Effizienter Einsatz von Gärresten im Ackerbau

Schröter, H.

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena-Zwätzen
Referat Ackerbau und Düngung

„Dünge- und Humuswirkung von Gärresten“
Bösleben, 05. März 2013

Inhalt

- **Problemstellung**
- **Zusammensetzung der Gärreste aus Biogaserzeugung**
- **Wirkung von Biogasgülle auf Ertrag, N-Salden, N-Mineraldüngeräquvalente, N_{min} im Boden**
- **Humusreproduktion**
- **Ausbringetechnik**
- **Fazit und Ausblick**

Problemstellung

- **Starker Anstieg der Biogaserzeugung**
- **Größerer Anfall von Gärresten / Biogasgüllen**
- **Starker Anstieg der Düngemittelpreise**
- **Wirtschaftsdünger als mögliche Alternative**
- **Effizienter und umweltverträglicher Einsatz**

Gärrestanfall in Thüringen (Stand Januar 2012)

- **226 landwirtschaftliche Biogasanlagen**
- **Jahresanfall von Gärresten: 3,5 Mio. m^3**
- **78 % aus Wirtschaftsdünger**
  - **ca. 55 % der flüssigen**
  - **fast 20 % der festen**
- **18 % aus Feldfrüchten (Mais)**
- **4 % aus Bioabfällen**

Gesamt-N-Gehalt, Ammonium-N-Anteil und pH-Wert der Biogassubstrate vor und nach der Vergärung

(Mittel von 57 Biogasanlagen)

	Vor Vergärung	Nach Vergärung
N_t %	0,48	0,42
NH_4-N % von N_t	41	73
pH	6,71	7,90

N-Verlust während der Vergärung: ca.10 %

Wirkung der Biogaserzeugung auf die Gülleeigenschaften **(nach REINHOLD)**

- **physikalische Veränderungen**
  - dünnflüssiger (schnelleres Einsickern, Ablaufen von den Pflanzen)→ reduzierte N-Verluste
- **Umwelteffekte**
  - CO_2-Emissionsvermeidung (Energieaspekt)
  - geringere Schadstoffemission
  - Geruchsabbau
  - Hygienisierung
  - Unkrautsamenvernichtung

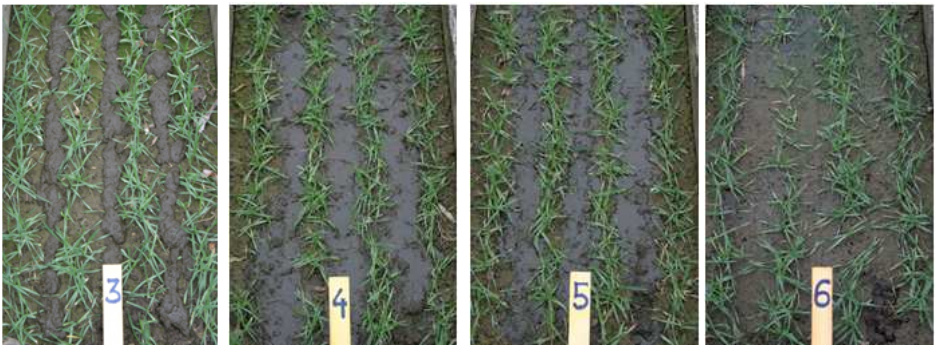
Zusammensetzung der verwendeten Gärreste **(Mittelwerte)**

Parameter	RG-roh	RG-verg.	GR-SLR	RG-roh	RG-verg.	BGG-NAWARO	BGG-SG
	Feldversuch Bad Salzungen			Mikroparzellenversuch Jena Feldversuch Dornburg			
TS %	10,5	6,5	3,6	10,1	5,8	12,0	2,8
N_t %	0,40	0,38	0,50	0,42	0,30	0,79	0,45
NH_4-N	0,21	0,26	0,42	0,21	0,19	0,51	0,40
NH_4-N % N_t	52	68	85	50	63	65	89
pH-Wert	6,6	7,6	7,9	6,8	7,6	7,7	7,9
P %	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,12	0,04
K %	0,27	0,27	0,18	0,33	0,29	0,60	0,29

Winterweizen im Mikroparzellenversuch **Jena-Zwätzen**

- 4 Böden Löß, Gneis, Muschelkalk, Buntsandstein
- Fruchtfolge 2007 Silomais 2010: Fu-Roggen/Silomais
  2008: Fu-Roggen/Silomais 2011: Winterweizen
  2009: Winterweizen

Gülle- und Gärrestdüngung im Mikroparzellenversuch
Jena-Zwätzen, 16.03.2009



Ri-Gülle roh 10% TS	Ri-Gülle vergoren 5,8% TS	BBG-Nawaro vergoren 12% TS	S-Gülle vergoren 2,8% TS

N-MDÄ (ME) Gärreste im Kleinparzellenversuch 2007 -2011
6 Versuchsernten; vier Böden: Löß, Gneis, Muschelkalk, Buntsandstein

PG	Mittel	Min	Max
2 miner. N	100	-	-
3 RG - roh	57	38	76
4 RG - verg.	72	58	87
5 BGG - NAWARO	60	26	87
6 BGG - SG	92	68	113
7 PG5+Piadin	63	35	84
8 PG6+Piadin	98	54	126

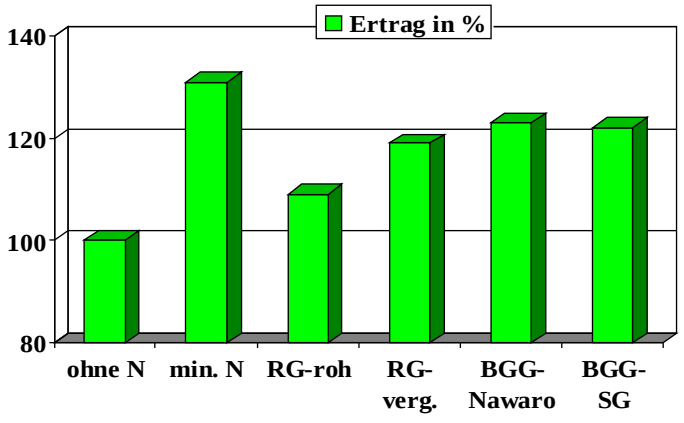
Feldversuche zur Ermittlung von Ertragswirkung und N-MDÄ von Gärresten **(Dornburg, Bad Salzungen)**

