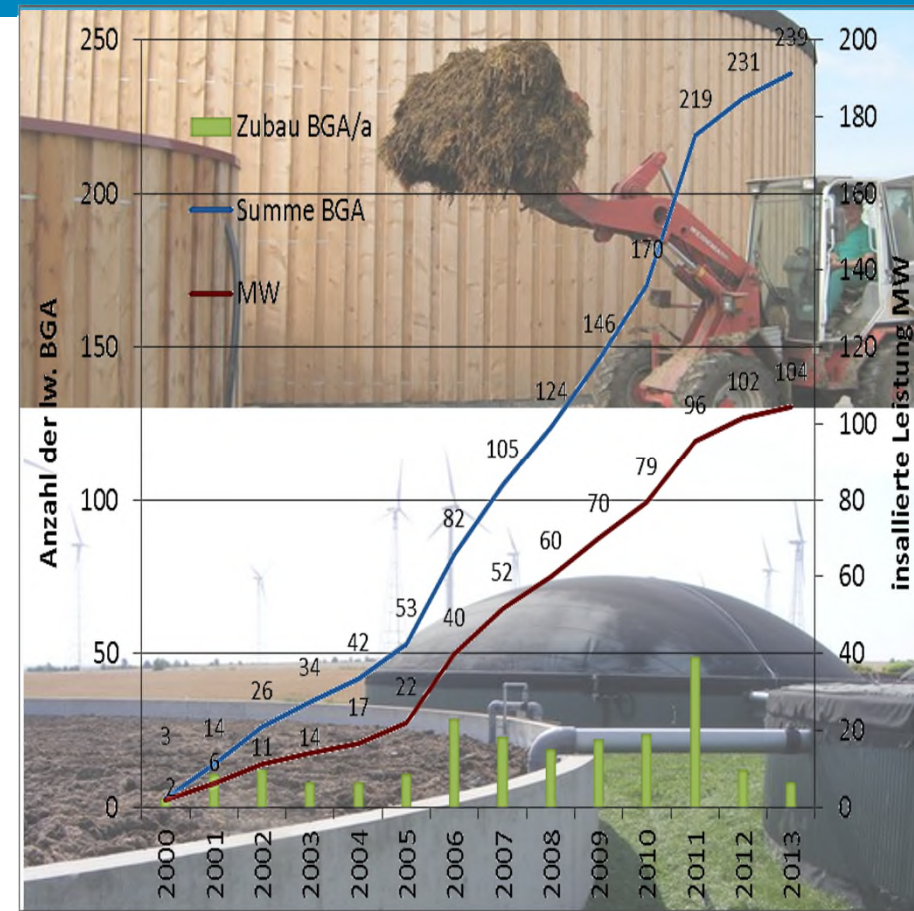


Besondere Eigenschaften verschiedener Gülle- und Festmist- arten bei der Vergärung

FNR Tagung

25. September 2014, Oldenburg

G. Reinhold,
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Naumburger Str. 98, 07743 Jena
gerd.reinhold@tll.thueringen.de



Agenda

- **Einsatz** von Wirtschaftsdünger
- **Inhaltsstoffe und Eigenschaften** von Wirtschaftsdünger
- **Wirtschaftsdüngerwert** und dessen Ermittlung
- Wirkung auf die **Verfahrenstechnik und Ökonomie**
 - Prozesswärmebedarf, Verweilzeit und Belastung sowie GRL
 - Anlagengröße, Investitionen und Betriebskosten
- **Schlussfolgerungen**



Vor- und Nachteile des Gülleinsatzes in BGA

Vorteile:

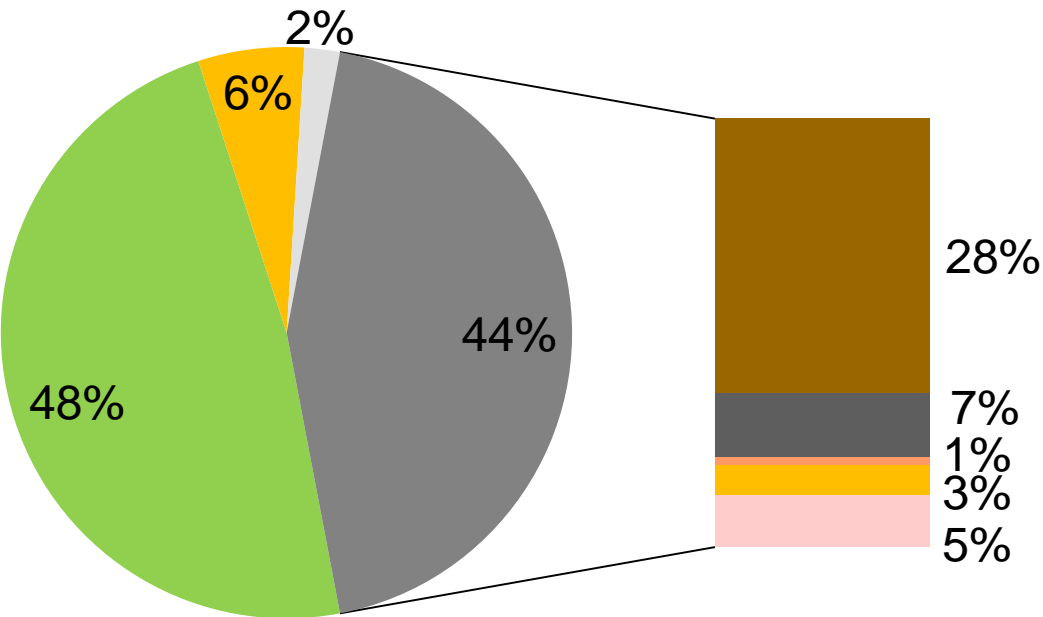
- Zufuhr Methanbakterien und Mikronährstoffe
- Kostenfrei + Güllebonus
- Ersatz von Fläche
- Hydraulik im Fermenter
- Ammonifizierung
- Geruchsverminderung
- Hygienisierung d. Gülle

Nachteile:

- Geringer TS-Gehalt
- Aufheizbedarf steigt
- Vergrößerung des Faulraums (Invest)
- Verweilzeitverkürzung
- 150 d gasdichte Gärrestlager
- Vergrößerung der GRL
- Bürokratie (Gutachter)

Substrateinsatz in den BGA

Quelle: DBFZ Betreiberbefragung 2014



- NAWARO
- Iw. Reststoffe
- Kommunaler Bioabfall
- Wirtschaftsdünger
- Rindergülle (64%)
- Schweinegülle (15%)
- HTK (2%)
- Stallmist (3%)
- nicht spezifiziert (WD 12%)

installierte el. Anlagenleistung ¹ [kW _{el}]	NawaRo [%]	Exkreme[n]te [%]
≤ 70	16	83
71 - 150	34	65
151 - 500	45	53
501 - 1 000	51	40
> 1 000	50	32

Substrateinsatz in den Bundesländern (Quelle: EEG Monitoring 2011)

	Gülle (%)	NawaRo (%)	industr./ landw. Reststoffe (%)	berücksichtigte Rückmeldungen (Anzahl)
Niedersachsen	34,1	65	0,8	116
Rheinland-Pfalz	40,8	59,2	0	26
Baden-Württemberg	41,1	58,5	0,4	72
Bayern	45,3	54,6	0,2	238
Nordrhein-Westfalen	45,3	53,8	0,9	60
Mecklenburg-Vorpommern	49,1	50,9	0	23
Hessen	51,3	47,4	1,3	25
Brandenburg	51,9	46,7	1,3	26
Sachsen	73,4	26,4	0,2	46
Thüringen	77,4	22,2	0,4	39
Deutschland*	46,8	52,8	0,5	724

