

Möglichkeiten der energetischen Verwertung von Halmgütern



Dipl.-Ing. Th. Hering

08.03.2011, Tiefengruben



Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Brennstoffeigenschaften

B Einsatzmöglichkeiten Halmgüter (thermisch)

1. Wärmeerzeugungsanlagen
2. Stromerzeugungsanlagen

C Rechtliche Rahmensituation

D Zusammenfassung

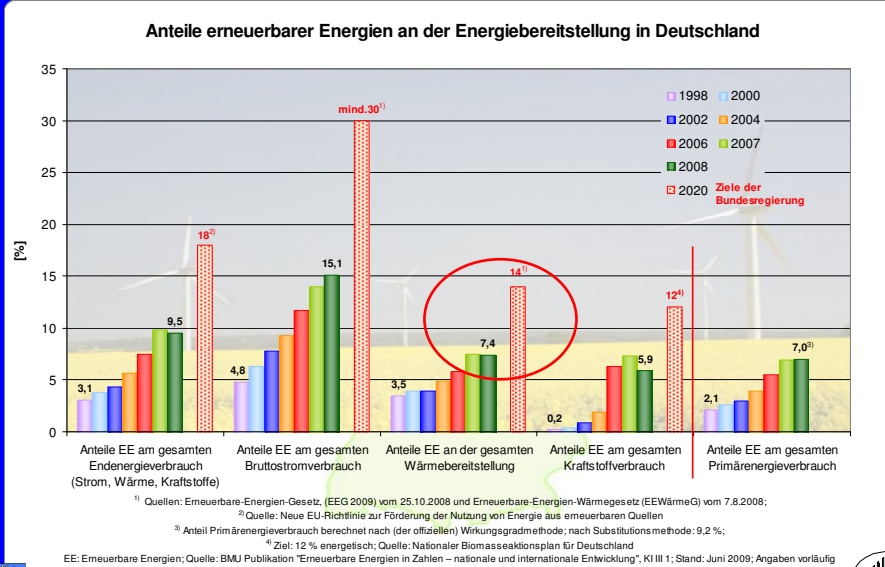


Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Anteile Erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland (Stand Juni 2009)

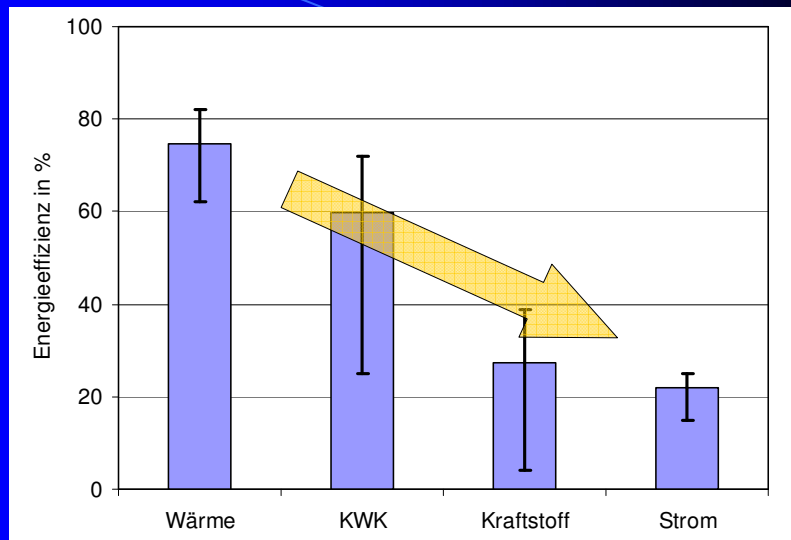


Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Energieeffizienzen der verschiedenen Nutzungspfade



(Quelle: Biomasseaktionsplan der Bundesregierung)



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



A Brennstoffeigenschaften

Physikalisch-mechanische Brennstoffeigenschaften z.B.

- Schütt/Pressdichte ⇒ Transport, Lagerdichte
- Wassergehalt ⇒ Lagerung, Heizwert, Ausbrand
- Aschegehalt ⇒ Auslegung Austragsystem
- Störstoffe (Beikrautanteil) ⇒ Ausbrand
- Halmgutlänge (Stroh lang/kurz, Ganzpflanze)

Chemisch-stoffliche Brennstoffeigenschaften z.B.