Dornburg	Bad Salzungen
Lößparabraunerde Lö1c auf Muschelkalkverwitterung	**Braunerde V4a auf Buntsandsteinverwitterung**
stark toniger Schluff Az 70 260 m ü. NN 8,3° C 584 mm Niederschlag	**lehmiger Sand Az 32 280 m ü. NN 7,7° C 566 mm Niederschlag**
Mineral. N-Düngung als KAS (0/50/75/100% des N-Bedarfs) Org. N-Düng.: 100% N-Bedarf (+ 0 / 25 / 50 % als KAS) 1 Rindergülle, 3 Gärreste insgesamt 16 Prüfglieder	**Mineral. N-Düngung als KAS (0/60/100/140% des N-Bedarfs) Org. N-Düng.: 100% N-Bedarf (+ 0 / 40 % als KAS) 1 Rindergülle, 2 Gärreste insgesamt 10 Prüfglieder**
Fruchtfolge: 2009 Silomais 2010 Winterweizen 2011 Wintergerste	

Gärreste-Versuch in VST Dornburg, **Wintergerste 2011**

N-MDÄ Düngewirkung im Feldversuch
Silomais, Dornburg 2009

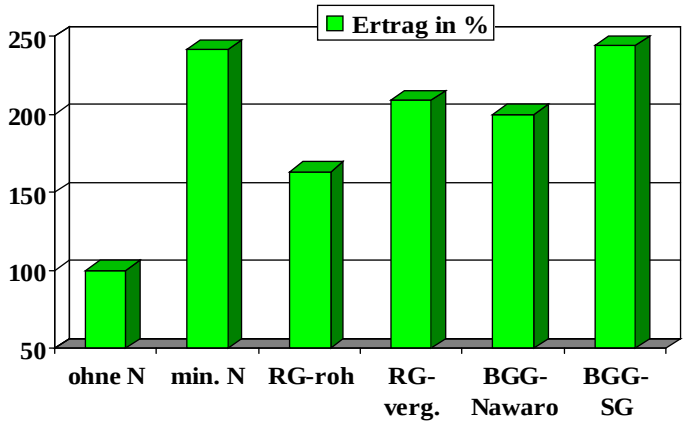
N-Düngung: 160 kg N/ha



www.thueringen.de/de/tll

N-MDÄ Düngewirkung im Feldversuch
Winterweizen, Dornburg 2010

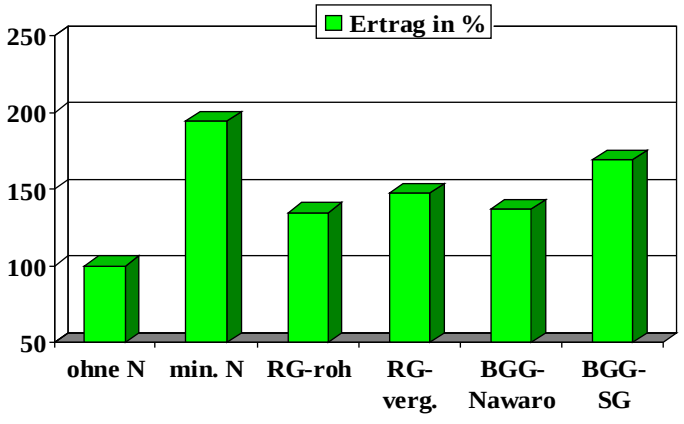
N-Düngung: 150 kg N/ha



www.thueringen.de/de/tll

N-MDÄ Düngewirkung im Feldversuch
Wintergerste, Dornburg 2011

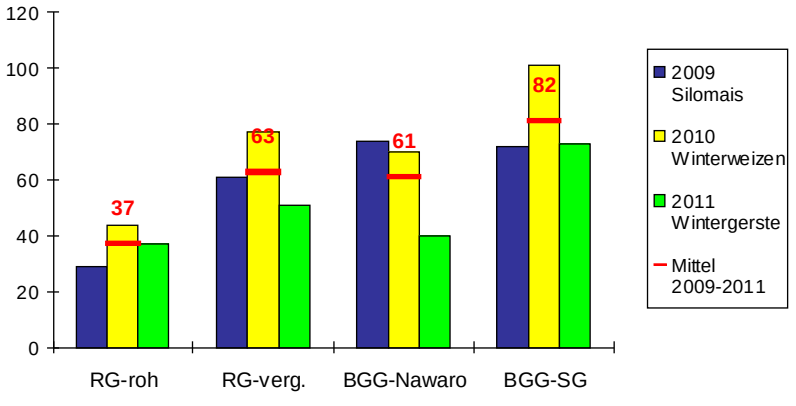
N-Düngung: 140 kg N/ha



Jährliche und mittlere N-MDÄ, **Dornburg 2009-20011**

PG	Silomais 2009	Wi-Weizen 2010	Wi-Gerste 2011	Mittel 2009-2011
miner. N	100	100	100	100
RG-roh	29	44	37	37
RG-verg.	61	77	51	63
BGG-Nawaro	74	70	40	61
BGG-SG	72	101	73	82