*inkl. Stadtstaaten, Saarland, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein

Voraussetzungen für den Wirtschaftsdüngereinsatz

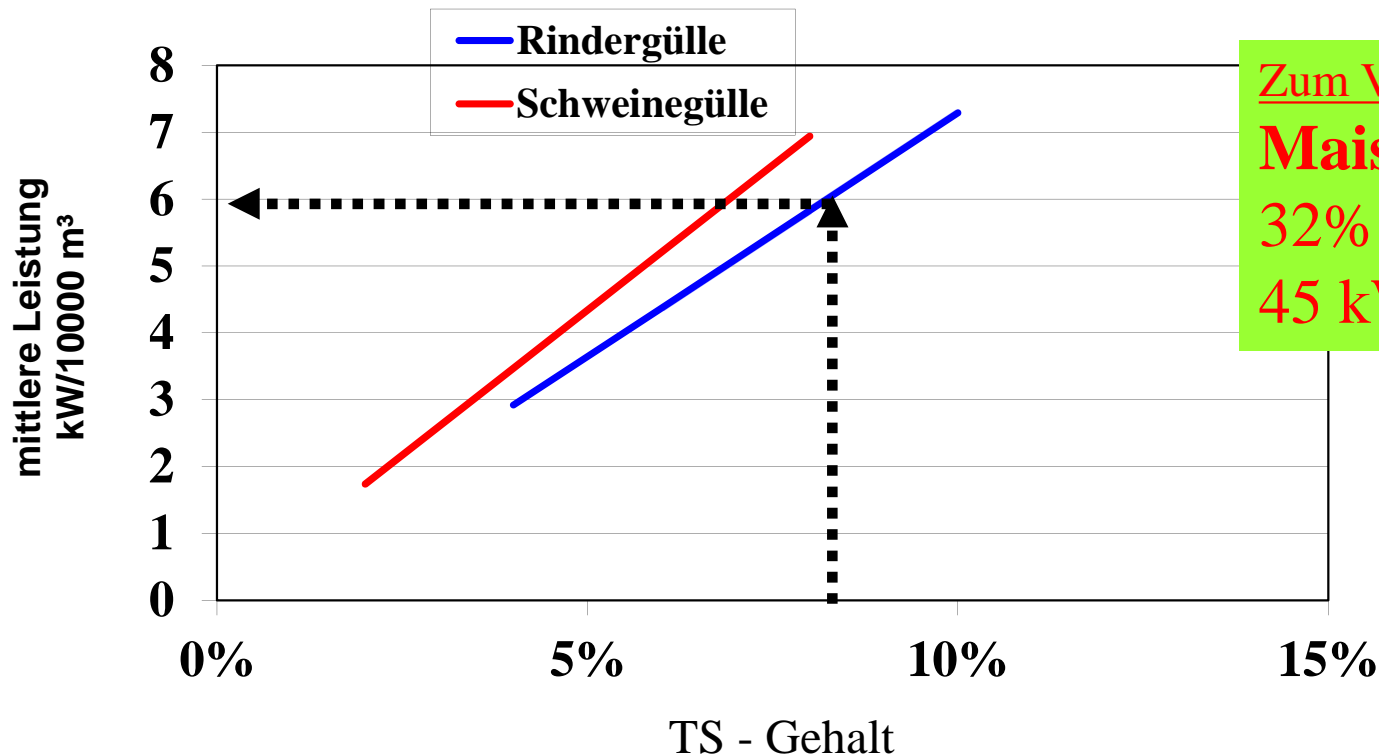
- BGA steht neben große Stallanlagen
 - Gülle ist pumpbar, kein mobiler Gülletransport
- Verwertbarkeit der Gülle-Nährstoffe
 - BGA übernimmt sonst das Verwertungsproblem
 - geringerer Gülleinsatz in Nährstoffüberschussregion
- Keine Forderung nach 150 Tagen Verweilzeit
 - Auch 100 % Gülle ist verfahrenstechnisch problematisch
 - Kleine Gülleanlage 75 kW ökonomisch schwierig
- Keine hohen Forderungen nach Wärmeverwertung
- Verfügbarkeit von einfachen und kostengünstigen Stallmistaufbereitungsverfahren

Wirkungen des EEG 2012/14

- Größere BGA bevorteilt **weniger Gülle**
 - Gülle zur Prozessstabilisierung (5 %)
- 150 d Verweilzeit gasdicht **weniger Gülle**
 - Maisanlage 100...150 d Verweilzeit
 - Gülleanlage 50 d Verweilzeit
- 60 % Wärmenutzung **weniger Gülle**
 - da mehr Prozesswärmebedarf
 - Transportaufwand der Gülle zur Wärmesenke
 - 60 % Gülleanteil oft nur erreichbar durch Gülletransport
- **Kleine Gülleanlage** Investhöhe ? Wirkungsgrad ?
 - Erleichterungen im EEG 2014 (Stallmisteinsatz)

Monovergärung von Gülle

realisierbare Leistung aus 1000 m³ Gülle in
Abhängigkeit vom TS Gehalt



Zum Vergleich:

Mais

32% TS

45 kW/1000 t

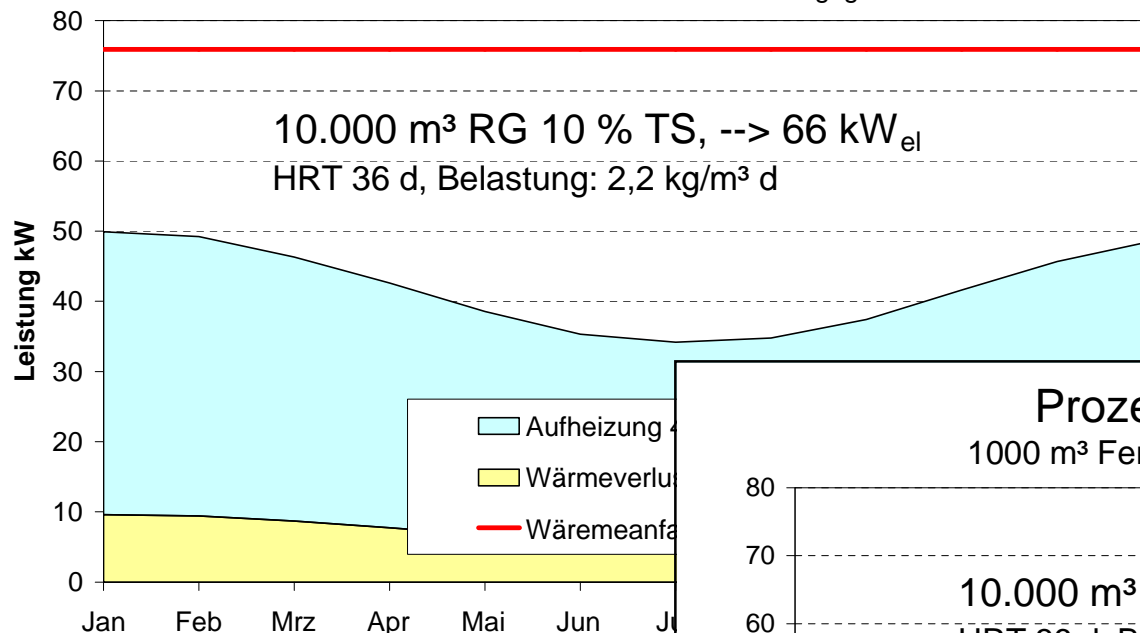
□ ca. 5...7 kW/1000 m³

TS- und Fettsäure-Gehalt sind entscheidend

Rindergülle Monovergärung

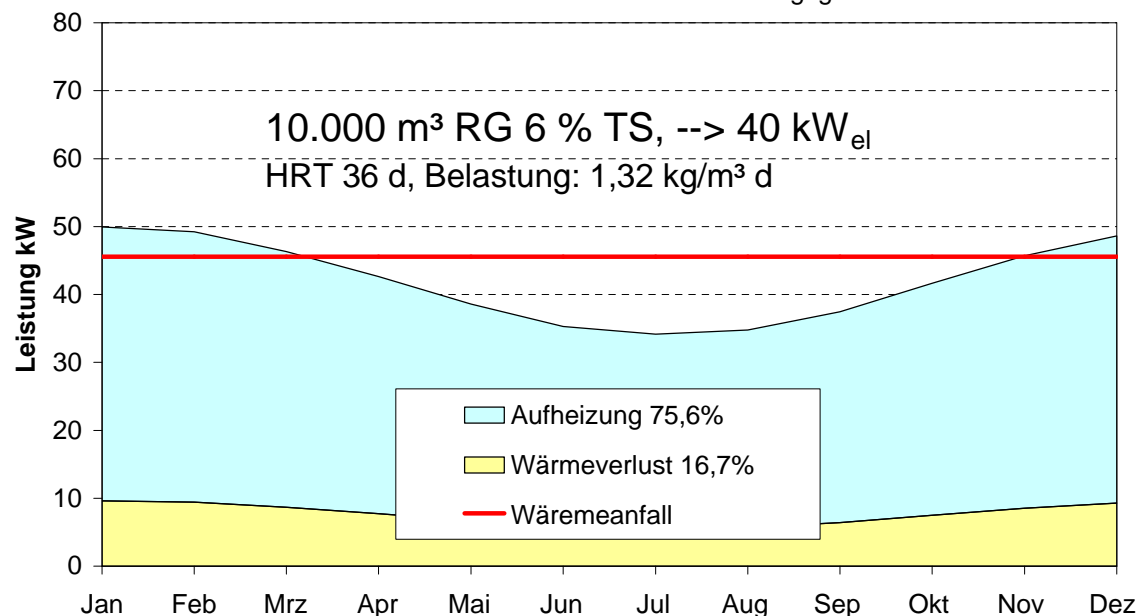
Prozesswärmebedarf

1000 m³ Fermenter 35% / 40 % Wirkungsgrad



Prozesswärmebedarf

1000 m³ Fermenter 35% / 40 % Wirkungsgrad



Benachteiligung von Gülle im EEG 2012, Wärmebedarf > 25%

Substrateigenschaften

(Quelle: Thüringer Monitoring BGA 2004...2013)

		RG	SG	TK	StM	GR
		Rindergülle	Schweinegülle	Trockenkot	Stallmist	Gärrest
	n =	99	28	26	34	125
TM (KTBL-Wert)	% der FM	9,1 10	5,4 6	44 40	25 25	6,0
oTS (KTBL-Wert)	% der TM	80 80	74 80	77 75	85 85	72
C _{org}	% der FM	4,1	2,4	17,1	10,9	2,4
C	% der oTM	56	57	50	50	49
pH	-	6,9	7,1	7,1	8,6	7,6

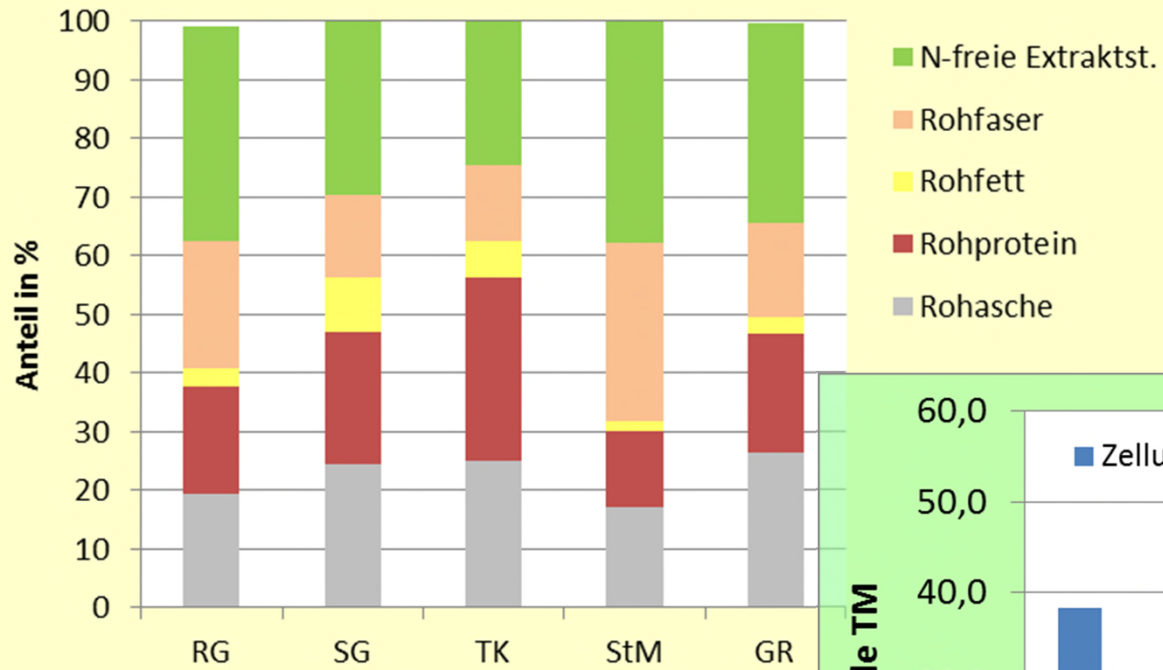
Substrateigenschaften

(Quelle: Thüringer Monitoring BGA 2004...2013)