- Stickstoff ⇒ NO_x -Emissionen
- Schwefel ⇒ SO_x -Emissionen, Korrosion
- Chlor ⇒ HCl-, PCDD/F-Emissionen, Korrosion
- K, Na, Ca, (Mg) ⇒ Ascheschmelzverhalten, Korrosion
- S, Cl, K, Na, Zn Pb ⇒ Staubemission
- Cd ⇒ Ascheverwertung



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Brennstoffeigenschaften

Vergleich der Press- und Schüttdichten (bei 85 % TS-Gehalt)

Form	Art / Sorte	Dichte kg/m ³
→ Häcksel	Stroh	50 - 70
→ Rundballen	Stroh	100 - 120
→ Quaderballen	Gräser	120 - 180
→ Quaderballen	Stroh	130 - 160
→ Quaderballen	Getreideganzpflanzen	150 - 230
→ Hobelspäne	Holz	80 - 100
→ Hackgut	Fichte	160 - 170
→ Sägemehl	Holz	160 - 180
→ Hackgut	Buche	250 - 260
→ Pellets	Holz u. Stroh	400 - 650
→ Getreidekörner	Hafer	500 - 550
→ Getreidekörner	Gerste	600 - 650
→ Getreidekörner	Weizen/Roggen	700 - 750

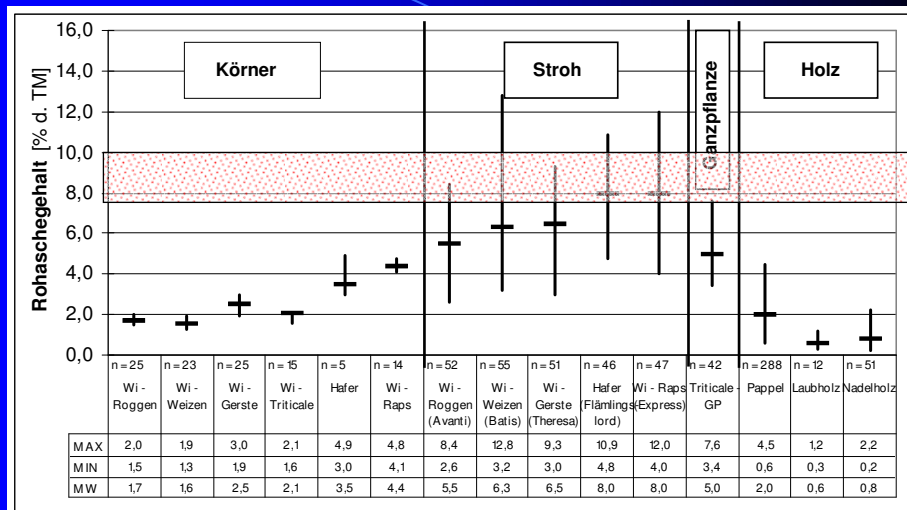


Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Brennstoffeigenschaften - Vergleich Rohaschegehalte (Vorgebirgslage: Glatthafer)



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Vergleich der Anteile der aerosolbildenden Elemente

Element	Einheit	WW	WG	WWSP	GTP	DIN-HP	MP WWSP/HP	MP GTP/HP	RKP
		n = 3	n = 3	n = 8	n = 1	n = 1	n = 2	n = 1	n = 1
S	mg/kg TM	1700	1300	800	700	0	500	500	6800
Cl	mg/kg TM	800	900	400	600	100	400	300	200
K	mg/kg TM	3200	4600	5500	5100	300	2800	3200	10500
Na	mg/kg TM	58	54	156	60	52	95	56	<0,01
Zn	mg/kg TM	26	31	9	22	18	12	18	56
Pb	mg/kg TM	0,021	0,025	0,283	0,38	1,37	0,71	0,6	0,18
Summe	mg/kg TM	5784	6885	6865	6482	471	3808	4075	17556