Jährliche und mittlere N-MDÄ, **Dornburg 2009-20011**

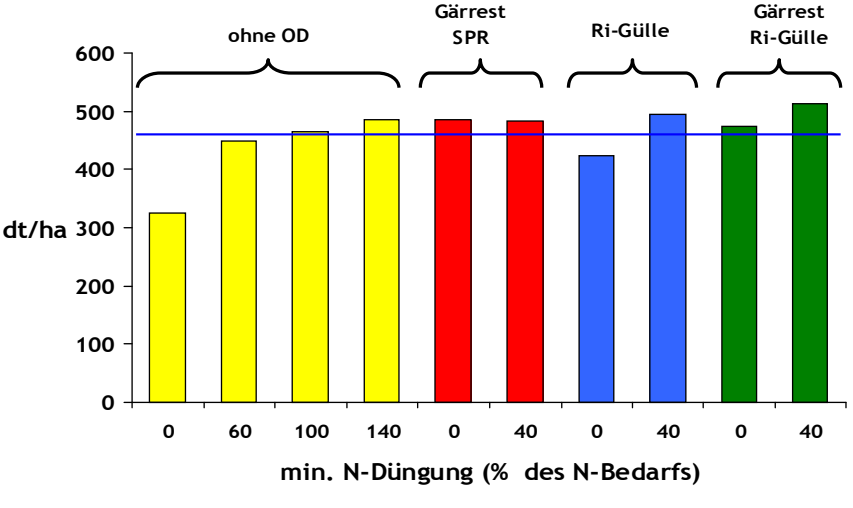


N-Salden im Gärreste-Versuch, **Dornburg**

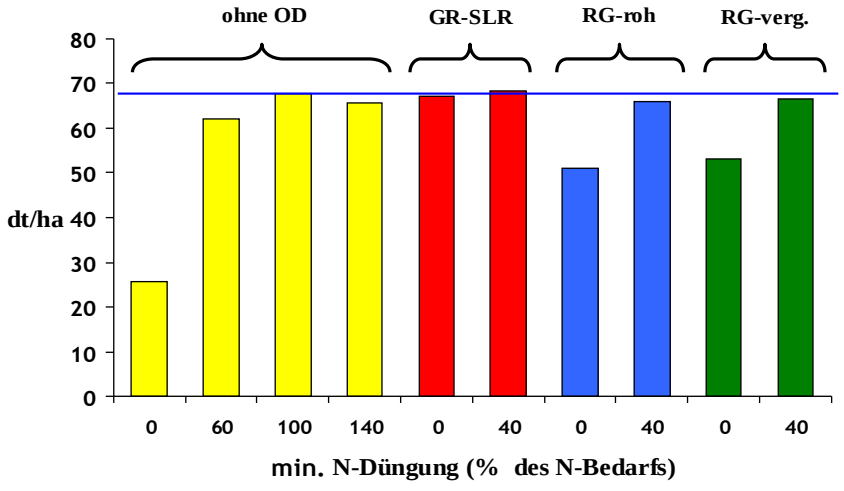
	2009	2010	2011	Mittel	Summe
kg N/ha	160	150	140	150	450
ohne N	- 113	- 72	- 62	- 82	- 247
miner. N	- 67	- 49	- 25	- 47	- 141
RG-roh	25	33	49	36	107
RG-verg.	- 3	- 10	37	8	25
RG-Nawa	- 11	2	45	12	37
RG-SG	- 50	- 48	7	- 30	- 91

Gärreste-Versuch in VST Bad Salzungen, **Wintergerste 2011**

Kornertrag Silomais in Abhängigkeit von org. und min. N-Düngung **(Bad Salzungen, 2009)**

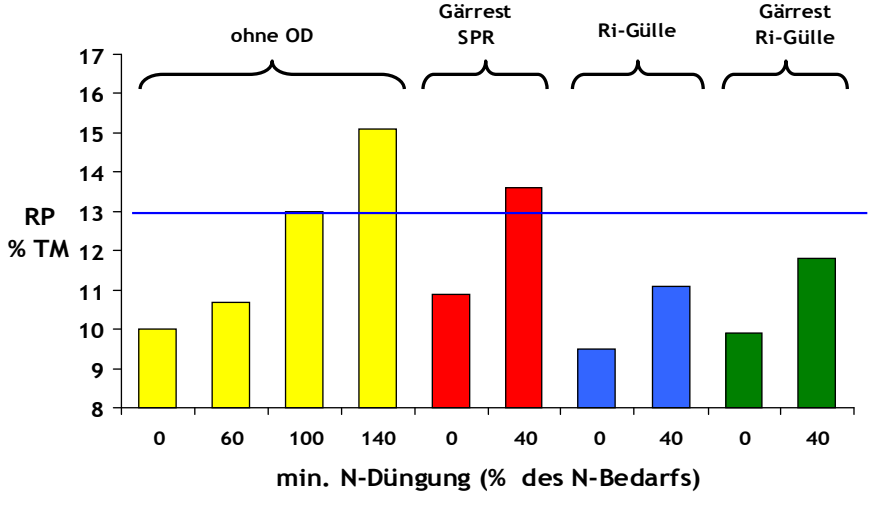


Kornertrag Winterweizen in Abhängigkeit von org. und min. N-Düngung **(Bad Salzungen, 2010)**



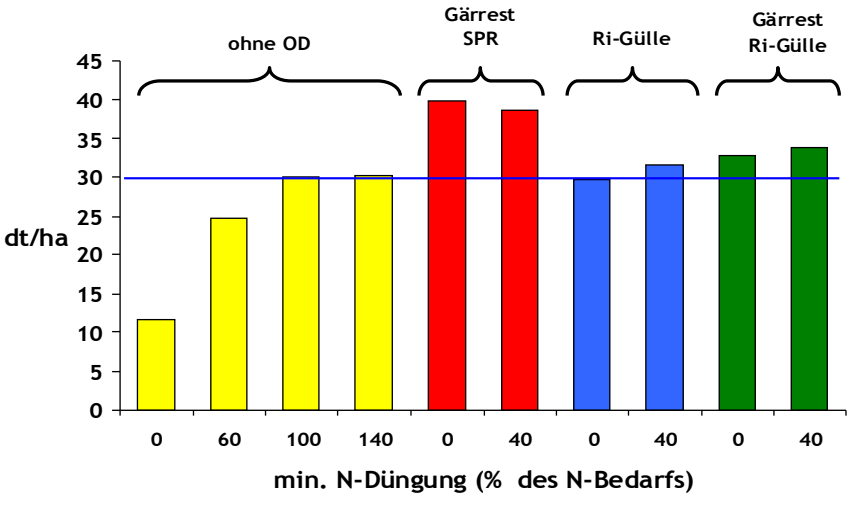
www.thueringen.de/de/tll

Rohproteingehalt Winterweizen in Abhängigkeit von org. und min. N-Düngung **(Bad Salzungen, 2010)**