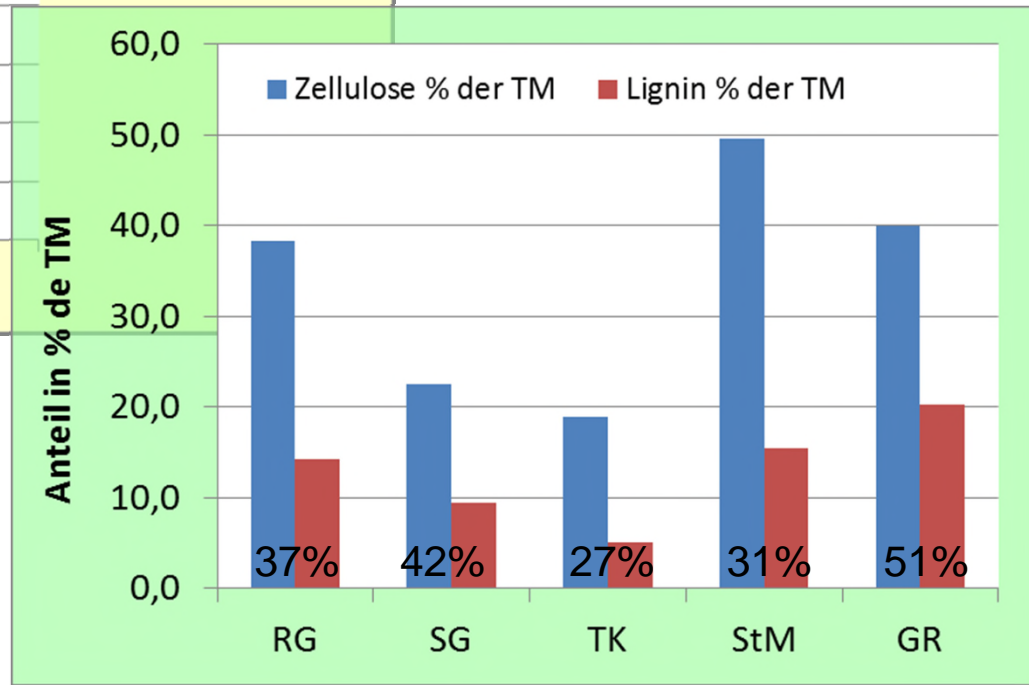
		RG	SG	TK	StM	GR
		Rindergülle	Schweinegülle	Trockenkot	Stallmist	Gärrest
Rohfaser	% der TM	21,7	13,9	12,8	30,4	15,9
ADF	% der TM	38,3	22,5	18,9	49,6	40,0
Lignin	% der TM	14,3	9,5	5,0	15,4	20,3
Rohfett	% der TM	3,3	9,4	6,4	1,6	3,0
N-freie Extraktst.	% der TM	36,5	30,5	24,6	37,9	34,1
Rohprotein	% der TM	18,1	22,6	31,3	13,1	20,3

Hauptinhaltsstoffe

(Quelle: Thüringer Monitoring BGA 2012, n=46)