Heu	
mg/kg TM	n = 8
S	1033
Cl	1045
K	15888
Na	113
Zn	24
Pb	1
Summe	18103

Nennlast	Datum	mg/Nm ³ ; 13 % O ₂
Staub	14.10.	274
	15.10.	233
	18.10.	289

MW:
260 mg/Nm³
entspricht bei
Faktor 2,6 etwa
100 mg/Nm³
bei Stroh



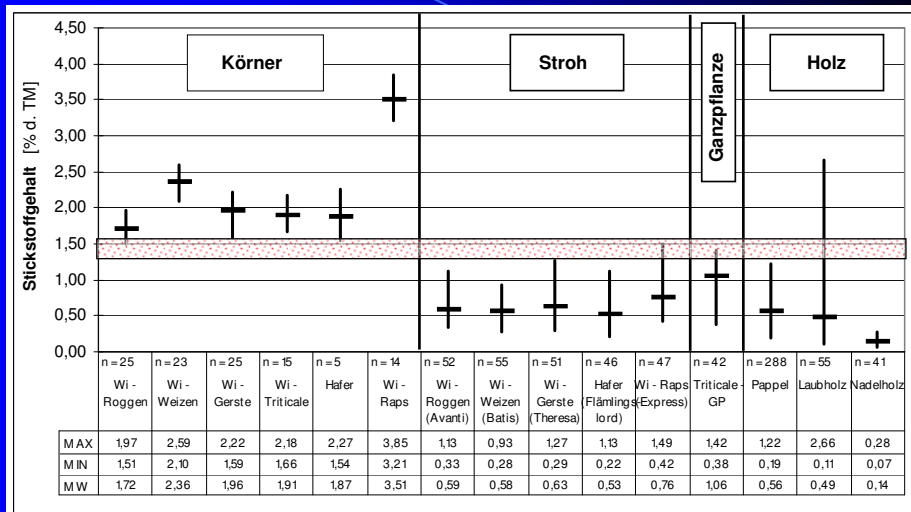
Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Brennstoffeigenschaften - Vergleich Stickstoff

(Vorgebirgslage: Glatthafer)



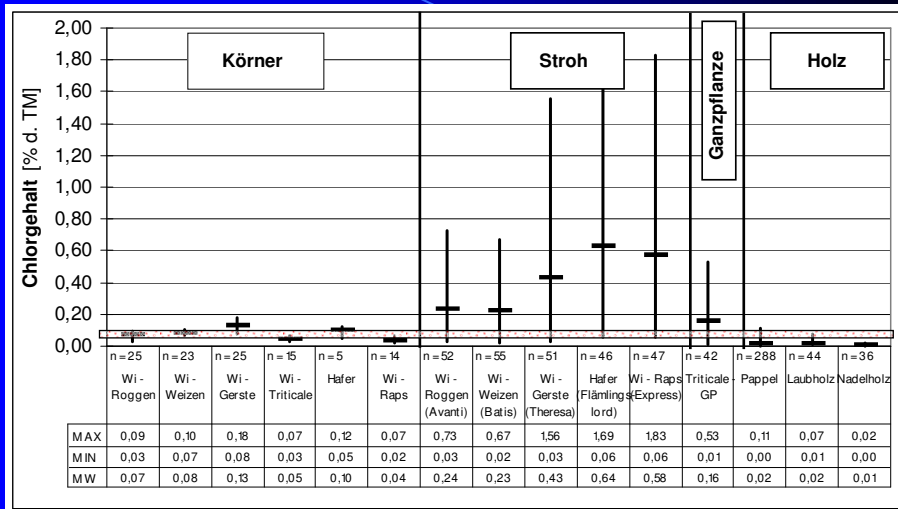
Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Brennstoffeigenschaften - Vergleich Chlor

(Vorgebirgslage: Glatthafer)

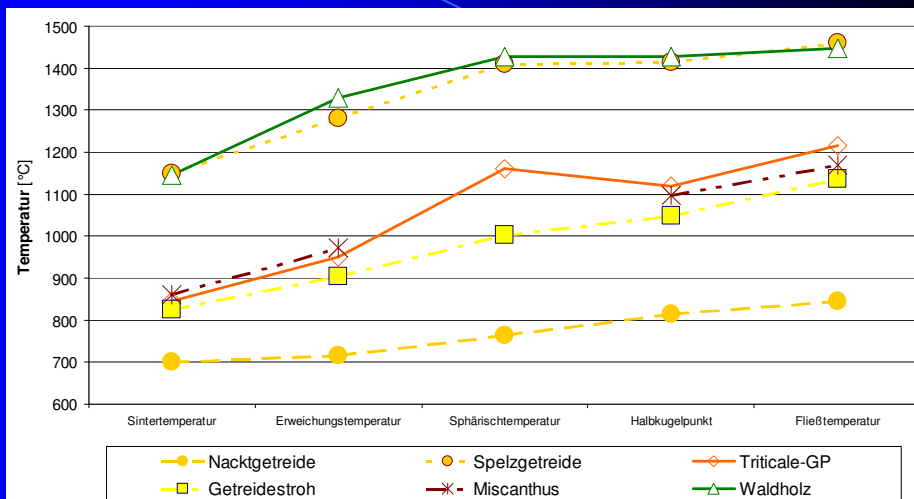


Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Brennstoffcharakteristik Vergleich Ascheschmelzverhalten



