau nur durch Pilze unter aeroben Bedingungen)

TLLLR, Reinhold 2019

Was spricht für Stroh ?

- Höhere Vergütung (8ct/kWh statt 6 ct/kWh)
- Reduzierte Substratkosten
- Stroh ist verfügbar
- Stroh bleibt im Kreislauf, kein Verkauft
- Nährstoffe bleiben im Betrieb
- kein anaerober Abbau von Lignin → Humusaufbau
- Stroh kann Sickersaft binden (Ammoniakhemmung)
- Eigene Erntetechnik vorhanden.
- ggf. Zerkleinerungstechnik nötig

Getreidestroh-Silagen für Biogasanlagen geeignet

Gaserträge lassen sich durch Co-Silierung mit Zuckerrüben auf das Niveau von Mais-GPS steigern

- **Stroh – z. B. von Weizen, Gerste oder Mais - lässt sich durch Silierung so aufschließen.**
- **Als Co-Substrat vereinfacht es zudem die Silierung von Zuckerrüben.**
- **Die Gaserträge solcher Mischsilagen reichen an Silomais heran.**

[Projektdatenbank der FNR](#)

Förderkennzeichen [22400715](#)

Mono- oder Mit-Vergärung ?

Strohvergärungseigenschaften

- Lignin-Gehalt (14 ... 16 %) und schwer vergärbare Anteile
 - im anaeroben Bereich nicht umsetzbar → Ausgangsstoff für Humusbildung bleibt erhalten
- Biogasbildung 400 l/kg_{oTS} (Mais 650 l/kg)

Monovergärung erscheint nicht sinnvoll, da:

- hoher TS-Gehalt → Flüssigkeitszufuhr nötig
- geringe Dichte → wenig transportwürdig → regionaler Einsatz
- wenig Mikronährstoffe, langsamer Abbau

Mitvergärung z.B. mit dünner Schweingülle empfohlen

- Menge so das TS im Fermenter < 12 %
- lange Verweilzeit → verbesserte Gasbildung
- Zerkleinerung prüfen (Wasseraufnahme, Abbaubarkeit, ...)



Stroheinsatz -

Welche Verfahren sind sinnvoll?

- Stroh Ernte
 - Ballenpresse (Problem Bindegarn)
 - Kurzschnittladewagen (Transportkapazität)
 - Feldhäcksler
- Stroh mit ins Fahrsilo geben
 - Sickersaft binden, Stroh aufschließen
- Stroh aufbereiten → Kosten u. Gasertrag steigen
Aufbereitungsanforderungen steigen mit Strohanteil
 - Stroh mechanisch aufarbeiten (z.B. Hammermühle)
 - Pellets mit Natronlauge
 - Einmaischen in Gülle
 - Economiser (thermisch vorbehandeln)



Substratkostenvergleich

		Stroh	Mais	Rindergülle
Feldproduktion	€/t _{FM}	0	20	0
Nährstoffe	€/t _{FM}	Kreislauf		
Ernte u. Transport	€/t _{FM}	35	10	1
Lagerung	€/t _{FM}	(25)	10	Tierhaltung
Lagerungs-/Silierverluste		0-2 %	10 %	0 %
Summe	€/t _{FM}	35 (60)	38	1
	€/t oTS	42 (71)	132	13
Methanausbeute	l _{CH4} /kg _{oTS}	210	340	210
Stromertrag	kWh/m ³ _{CH4}	3,8		
Substratkosten	ct/kWh	5,3 (8,9)	10,2	1,6

Ök. Ansatzpunkte zur Strohvergasung

- Finanziell – denkbar, da Strohkosten << Mais
 - **Mais** 38 €/t FM (10 % Silierverlust)
 - → **ca. 10 ct/kWh (Basis Getreidepreis)**
 - **Stroh** 40 ... 70 €/t FM
 - ohne Lager- u. NPK Kosten, ca. 50 €/t oTS
 - → **ca. 5 ... 8 ct/kWh (Basis Kosten)**
 - Prozessstrombedarf (Stroh + x %) beachten
 - Ab EEG 2012
 - 150 d gasdicht (Vorteil, Gasausbeute und Faulraumauslastung)

Wie sollte man Stroh einsetzen ?

- bis 10 % der Fütterungsmenge meist unproblematisch möglich
- Zerkleinerung bei Ernte nutzen
- Effiziente Rührtechnik notwendig. Stroh schwimmt auf, auch wenn es vorher eingeweicht wurde
- Stroh im Fahrsilos fängt Sickersaft auf (Achtung Bindegarn).
- loses Stroh als unterste Schicht ins Fahrsilo geben.

Zusammenfassung

- **Tier- und BGA-Besatz** bestimmen den Anbau und damit die C- Rückführung
- In der Vergärung wird vorrangig **leicht umsetzbarer C abgebaut** → **Humuswirkung von Gärprodukt > WD**
- Gärprodukte sind **Rottemist mit hohem Ammoniumanteil**
- **Rückführung** der Gärprodukte **stärkt Bodenfruchtbarkeit**
- **Gärprodukte** **besitzen bereits ein höheres Humuspotential als WD**
- Änderungen im **Humusgehalt** erfolgen sehr **langsam**
- **Humusbilanzen** sind Entscheidungshilfen
- Die FRAGE: Schadet oder nutzt Strohvergärung der Bodenfruchtbarkeit ? kann nur anhand der betrieblichen Bedingungen beantwortet werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!