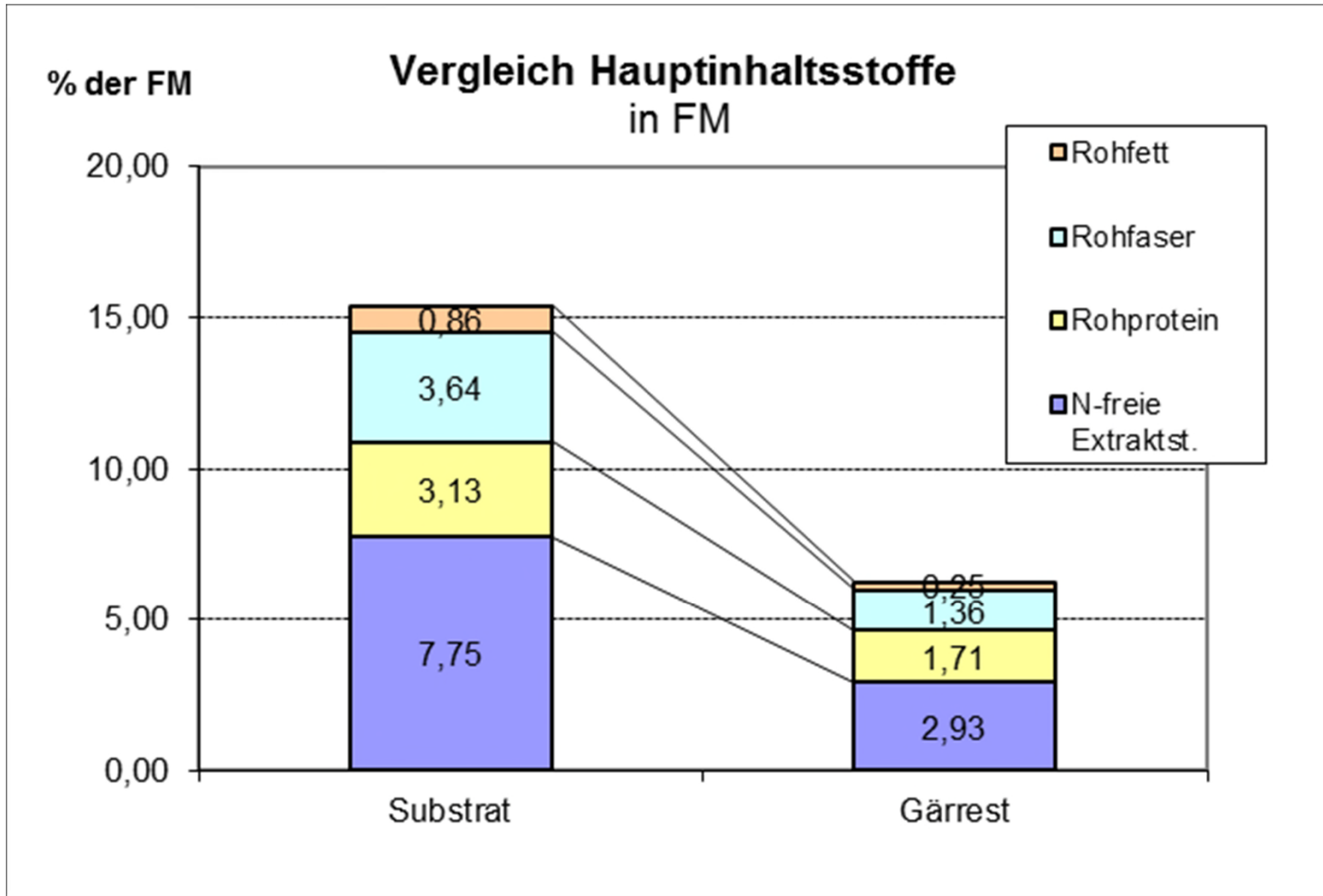


Ligninanteil % der Zellulose



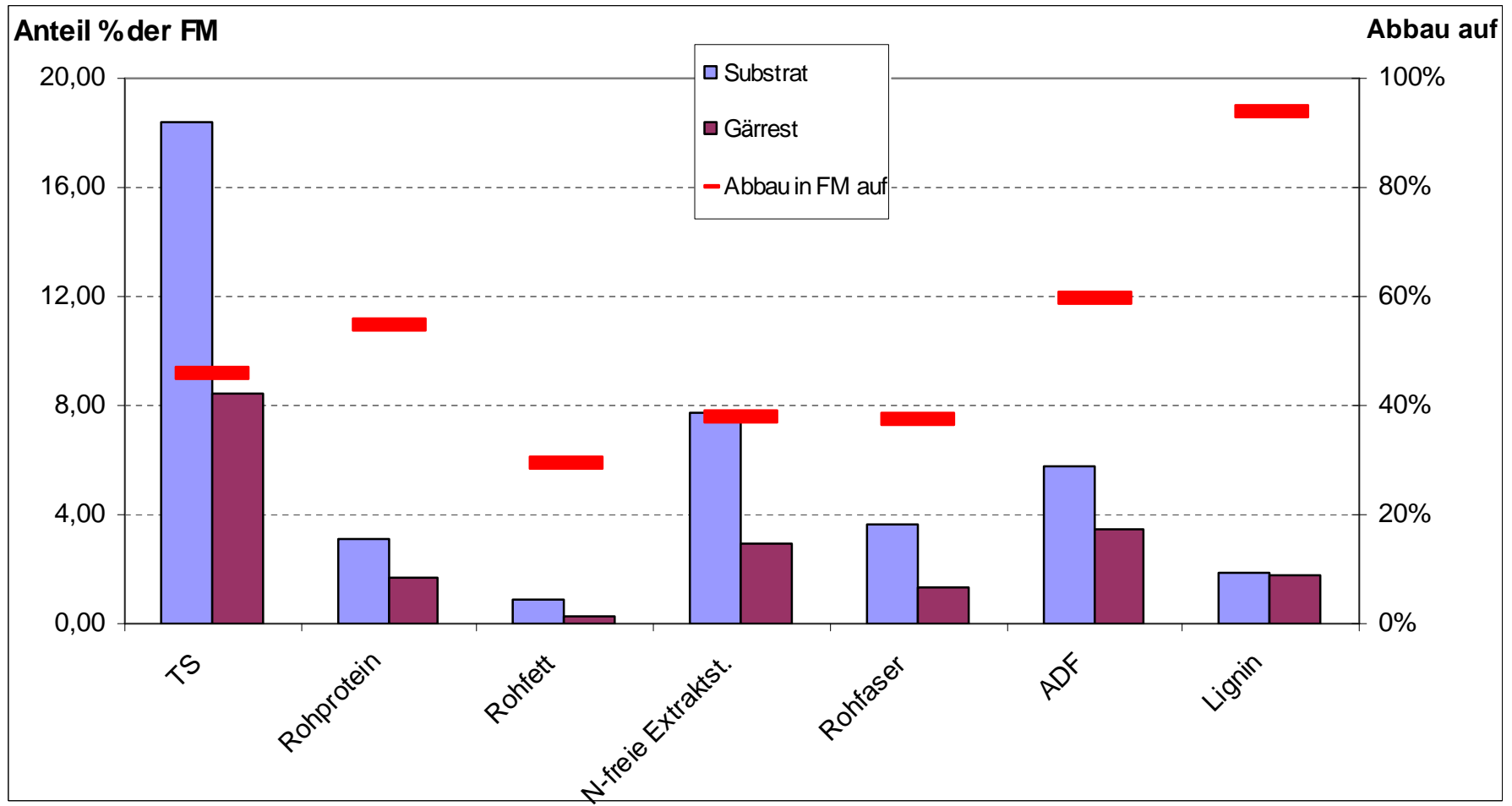
Abbau der Hauptbestandteile

Monitoring 2012, n=46

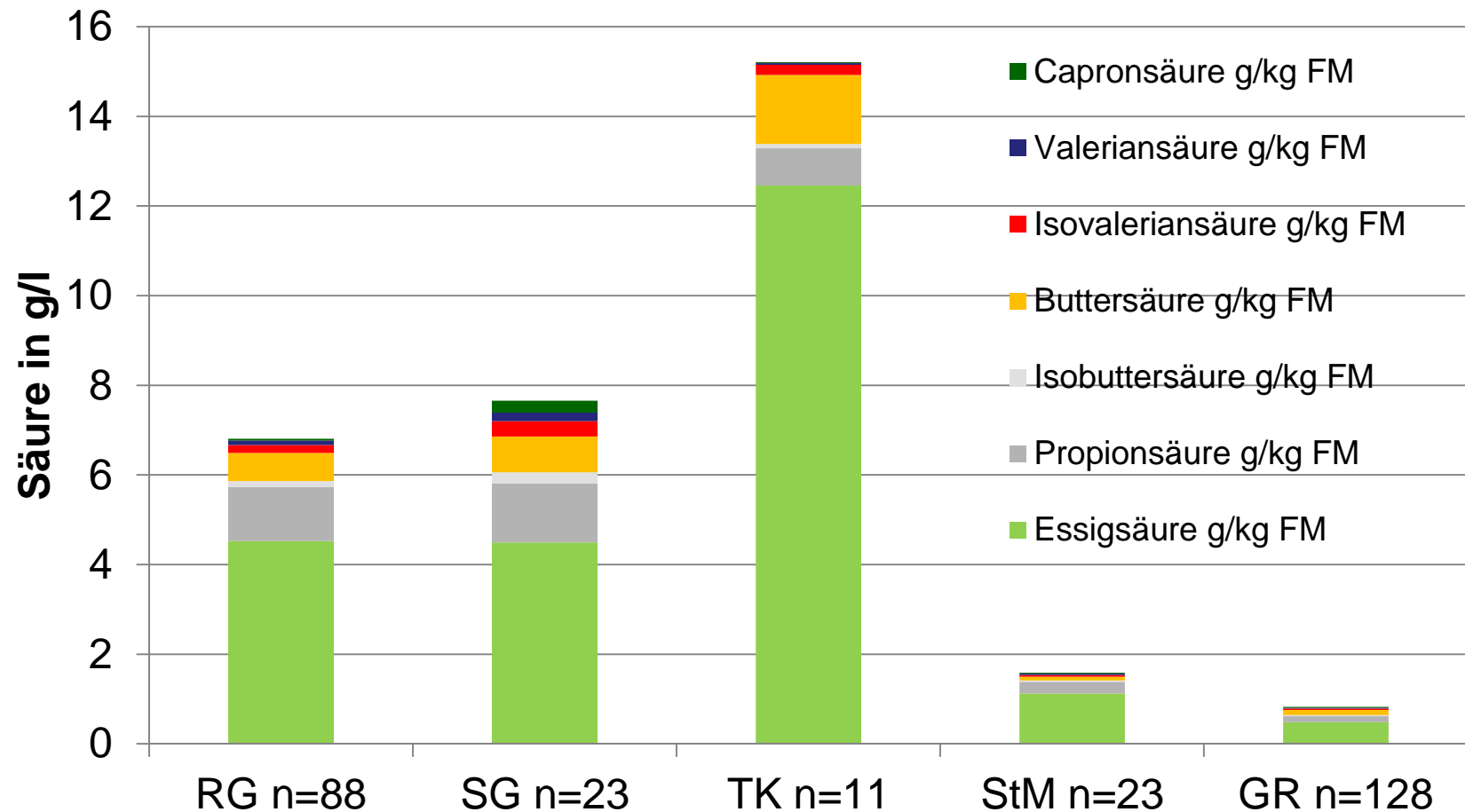


Abbau der Inhaltsstoffe (% FM)