www.thueringen.de/de/tll

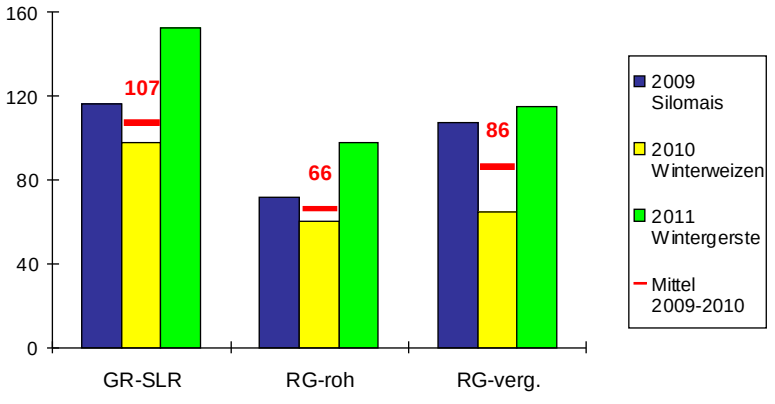
Kornertrag Wintergerste in Abhängigkeit von org. und min. N-Düngung **(Bad Salzungen, 2011)**



Jährliche mittlere N-MDÄ, **Bad Salzungen 2009-20011**
(Mittel ohne Trockenjahr 20011, sehr niedriger Ertrag)

PG	Silomais 2009	Wi-Weizen 2010	Wi-Gerste 2011	Mittel 2009-2010
miner. N	100	100	100	100
GR-SLR	116	98	153	107
RG-roh	72	60	98	66
RG-verg.	107	65	115	86

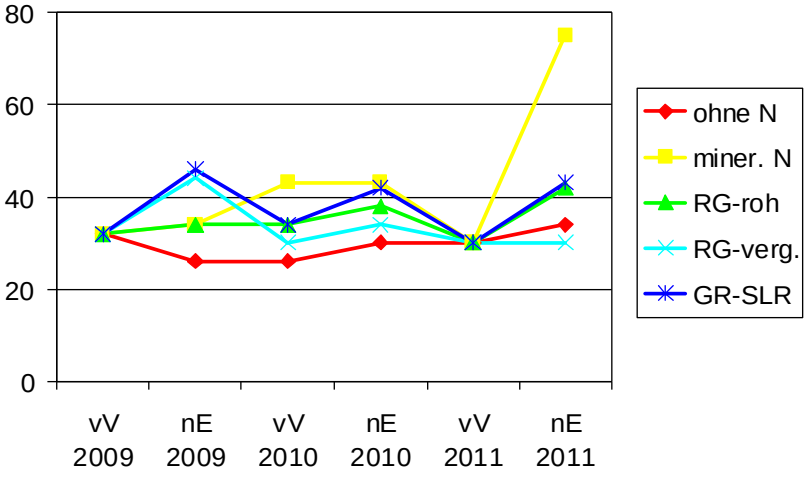
Jährliche mittlere N-MDÄ, **Bad Salzungen 2009-20011**
(Mittel ohne Trockenjahr 20011, sehr niedriger Ertrag)



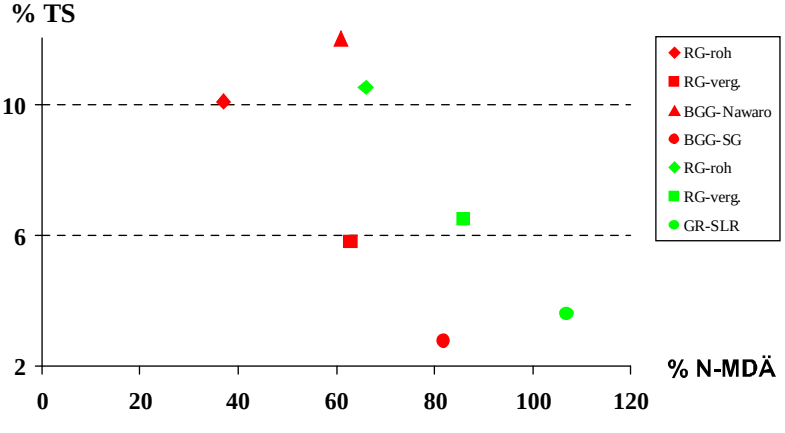
N-Salden im Gärreste-Versuch, **Bad Salzungen**

	2009	2010	2011	Mittel	Summe
kg N/ha	160	160	130	150	450
ohne N	- 93	- 41	- 17	- 51	-152
miner. N	- 11	19	66	25	74
GR-SLR	- 27	42	50	22	65
RG-roh	27	82	87	65	196
RG-verg.	10	76	80	55	166