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Brennstoffeigenschaften

B Einsatzmöglichkeiten Halmgüter (thermisch)

1. Wärmeerzeugungsanlagen
2. Stromerzeugungsanlagen

C Rechtliche Rahmensituation

D Zusammenfassung



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Systeme der Strohverbrennung

diskontinuierliche und kontinuierliche Beschickung

Rost-, Kipptisch-Einschubfeuerungen, Zigarrenbrenner

Ganzballen: Mini-, Rund-, Heston-Großballen

Strohhäcksel: Zuführung über Schneckensysteme bzw.
Pneumatische Systeme

Strohpellets:

einsetzbare Brennstoffe:

Getreidestroh, Ganzpflanze, Landschaftspflegeheu,
Ölleinstroh, Rapsstroh, ...

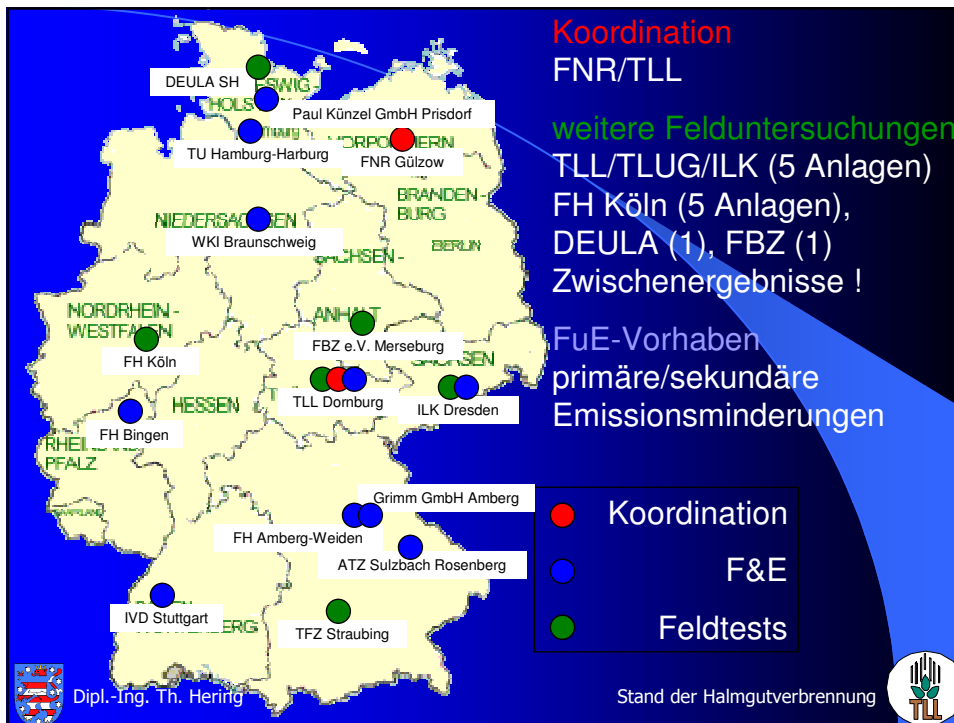
Anlagen ab 100 kW unterliegen 4. BImSchV (TA-Luft) !!!



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung





Untersuchte Feuerungsanlagen (Feldtests)

Hersteller	Typ	Leistung [kW _{th}]	Feuerungsprinzip	Brennstoffe			Institution
				Getreide	Stroh		
				Pellet	Ballen/Häcksel		
Reka	HKRST 30	30	Vorschubrostfeuerung	X	X		TLL
Reka	HKRST 60	60	Vorschubrostfeuerung			X	TLL
Reka	HKRST 100	98	Vorschubrostfeuerung	X	X		DEULA
Passat	C4	40	Brennmuldenfeuerung	X	X		FH Köln
Biokompakt	AWK 45 S1	45	Unterschubfeuerung	X	X		FBZ, FH Köln
Heizomat	HSK-RA 60	60	Kettenumlaufrost	X	X		FH Köln
Ökotherm	C1L	120	Brennmuldenfeuerung	X	X		FH Köln
Agroflamm	Agro 40	40	Unterschubfeuerung	X	X		TLL, FH Köln, IVD/TFZ
Guntamatic	Powercom 30	30	Rostfeuerung	X			TLL, FH Köln, TFZ
Linka	Linka-H 400	400	Brennmuldenfeuerung			X	TLL
Herlt	HSV 145	145	Ganzballenvergaser			X	TLL