Monitoring 2012, n=46

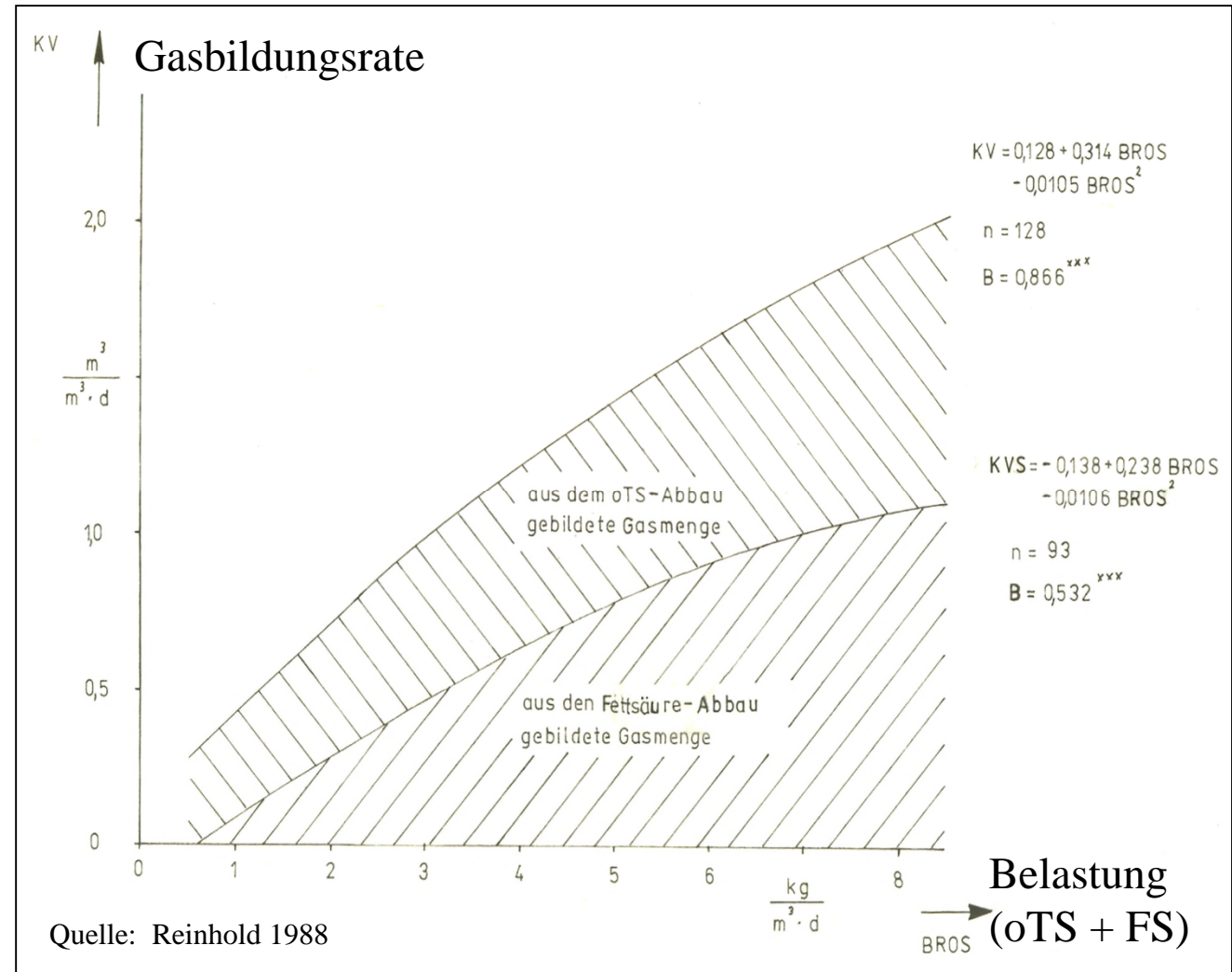
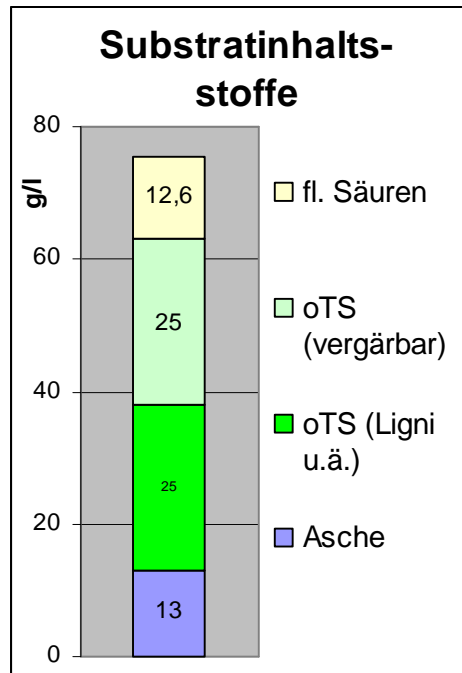


Gehalte an flüchtiger Fettsäure



Anteil der Fettsäuren an der Gasbildung (BGA Berlstedt 1888)

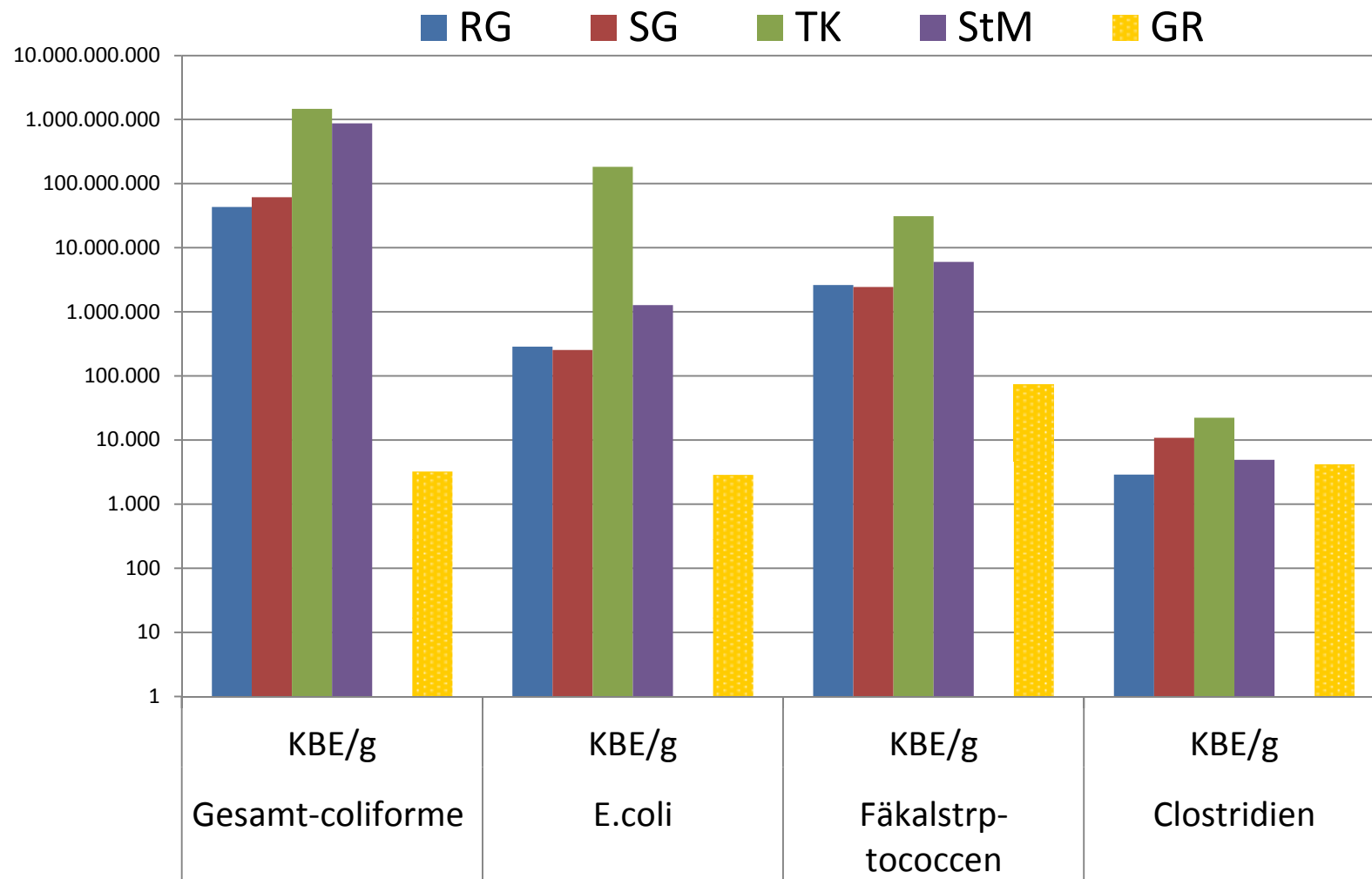
Fettsäuregehalte:
RG = 8...10 g/l
SG = 10...18 g/l
(15-30 % d. oTS)



Inhaltsstoffe der WD

		RG	SG	TK	StM	GR
		Rindergülle	Schweinegülle	Trockenkot	Stallmist	Gärrest
N_{ges}	% der FM	0,42	0,43	2,22	0,64	0,45
NH₄-N	% des Nt	48	73	22	15	67
C/N		10	5	8	18	5
Zn	mg/kg TM	307	1026	366	144	564
Cu	mg/kg TM	297	355	62	31	292

Hygienischer Status der WD



Wirkung des WD-Einsatzes auf die Gärresteigenschaften

		RG	SG	TK-SG	NaWaRo
		> 85 % RG	>85 % SG	> 70 % TK+SG	> 70 % NaWaRo
TM	%	6,04	4,36	4,16	10,02
oTS	% d. TM	72	69	67	76
Nt	%	0,41	0,51	0,50	0,60
NH4-N	% d Nt	64	83	81	58
C/N		6,11	3,32	3,32	6,72
S	mg/kgTM	8282	8360	7515	4650
Zn	mg/kgTM	547	931	963	177
Cu	mg/kgTM	421	447	310	49
Ni	mg/kgTM	5,4	7,1	9,8	6,8

Pferdemist

- Hoher **Einstreuanteil** TS: 25...40 %
 - Stroh, Holz (Hobelspäne, Sägespäne), Hanfschäben
- Hoher **Faseranteil** in den Pferdeäpfeln
 - Aufbereitung** (Zerkleinerung) meist erforderlich
- oTS Anteil 75...90 %
- Hohe **Variabilität** der Inhaltsstoffe (Einstreuart, Menge)
- oft hoher **N-Gehalt 5 ... 15 kg/t** und NH_4 -N-Gehalt
- Biogasertrag 200 ... 300 l/kg oTS
- Pferdehalter haben oft ein **Entsorgungsproblem**, da kaum Ackerland verfügbar ist

+ **Gesparte Kosten NAWARO**

(8 m³ Rindergülle mit 8 % TS = 1 t Mais 32 % TS (45 €/t) □ **5,60 €/t**)

+ Verfahrenstechnischer Wert

+ Animpfung / Verdünnung / Homogenisierungsaufwand / ...

- Prozesswärmebedarf / Verweilzeit / Belastung / ...

+/- Nährstoffwert (wirksame Gehalte, N-Verluste beachten)

8 €/m³ (Brutto) bzw. / bis 15 €/m³ Entsorgungsgebühr

- Transportkosten (im Bereich bis 5 km kaum entfernungsabhängig) **2 ... 3 €/m³**

- Applikationskosten **3 ... 4 €/m³**

- Mehraufwand Invest (150 d gasdicht, Lagerkapazität)

= **Wert der Gülle**

+ **Güllebonus (EEG 2009)**

Preise der Wirtschaftsdünger

- EEG 2009

- Bonuswert = 84 T€ (in 500 kW Anlage)

- **WD-Preise** (frei Eintrag; Quelle: FvB 2013):

- **Gülle** (unabhängig von der Tierart) 4,00 €/m³ = **29,8 ct/m³ CH₄**

Spanne: 9 €/t ... -12 €/t

- **Stallmist** 5,62 €/t = **10,6 ct/m³ CH₄**

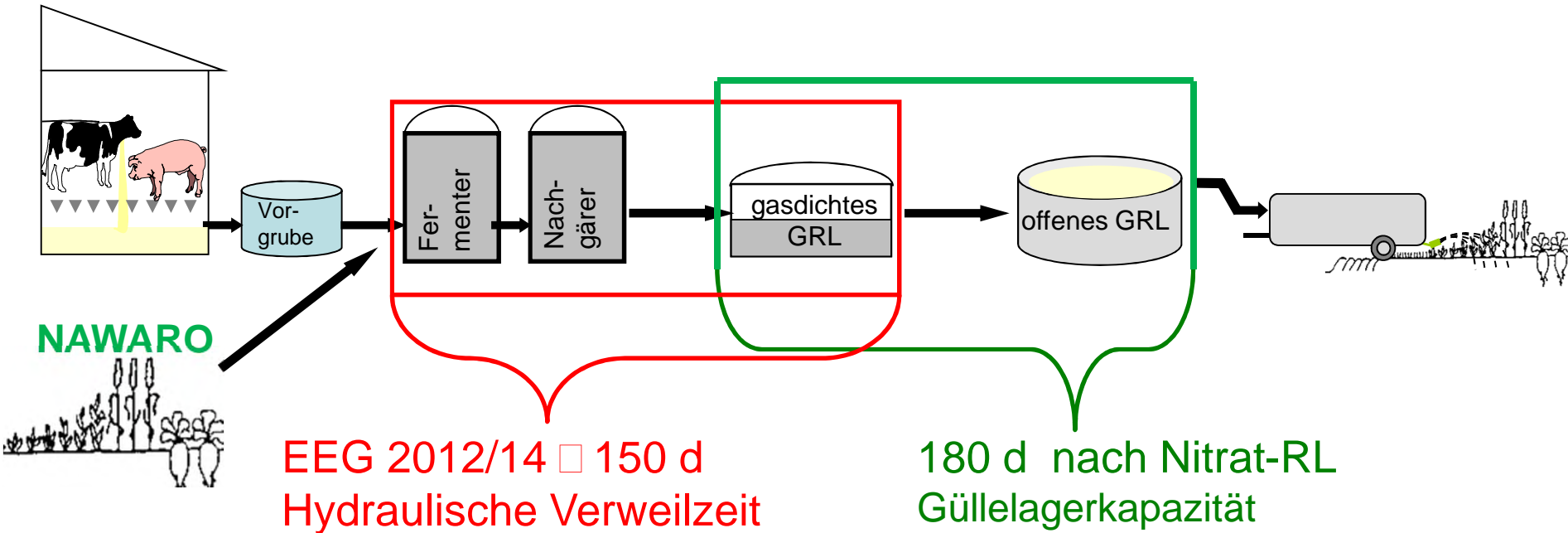
- **Trockenkot** 17,59 €/t = **17,1 ct/m³ CH₄**

- **Silomais** (frei Silo) 34,60 €/t

- + **Silierung** (8 €/t) und **Silieverluste** (10 %) = **45 ct/m³ CH₄**

= **11,8 ct/kWh**

Doppelfunktion des Gärrestlagers



EEG 2012/14 □ 150 d
Hydraulische Verweilzeit

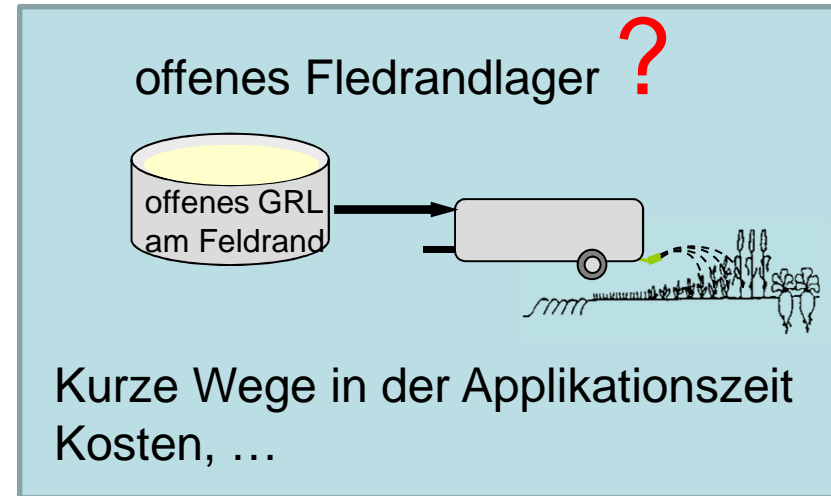
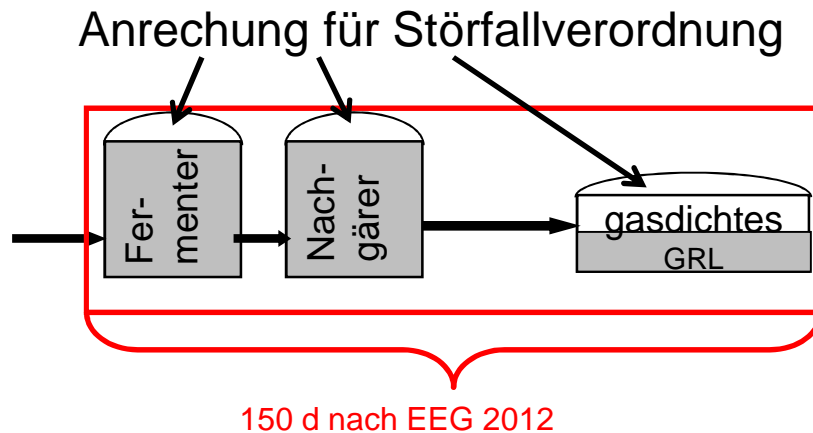
Ziel:
Vermeidung
Methanemission

180 d nach Nitrat-RL
Güllelagerkapazität

Ziel:
Vermeidung
Nitrateinträge



Gasdichtes GRL an der BGA oder als offenes Fledrandlager



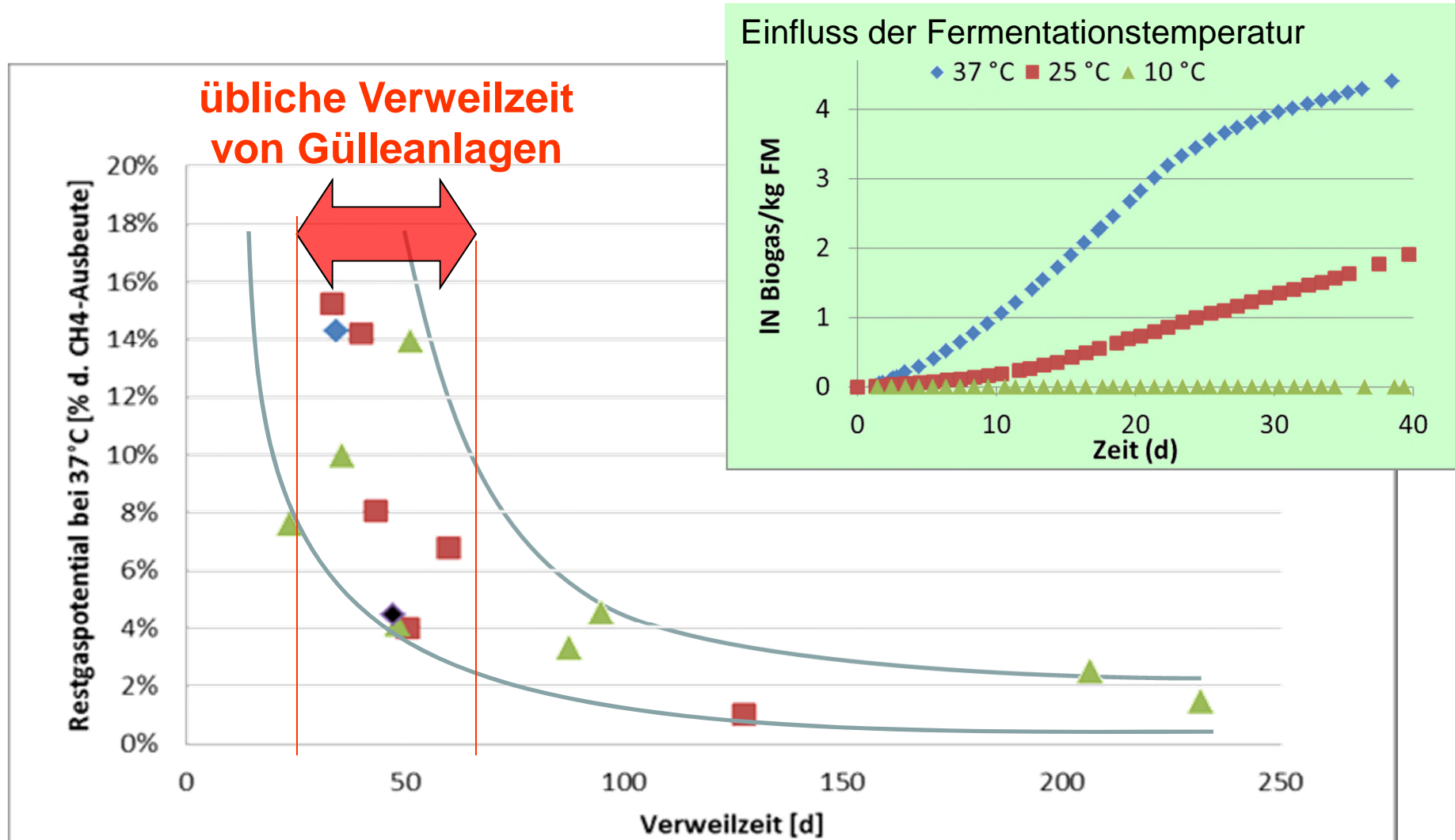
Störfallverordnung **gilt ab 10 t Gaslagerung**

Gaslagerkapazität = Kuppel Fermenter / Nachgärer + Freibord
+ Kuppel GRL + Volumen GRL
(da dieses mindestens an einem Tag im Jahr leer ist)

- **Ab 7.000 ... 8.000 m³ Gaslagerkapazität Genehmigung nach Störfallverordnung nötig, da:** 1 m³ Biogas = ca. 1,3 kg
(50 % CH₄ = 1,34 kg/m³; 55% CH₄ = 1,28 kg/m³, 60 % = 1,21 kg/m³)

Substratausnutzung

Nutzung des Restgaspotentials



Zusammenfassung

- **Neubau** von BGA ist im EEG 2014 sehr schwierig
 - Ausnahme **kleine Gülleanlagen § 44** und ggf. BioAbf § 43
- **Bestand** Erschließung der Effizienzreserven
 - Substratkostensenkung durch Gülle- u. Mistensatz
 - Rückwirkung auf:
 - Verweilzeit (150 d)
 - Prozessstrom, Wärmeverkauf, ... beachten
- **Fettsäuregehalte** sind bei Güllevergärung zu beachten
- **Rindergülle** aufgrund höhere TS- Gehalte bevorzugt
- Verfahren zur **Stallmistaufbereitung** sind zu entwickeln

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!