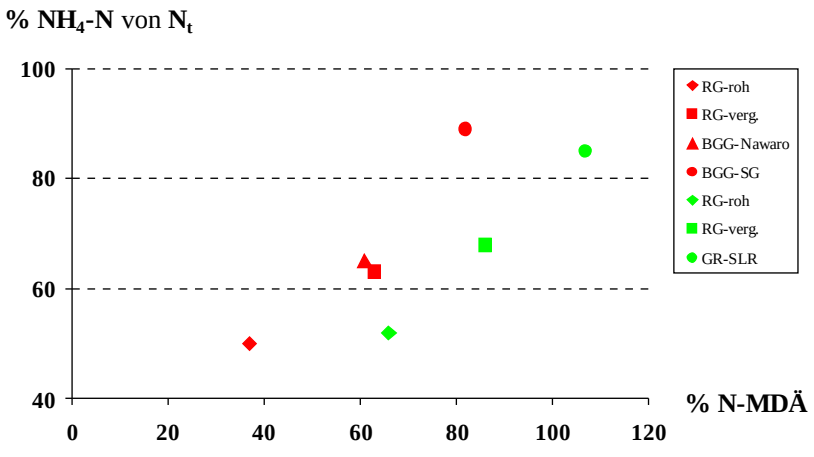
N_{min} im Boden (kg N/ha), **Bad Salzungen**



Einfluß des TS-Gehaltes auf N-MDÄ



Einfluß des NH_4-N-Anteils auf N-MDÄ



Ausbringungskalender, m³/ha

Empfohlene Ausbringzeiten und -mengen an flüssigen org. Düngern (m³/ha)

Früchte	Empfohlene max. Menge*) m³/ha u. Jahr	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Silomais, Körnermais	60										20-40	20-20[1]	
Futterrüben	50									20-50			
Kartoffeln	30									20-30			
Winterraps	50		20							20-40			
Winterweizen, Triticale	60									20-60[2]			
Wintergerste	50		20							20-40			
Sommerweizen	50									20-50[2]			
So-Gerste (Futter), Hafer	25									20-25			
Kleegras	45	15-25[3]								15-25			15-25
Feldfutter (Hauptfr., ohne Legum.)	80	20-25		20-25[3]						20-40			20-25
Zwischenfrucht[4]	20	20											
Zwischenfrucht abgefahren	40	15-25								15-25			
Getreidestroh[5]	20	20											
Grünland	80	15-25[6]		15-25[6]						15-25[6]		15-25[6]	

*) Die empfohlene Aufwandmenge pro ha und Jahr gilt für ein Ertragniveau von z. B. 60 dt/ha Weizen.

1) bis 6): Nebenstehende Hinweise zur Ausbringung beachten:

1) Zwischen die Reihen einarbeiten
2) Zweimalige Gabe möglich
3) Nur bei überwinternden Pflanzenbeständen
4) Zwi-frucht überwintern oder möglichst spät einarbeiten
5) Strohdüngung ohne Zwi-frucht meist nicht empfehlenswert
6) Einzelgabe von 25 m³/ha und max. Gesamtgülleme nge bei intensiver Bewirtschaftung

Empfohlene Ausbringzeit bei durchschn. Standortbedingungen

15-25 Empfohlene Menge (m³/ha) an flüssigen org. Düngern mit 3,4 kg Ges.-N/m³ ohne Berücksichtigung von NH_4-Verlusten nach der Ausbringung

Ausbringverbot von 01. Nov. bis 31. Jan.; bei Grünland vom 15. Nov. bis 31. Jan.

LfL Agrarökologie - Düngung

Dr. Wendland / Heigl

Ausbringungskalender, kg NH_4-N/ha

Freistaat Thüringen – Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Empfohlene Ausbringzeiten und Ammoniummengen (NH_4-N) an flüssigen org. Düngern

Früchte	Maximale NH_4-N-Menge pro ha u. Jahr	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Silomais, Körnermais	100										50-100		35-50[1]
Futterrüben	85									35-85			
Kartoffeln	50									35-50			
Winterraps	85		35							35-70			
Winterweizen, Triticale	100									35-100[2]			
Wintergerste	85		35							35-70			
Sommerweizen	85									35-85[3]			
So-Gerste (Futter), Hafer	45									35-45			
Kleegras	75	25-45[4]								25-45			25-45
Feldfutter (Hauptfr., ohne Legum.)	135	35-45		35-45[5]						35-70			35-45
Zwischenfrucht[6]	35	35											
Zwischenfrucht abgefahren	70	25-45								25-45			
Getreidestroh[5]	35	35											
Grünland	135	25-45[3]			25-45[3]					25-45[3]			25-45[3]

*) Die empfohlene Aufwandmenge pro ha und Jahr gilt für ein Ertragsniveau von z. B. 80 dt/ha Weizen.

1) bis 7): Nebenstehende Hinweise zur Ausbringung beachten!
1) Zwischen die Reihen einarbeiten
2) Zweimalige Gabe möglich
3) Nur bei überwinternden Pflanzenbeständen
4) Zwischenfrucht überwintern oder möglichst spät einarbeiten
5) Strohdüngung ohne Zwischenfrucht meist nicht empfehlenswert
6) Einzelgabe von 45 Ammonium-N/ha und max. Gesamtgülleme nge nur bei intensiver Bewirtschaftung

Empfohlene Ausbringzeit bei durchschn. Standortbedingungen
25-45 Empfohlene Menge (kg NH_4-N/ha) ohne Berücksichtigung von NH_3-Verlusten nach der Ausbringung
Ausbringverbot vom 01. Nov. bis 31. Jan.; bei Grünland vom 15. Nov. bis 31. Jan.

LfL Agrarökologie - Düngung

Dr. Wendland / Heigl

www.thueringen.de/de/tll

Nährstoffwirkung von Biogasgärresten
(LfL, nach Lichti, F.)