Untersuchte Brennstoffe

Getreidekörner	Stroh		Sonstige
	Pellet	Ballen/Häcksel	
Winterweizen (Referenz)	Winterweizen (Referenz)	Winterweizen (Referenz)	Holzpellets
Wintergerste (Referenz)	Winterroggen (Referenz)	Winterweizen (grau)	Triticale-GP Pellets
Winterweizen	Triticale	Triticale	Grüngutpellets
Wintergerste			GNP Pellets
Winterroggen			Rapspresskuchen Pellets
Triticale			





Ballenauflöser - Strohpelletierungsanlage Schleiz



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung

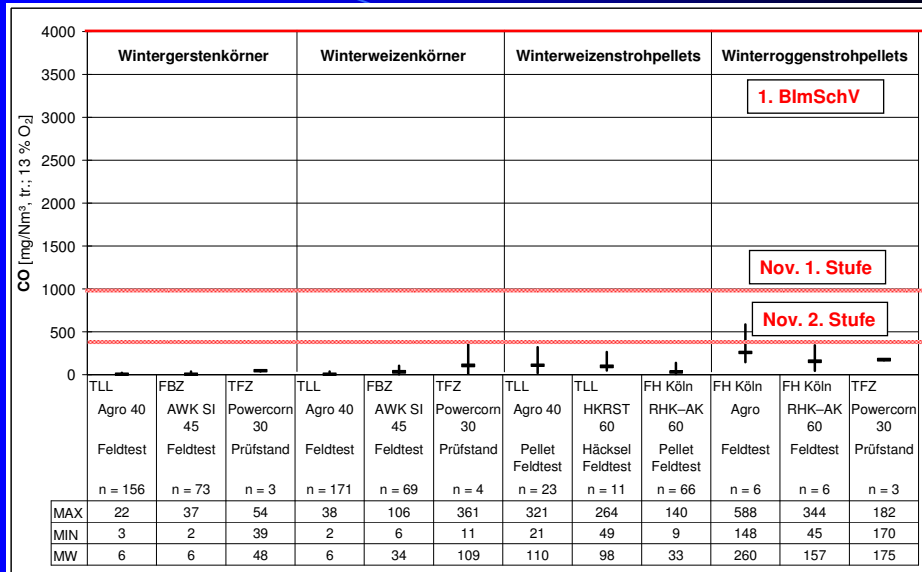


Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Kohlenmonoxid-Emissionen - Vergleich Referenzbrennstoffe