Freistaat Thüringen – Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

- MDÄ bez. TM-Ertrag, N-Düngung nach NH_4-N-Gehalt
- Rindergülle: ca. 45…60…75 %
  - separiert flüssig 50…95 %
  - Separiert fest 30…60 %
- Gärreste: von 70 …75…85 %

www.thueringen.de/de/tll

Zusammensetzung von Gärresten
(Substratdatenblatt Mumday, Zorn, Reinhold; 2012)

Parameter	Mittelwert	s in %	kg/ m³ FM	kg mit 40 m³ FM
TS	5,8 % in FM	29	58	
Corg	2,28 % in FM	33	23	
Nt	0,428 % in FM	22	4,3	172
davon NH4-N	69,0 %	21	3,0	120
P	0,08 % in FM	33	0,8	32
K	0,307 % in FM	27	3,1	124
Mg	0,063 % in FM	33	0,6	24
S	0,039 % in FM	34	0,4	
pH	7,71	3	--	
Zn	620 mg/kg TM	115	36 g/m³ FM	
Cu	394 mg/kg TM	92	23 g/m³ FM	

Düngewert, einfache ökonomische Bewertung

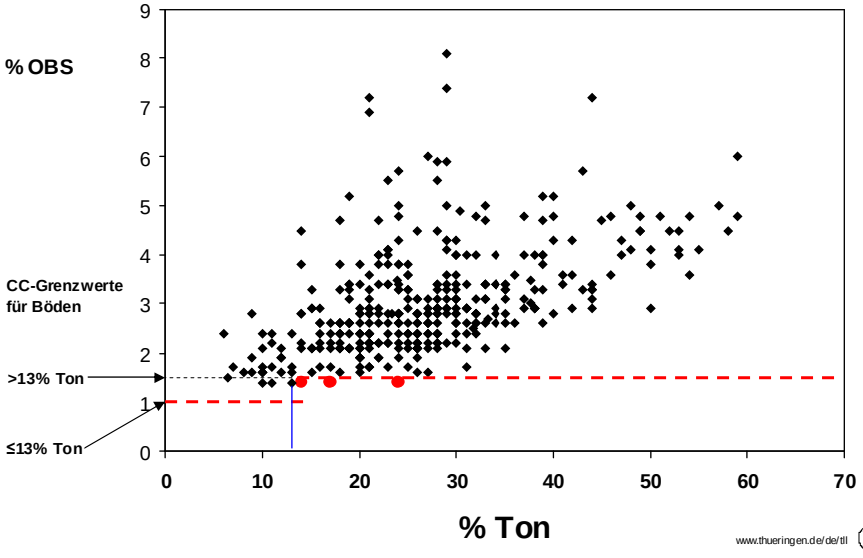
- Reinnährstoffpreise
  - N (z.B. KAS) 1,00 €
  - P (z.B. TSP) 2,00 €
  - K (z.B. K60) 0,80 €
- Ausbrigungskosten
  - 3,40 € / m³
- Reinnährstoffwert/m³
  - 4 kg N 4,00 €
  - 1 kg P 2,00 €
  - 3 kg K 2,40 €
- Wertsumme 8,40 €
- Minus 3,40 €
- Düngewert: 5 €/m³

Humusgehalte Thüringer Böden aus Sicht der Bodenfruchtbarkeit

- C_{org} * 1,724 = Humusgehalt (Org. Bodensubstanz)
- Bewertung:
  - cross compliance (Grenzwerte für OBS-Gehalte in Abhängigkeit vom Ton-Gehalt
  - fachlich (Vortrag: Prof. Körschens)
- Änderungen des OBS-Gehaltes sehr langfristig messbar
- Wirkung der Humusbilanz auf den Humusgehalt sehr langfristig messbar

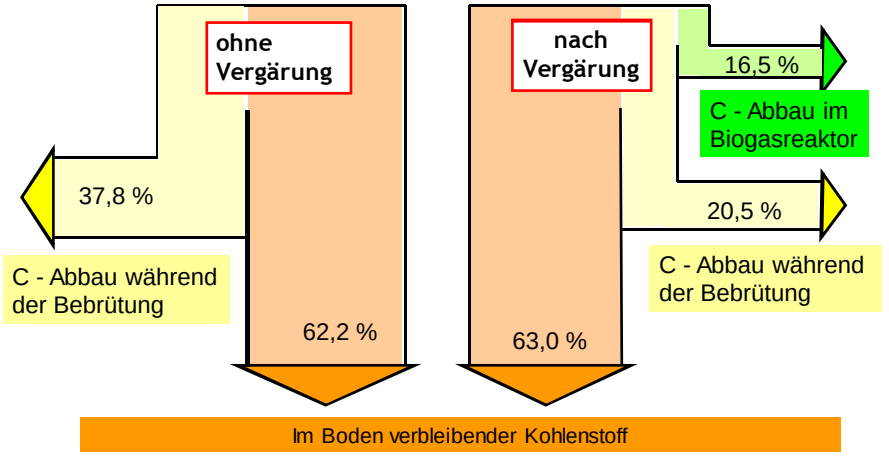
Humusgehalte Thüringer Ackerböden in Abhängigkeit vom Tongehalt

383 Nährstoffdynamiktestflächen 0 – 20 cm Tiefe (2008)



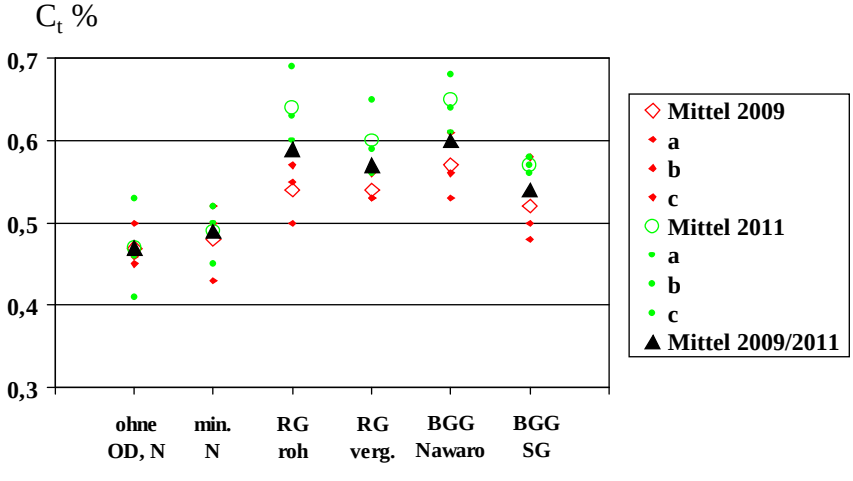
Kohlenstoffabbau durch Biogasprozess

C-Abbau von vergorener und unvergorener Gülle im Brutversuch
(REINHOLD, 1988)