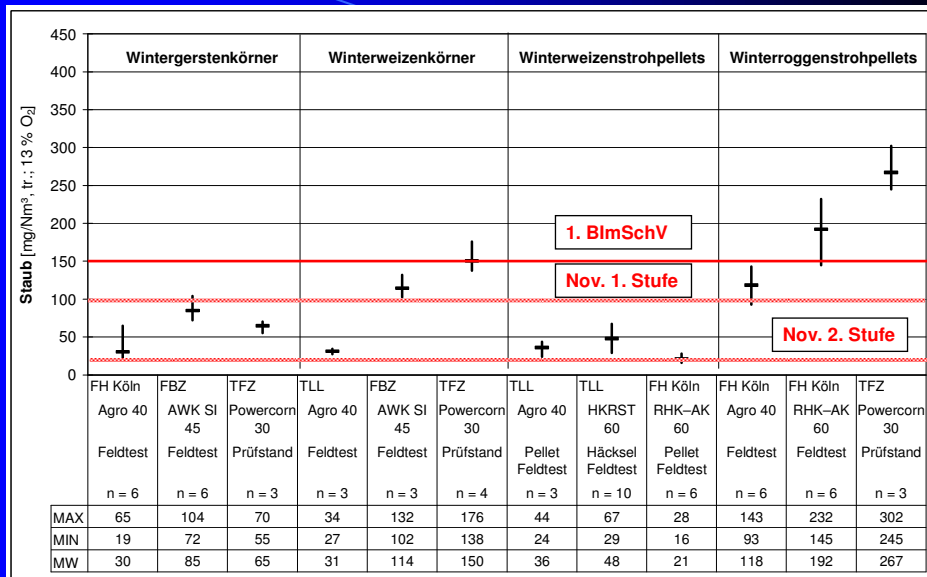


Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



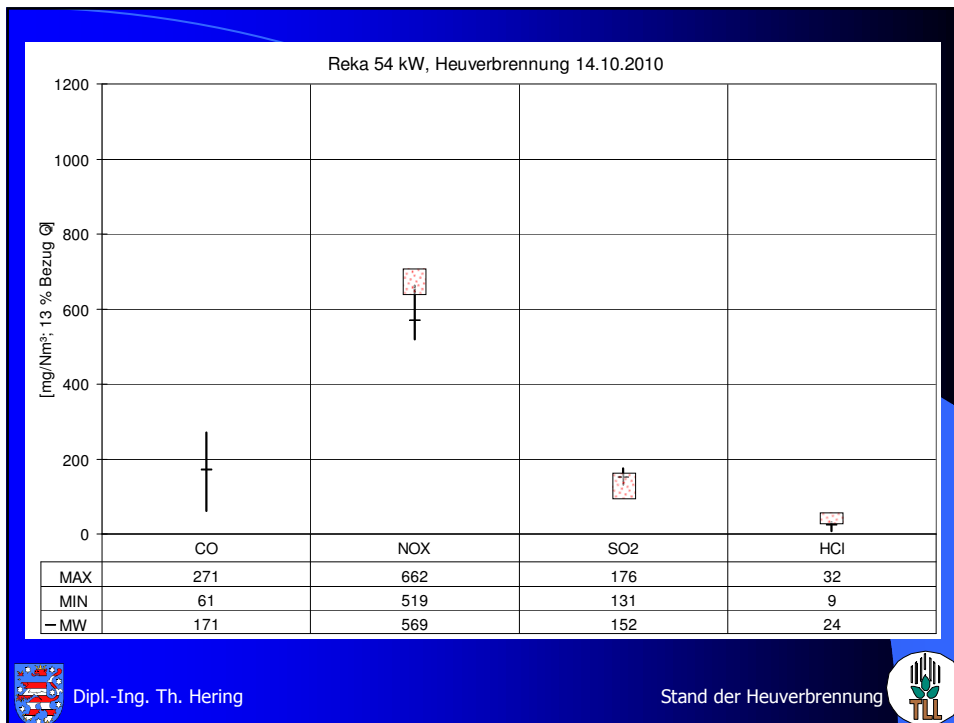
Gesamtstaub-Emissionen – Vergleich Referenzbrennstoffe



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung





Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Heuverbrennung



weitere Entwicklungen - Voruntersuchungen

Erprobung innovativer Feuerungssysteme TLL – TZNR Dornburg/Jena



IHT-Anlage
Brennstoffmisch- und
wägenanlage



wassergekühlte Vorschubtreppen-
rostfeuerung mit Rauchgasrezirkulation



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Brennmuldenfeuerung - Fa. Linka, Dk, 400 kW

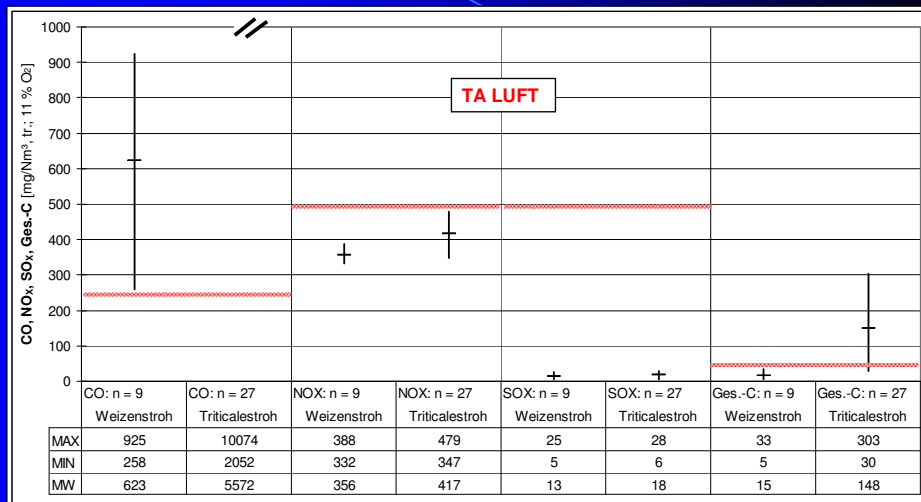


Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Strohverbrennung



Brennmuldenfeuerung Firma Lin-Ka (DK), 400 kW_{th} Ergebnisse der kontinuierlichen Messungen



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Strohverbrennung



Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena

Brennstoff:
Leistung:

Stroh und Ganzpflanzen
1,75 MW_{th}

Kipptisch -
Einschubfeuerung

kontinuierliche Beschickung
mit einzelnen Scheiben

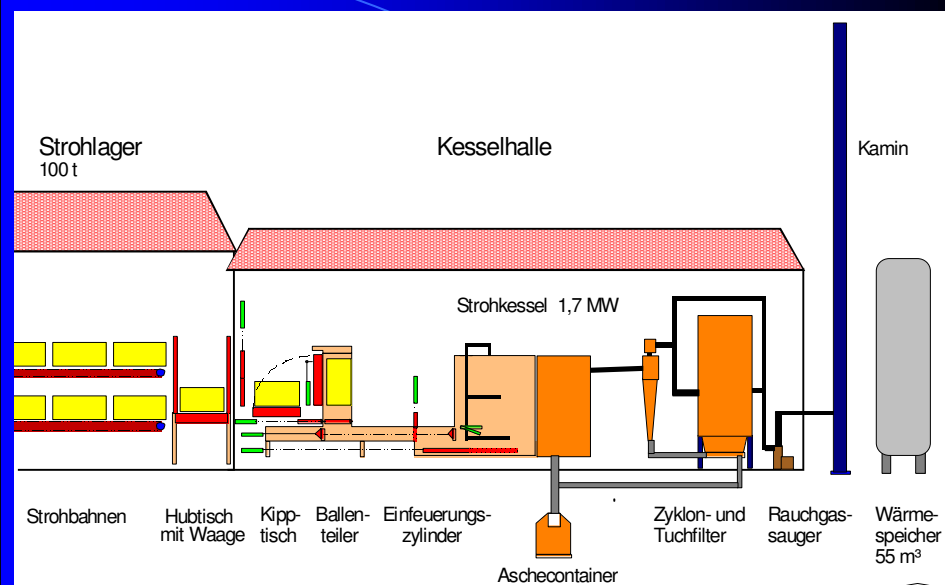


Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Anlagenschema für Kipptisch-Einschubfeuerung (Fa. Lin-Ka, DK)



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



BKS Bio-Kraftwerk Schkölen GmbH
 Fernwärmeversorgung der Stadt Schkölen
 Brennstoff: Stroh in Ballenform
 Leistung: 3,15 MW_{th} Stand der Strohverbrennung

Dipl.-Ing. Th. Hering

Anlageschema für Ganzballen-Feuerung, Zigarrenabbrand
 kontinuierliche Beschickung mit Heston-Ganzballen (Fa. Volund, DK)

Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Strohverbrennung

Ausgewählte strohgefeuerte (Heiz-) Kraftwerke in Europa (nach D. Thrän, M. Kaltschmitt 2001)

Standort	Leistung	Feuerungssysteme	Jährlicher Brennstoffeinsatz	Inbetriebnahme
Ensted Dänemark	40 MW _{el}	aufgelöst/ Stoker	120 000 Mg Stroh 30 000 Mg Hackschnitzel	1998
Cambridgeshire Großbritannien	36 MW _{el}	aufgelöst/ Stoker	200 000 Mg Stroh (50-miles-Radius)sowie Erdgas	2001
Studstrup Dänemark	30 von 150 MW _{el}	aufgelöst/ Stoker	50 000 Mg Stroh sowie mind. 80 % Kohle	1995
Sangüesa Spanien	25 MW _{el} mit KWK	aufgelöst/ Stoker	160 000 Mg Stroh	2002
Slagelse Dänemark	11,7 MW _{el} mit KWK	aufgelöst/ Stoker	25 000 Mg Stroh 20 000 Mg Hausmüll	1990
Maribo Dänemark	9,3 MW _{el} mit KWK	aufgelöst/ Stoker	40 000 Mg Stroh	2000
Grena Dänemark	8,5 von 17 MW _{el} mit KWK	aufgelöst/ pneumatisch	55 000 Mg Stroh 40 000 Mg Kohle	1992
Masnedø Dänemark	8,3 MW _{el} mit KWK	aufgelöst/ Stoker	40 000 Mg Stroh 8 000 Mg Hackschnitzel	1996
Mabjerg Dänemark	5,6 von 28 MW _{el} mit KWK	Zigarrenbrenner, 2 weitere Kessel	35 000 Mg Stroh, 150 000 Mg Hausmüll, 25 000 Mg Hackschnitzel, Erdgas	1993
Haslev Dänemark	5,0 MW _{el} mit KWK	Zigarrenbrenner	25 000 Mg Stroh	1989
Rundkøbing	2,3 MW _{el}	aufgelöst/	12 500 Mg Stroh	1990



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Brennstoffeigenschaften

B Einsatzmöglichkeiten Halmgüter (thermisch)

1. Stroh- und Ganzpflanzenfeuerungsanlagen
2. Stromerzeugungsanlagen

C Rechtliche Rahmensituation

D Zusammenfassung



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



C Neue rechtliche Rahmenbedingungen

Brennstoffe nach Nr. 8 § 3 der 1. BImSchV

8. Stroh und strohähnliche pflanzliche Stoffe, Getreideganzpflanzen, Getreidekörner und -bruchkörner, Pellets aus Getreideganzpflanzen oder Getreidekörnern, Getreideausputz, Getreidespelzen und -halmreste,

Grenzwerte (Typenprüfung) für Anlagen und Brennstoffe nach Nr. 8 § 3 der 1. BImSchV (Bezugs O₂ 13 %; Quelle: BMU/UBA)

Dioxine und Furane:	0,1 ng/m ³
Stickstoffoxide:	
Anlagen die nach dem Inkrafttreten dieser Verordnung errichtet werden:	0,6 g/m ³
Anlagen, die nach dem 31.12.2014 errichtet werden:	0,5 g/m ³
Kohlenstoffmonoxid:	0,25 g/m ³



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Grenzwerte (Praxismessung) für Anlagen und Brennstoffe nach Nr. 8 § 3 der 1. BImSchV (Bezugs O₂ 13 %; Quelle: BMU/UBA)

Emissionsgrenzwerte für Staub und Kohlenstoffmonoxid (CO)				
	Brennstoff gemäß § 3 Abs. 1	Nennwärmeleistung [Kilowatt]	Staub [g/m ³]	CO[g/m ³]
Stufe 1: Anlagen, die nach Inkrafttreten der Verordnung errichtet werden	Nr. 1 - 3a	≥ 4 - 500	0,09	1,0
		> 500	0,09	0,5
	Nr. 4 - 5	≥ 4 - 500	0,10	1,0
		> 500	0,10	0,5
	Nr. 5a	≥ 4 - 500	0,06	0,8
		> 500	0,06	0,5
	Nr. 6 - 7	≥ 50 - 100	0,10	0,8
		> 100 - 500	0,10	0,5
		> 500	0,10	0,3
		Nr. 8	≥ 4 < 100	0,10
Stufe 2: Anlagen, die nach dem 31.12.2014 errichtet werden	Nr. 1 - 5a	≥ 4	0,02	0,4
		≥ 50 - 500	0,02	0,4
	Nr. 6 - 7	> 500	0,02	0,3
		Nr. 8	≥ 4 < 100	0,02



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Brennstoffeigenschaften

B Einsatzmöglichkeiten Halmgüter (thermisch)

1. Stroh- und Ganzpflanzenfeuerungsanlagen
2. Stromerzeugungsanlagen

C Rechtliche Rahmensituation

D Zusammenfassung



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



D Zusammenfassung

1. Technik für die Ernte, Aufbereitung, Transport und Lagerung von Stroh und Getreide, etc. ist vorhanden und weitestgehend optimiert
2. Thermische Verwertung von Stroh-, ~pellets und Getreide ist technisch möglich, jedoch mit höheren Kosten, Emissionen und genehmigungsrechtlichen Aufwendungen verbunden
3. Geringe Erfahrung bei der Verstromung von Halmgut in Deutschland – Anreiz des EEG Nawaro Bonus nicht ausreichend – als Mischbrennstoffe nicht wirtschaftlich sinnvoll (Holz) – Ausschließlichkeitsprinzip !!!
4. Anlagen für die Vergasung von Halmgut stehen am Anfang ihrer Entwicklung, zeigen gute Fortschritte in Bezug auf Staub-, CO-, NOx-Emissionen, Verschlackungen
Gasnutzung zur Verstromung bisher ohne Praxisrelevanz

Getrennte Verbrennung/Vergasung von Getreidekörnern und Stroh gegenwärtig relevanter als Ganzpflanzennutzung



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



D Zusammenfassung

Genehmigungsverfahren und Überwachung für rechtlich zugelassene größere Anlagen für Stroh und Getreide nach 4. BImSchV (TA Luft), erfordern höhere Invest-, Verwaltungs- und Betriebskosten, etc.

Je inhomogener der Brennstoff umso höher die Anforderungen an die Feuerungsanlage bzw. je einfacher die Feuerungsanlage umso höher die Anforderungen an die Qualität des Brennstoffes.



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Halmgutverbrennung



Weitere Informationen unter

www.tll.de/nawaro

bzw.

thomas.hering@tll.thueringen.de