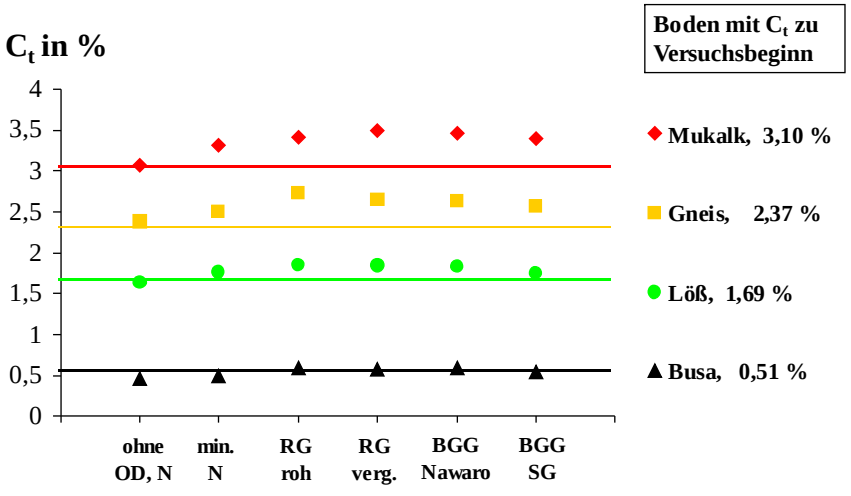


C_t-Gehalt Kahla-Buntsandstein, Einzelwerte

C_t zu Versuchsbeginn: 0,51 %



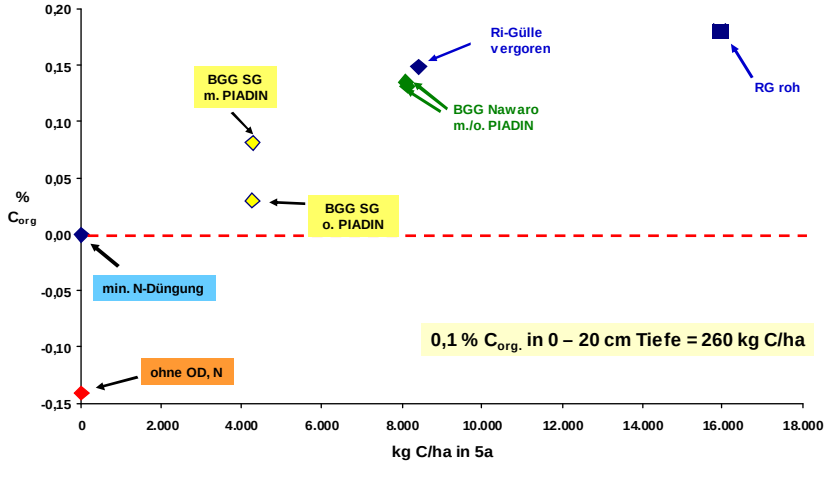
Änderungen des C_t-Gehaltes im Boden nach 5-jähriger OD (Kleinparzellenversuch, Jena)



www.thueringen.de/de/tll

Änderung des Corg-Gehaltes im Boden in Abhängigkeit von der C-Fracht

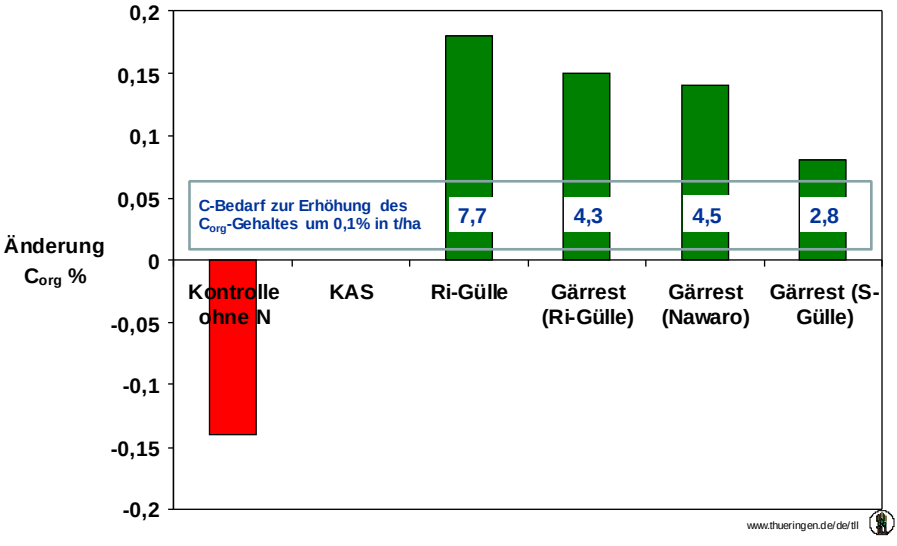
(Kastenparzellenversuch Jena-Zwätzen nach 5 Jahren Laufzeit, Mittel von 4 Böden)



anbauspezifische Änderung des Humusvorrates: -2000 kg Humus-C/ha (untere Werte)
(nach VDLUFA) 2007 - 2011 -2880 kg Humus-C/ha (obere Werte)

www.thueringen.de/de/tll

Änderung des C_{org}-Gehaltes durch differenzierte Düngung 2007 – 2011 (Mikroparzellenversuch Jena-Zwätzen, Mittel von 4 Böden)



www.thueringen.de/de/tll

Änderung des C_{org}-Gehaltes durch differenzierte Düngung 2009 – 2012 (Gärrestversuche Bad Salzungen und Dornburg)

Bad Salzungen	
Variante	$C_{org.}$ %
ohne org. Düngung	0,79 0,81
Gärrest SPR Gärrest SPR + KAS	0,83 0,82
Ri-Gülle Ri-Gülle + KAS	0,89 0,94
Gärrest (Ri-Gülle) Gärrest (Ri-Gülle) + KAS	0,88 0,93

Dornburg	
Variante	$C_{org.}$ %
ohne org. Düngung	1,25
Ri-Gülle	1,30
Gärrest (Ri-Gülle)	1,29
Gärrest Nawaro	1,30
Gärrest (S-Gülle, Nawaro)	1,29

KAS erhöht C_{org}-Gehalt bei OD

KAS: keine Wirkung auf C_{org}-Gehalt

www.thueringen.de/de/tll

pH-Werte des Bodens, Dauerdüngungsversuch
Bad Salzungen

Prüfglied	vor Anlage	09/2009	08/2010	07/2011
ohne N	5,6	5,6	5,7	5,7
miner. N	5,6	5,3	5,3	5,3
GR-SLR	5,7	5,5	5,5	5,6
RG-roh	5,5	5,7	5,7	5,8
RG-verg.	5,5	5,7	5,7	5,8

Gülleausbringung in den Feldversuchen ab 2009

Gülletechnik zur Gärrestausbringung

- Höhere Anforderungen des Gesetzgebers an Ausbringetechnik
- Pflanzenbauliche, betriebswirtschaftliche und umweltrelevante Vorteile einer streifenweisen Gärrestablage
- Erste Variante - Schleppschlauchverteiler
  - Ständige Weiterentwicklungen: Gestängeführung, Arbeitsbreite, Aufteilung des Güllestromes, Hangtauglichkeit, Verstopfungsgefahr u.ä.
- Schleppschlauchverteiler ideal für stehende Getreidebestände, geeignet auch für Grünlandflächen

Gülletechnik zur Gärrestausbringung

- Höhere Anforderungen des Gesetzgebers an Ausbringetechnik
- Pflanzenbauliche, betriebswirtschaftliche und umweltrelevante Vorteile einer streifenweisen Gärrestablage
- Weitere Variante – Schleppschuhverteiler
- Ablage in und auf obersten Bodenbereich
- Vielseitig einsetzbar – nahezu von allen Herstellern angeboten
- Gute Lösung im Hinblick auf Emissionsminderung, Verteilgenauigkeit und Betriebssicherheit
- Anstelle von Kufen
  - Scheiben zur Bodenöffnung – Schlitzgerät
- Insbesondere auf Grünland etwas tiefere und emissionsärmere Gülleablage in den Boden

Gülletechnik zur Gärrestausbringung

- Höhere Anforderungen des Gesetzgebers an Ausbringetechnik
- Pflanzenbauliche, betriebswirtschaftliche und umweltrelevante Vorteile einer streifenweisen Gärrestablage
- **Weitere Varianten – Selbstfahrer mit Injektoren**
- Verringerung der Geruchs- und Ammoniakfreisetzung um 90 %
- Vor allem vor der Maisaussaat
- Im Herbst auf Stoppelacker nur eingeschränkt, bei Zwischenfrucht bzw. bei Bedarf vor frühen Wintersaaten

Gülletechnik zur Gärrestausbringung

- Höhere Anforderungen des Gesetzgebers an Ausbringetechnik
- Pflanzenbauliche, betriebswirtschaftliche und umweltrelevante Vorteile einer streifenweisen Gärrestablage
- **Weitere Varianten – Geräte zu Gülleunterfußdüngung von Mais**
- Einsatz auf bewachsenen oder unbewachsenen Ackerflächen
- Gärrestbänder in 75 cm Abstand, in Tiefe von 10 bis 20 cm
- Je nach Bodenart und Witterung Stunden bzw. 2-3 Wochen vor Maisaussaat
- Bisher gute Erfahrungen
- Erkenntnisse insbesondere im Hinblick auf Ablagetiefe und Gabensplittung im Zusammenhang mit Bodenart und Gärresteigenschaften vertiefen

Fazit

- Gärreste aus der Biogaserzeugung können entsprechend dem betrieblichen Nährstoffbedarf gut im Ackerbau verwertet werden.
- Das N-Mineraldüngeräquivalent der Gärreste korreliert mit dem Ammoniumgehalt (Anteil NH_4-N an N_t) und dem TS-Gehalt.
- N-MDÄ für Rohgüllen: 30 bis 60 %
- N-MDÄ für BGG/Gärreste: 50 bis 90 (100) %
- Zur Düngeplanung sind regelmäßig Gärrestanalysen durchzuführen (auch NH_4-N-Gehalt).
- Der P- und K-Gehalt der Gärreste ist mittelfristig zu 100% pflanzenverfügbar. Deshalb sollten Gärreste gezielt auch auf Flächen mit P- und K-Düngebedarf eingesetzt werden.
- Gärrest mit hohem Ammoniumanteil können im verstärktem Maße mineralische N-Dünger ersetzen
- Bestimmungen der Düngeverordnung einhalten!

Einhaltung der Düngeverordnung

- zeitlich und mengenmäßig optimierter Einsatz zu Kulturen mit entsprechendem N-Bedarf
- Düngebedarf der Kulturen ist festzustellen (z.B. SBA, Anrechnung von N_{min} und N-Nachlieferung), für P ist spätestens alle 6 Jahre BU durchzuführen
- Keine Ausbringung, wenn Boden überschwemmt, wassergesättigt, gefroren oder durchgängig mehr mit als 5 cm Schnee bedeckt ist
- Vermeidung von direkten Einträgen in oberirdische Gewässer (Mindestabstände zur Böschungsoberkante, Art der Ausbringtechnik, Neigung des Geländes)
- Ausbringung auf unbestelltes Ackerland
  - Unverzügliche Einarbeitung – Zeitraum von 4 Stunden einhalten !
- Sperrfristen beachten
  - AL: 01. November bis 31. Januar
  - GL: 15. November bis 31. Januar
- Maximal 170 kg N/ha aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft, bis jetzt im Gärrest nur dieser Anteil angerechnet

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit