

– Kleinfeuerungsanlagen im Feldtest – Projektergebnisse und Ausblick

Dipl.-Ing. Th. Hering

6. Mitteldeutscher Bioenergietag

24.04.2009, Leipzig

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Anforderungen an Halmgutfeuerungsanlagen

B Untersuchungen

C Neue rechtliche Rahmenbedingungen

D Ergebnisse der Feldtests

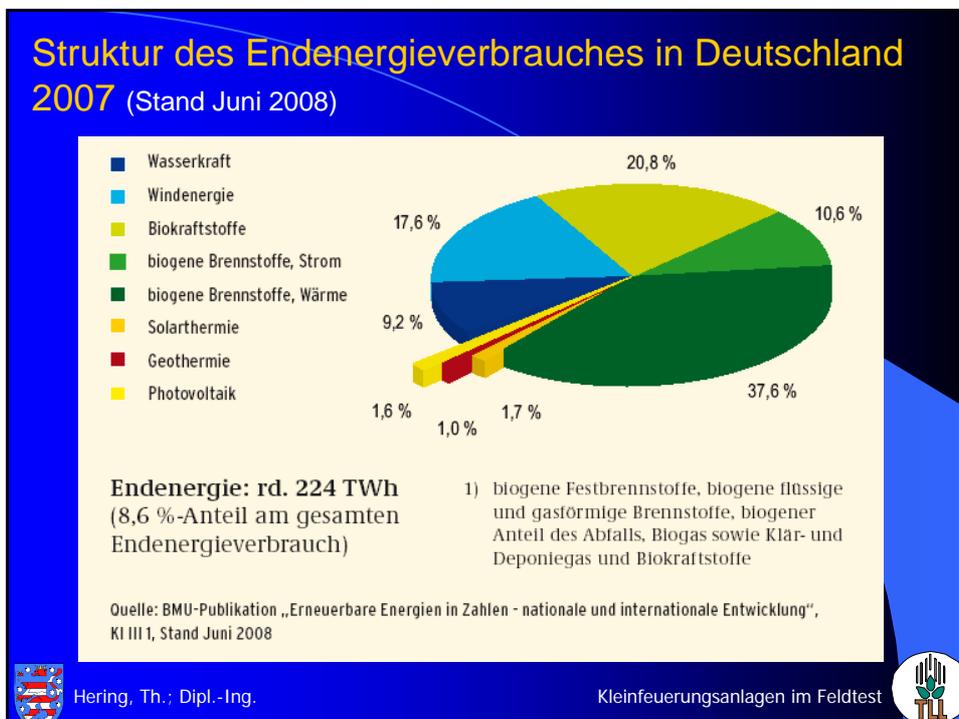
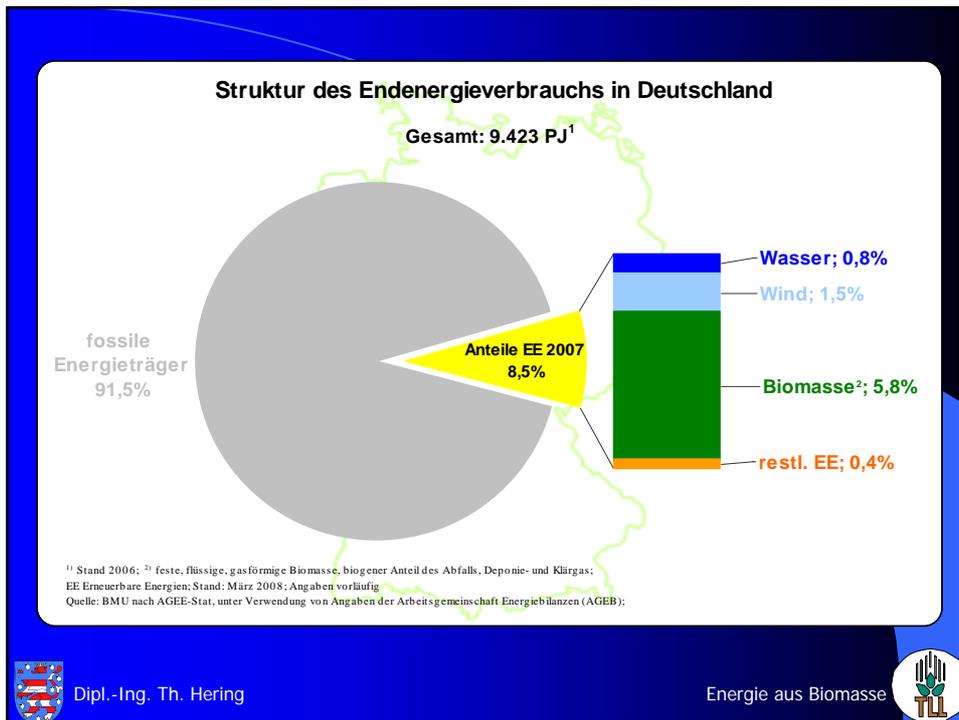
E Ausblick



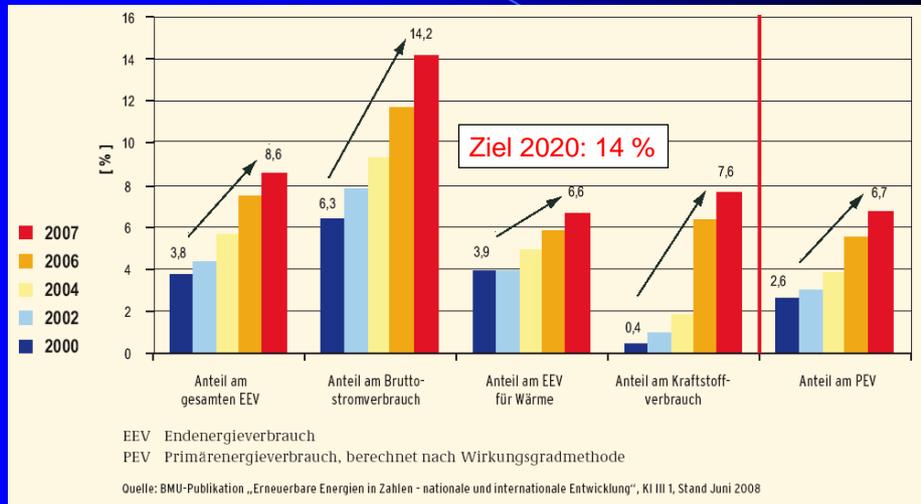
Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinfeuerungsanlagen im Feldtest





Anteile Erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland (Stand Juni 2008)

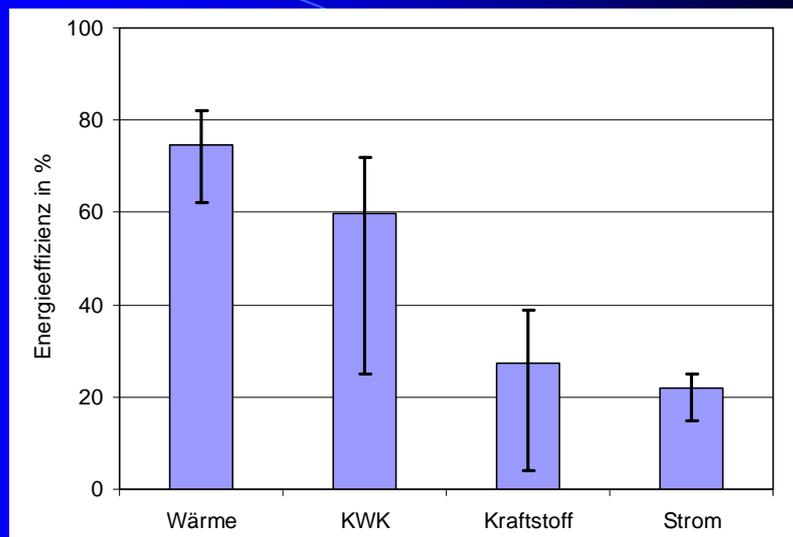


Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinfeuerungsanlagen im Feldtest



Energieeffizienzen der verschiedenen Nutzungspfade



(Quelle: Biomasseaktionsplan der Bundesregierung)

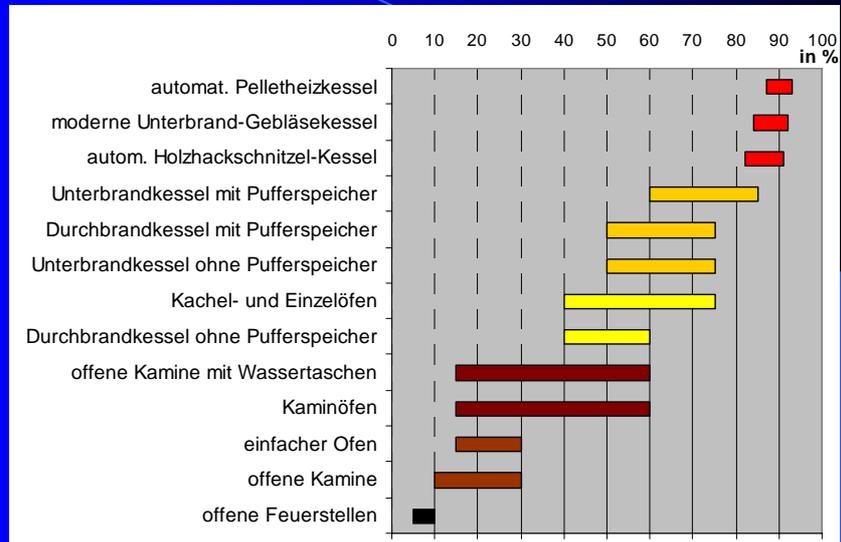


Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinfeuerungsanlagen im Feldtest



Wirkungsgrade verschiedener "Holz"-Feuerungssysteme



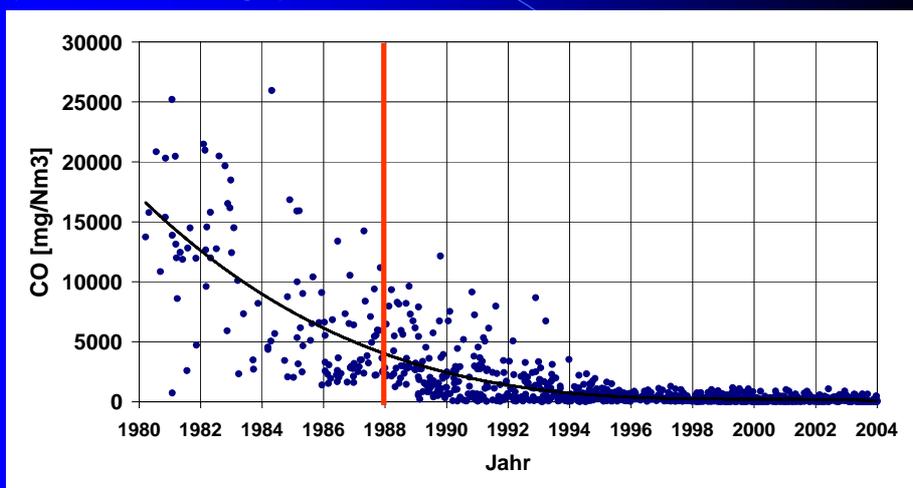
Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinfeuerungsanlagen im Feldtest



Entwicklung der CO-Emissionen hand- und automatisch beschickter Biomassefeuerungen

Ergebnisse der Prüfstandsuntersuchungen der BLT Wieselburg Österreich (Quelle: Lasselsberger)



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinfeuerungsanlagen im Feldtest



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Anforderungen an Halmgutfeuerungsanlagen

B Untersuchungen

C Neue rechtliche Rahmenbedingungen

D Ergebnisse der Feldtests

E Ausblick



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinfeuerungsanlagen im Feldtest



Rechtliche Rahmenbedingungen für Halmgutfeuerungsanlagen

Anlagengröße	relevante Vorschrift	Bezugs- sauerstoff Vol. %	Emissionsgrenzwerte				
			CO g/m ³ _n	Staub mg/m ³ _n	Ges.-C mg/m ³ _n	NO _x mg/m ³ _n	SO ₂ g/m ³ _n
Emissionsgrenzwerte bei der Verfeuerung von unbehandeltem Holz							
< 15 kW keine Emissionsbeschränkungen							
15 - 50 kW	1.BImSchV	13	4	150	-	-	-
50 - 150 kW	1.BImSchV	13	2	150	-	-	-
150 - 500 kW	1.BImSchV	13	1	150	-	-	-
500 - 1000 kW	1.BImSchV	13	0,5	150	-	-	-
1 - 2,5 MW	TA-Luft	11	0,15	100	10	250	2,0
2,5 - 5 MW	TA-Luft	11	0,15	50	10	250	2,0
5 - 50 MW	TA-Luft	11	0,15	20	10	250	2,0
Besondere Regelung beim Einsatz von Stroh und ähnlichem pflanzlichen Material							
< 15 kW kein Einsatz von Halmgut erlaubt							
15 - 100 kW	1.BImSchV	13	4	150	-	-	-
100 - 1000 kW	TA-Luft	11	0,25	50	50	500	2,0
1 - 50 MW	TA-Luft	11	0,25	20	50	400	2,0



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinfeuerungsanlagen im Feldtest



Kohlenmonoxid-Emissionen – Ferro (DK), BIOMAT FB 23L - 23 kW_{th}

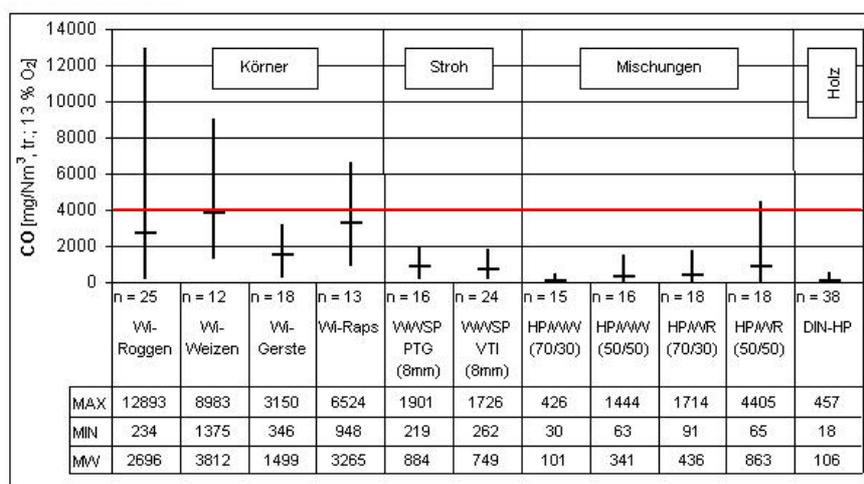


Abbildung 16: Vergleich der Kohlenmonoxidemissionen verschiedener holz- und halmgutartiger Biomassen – Erhebung von Prüfstandsdaten am BIOMAT FB 23L, Fa. FERRO GmbH – 2003/04; angegeben als Viertelstundenmittelwerte bezogen auf 13 % Restsauerstoffgehalt im trockenen Abgas unter Normbedingungen (gemessen durch IE, 2003-05)



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Staub-Emissionen – Ferro (DK), BIOMAT FB 23L - 23 kW_{th}

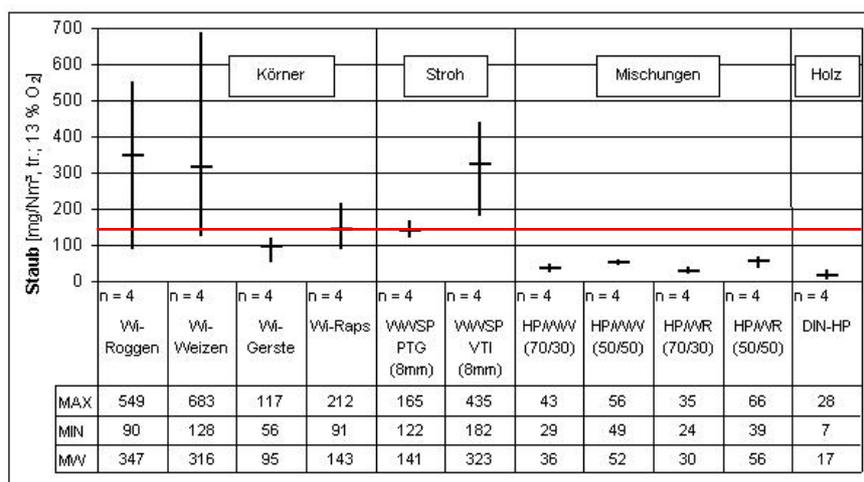


Abbildung 29: Vergleich der Staubemissionen verschiedener holz- und halmgutartiger Biomassen – Erhebung von Prüfstandsdaten am BIOMAT FB 23L, Fa. FERRO GmbH – 2003/04; angegeben als Viertelstundenmittelwerte bezogen auf 13 % Restsauerstoffgehalt im trockenen Abgas unter Normbedingungen (gemessen durch IE, 2003-05)



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Kohlenmonoxid-Emissionen – Baxi (DK), Multi-Heat 2,5 – 23 kW_{th}

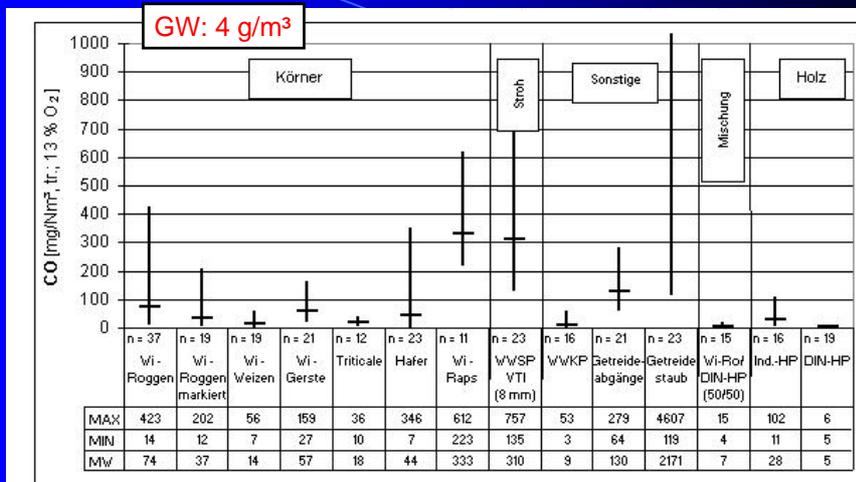


Abbildung 20: Vergleich der Kohlenmonoxidgehalte verschiedener holz- und halmgutartiger Biomassen – Erhebung von Praxisdaten am MULTI HEAT 2,5, Fa. BAXI A/S – 2003/04; angegeben als Viertelstundenmittelwerte bezogen auf 13 % Restsauerstoffgehalt im trockenen Abgas unter Normbedingungen

(gemessen durch TLUG, 2003/04)



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Staub-Emissionen – Baxi (DK), Multi-Heat 2,5 – 23 kW_{th}

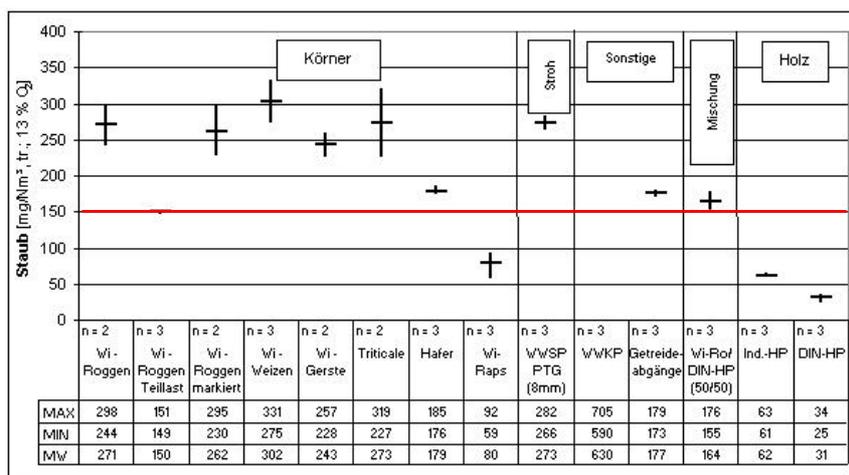


Abbildung 34: Vergleich der Staubemissionen verschiedener holz- und halmgutartiger Biomassen – Erhebung von Praxisdaten am MULTI HEAT 2,5, Fa. BAXI A/S – 2003/04; angegeben als Viertelstundenmittelwerte bezogen auf 13 % Restsauerstoffgehalt im trockenen Abgas unter Normbedingungen

(gemessen durch TLUG, 2003/04)



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Kohlenmonoxid-Emissionen – Fa. Agroflamm (D) Agro 40, 40 kW_{th}

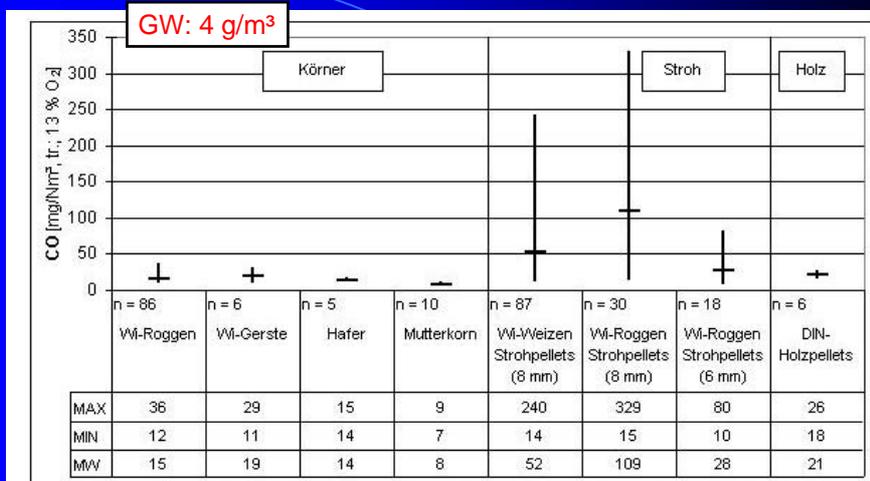


Abbildung 27: Vergleich der Kohlenmonoxidemissionen verschiedener holz- und halmgutartiger Biomassen – Erhebung von Praxisdaten am AGRO 40, Fa. Agroflamm – 2004/05; angegeben als Viertelstundenmittelwerte bezogen auf 13 % Restsauerstoffgehalt im trockenen Abgas unter Normbedingungen (gemessen durch TLUG, 2005)



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Staub-Emissionen – Fa. Agroflamm (D) Agro 40, 40 kW_{th}

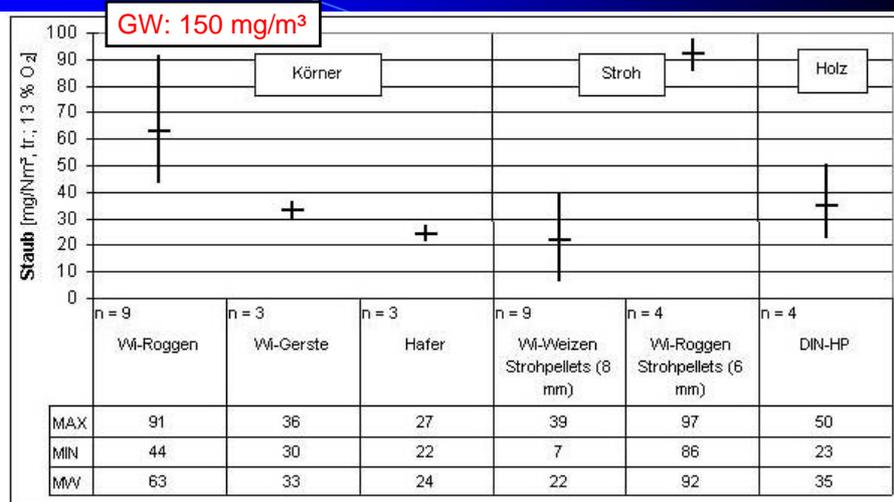


Abbildung 35: Vergleich der Staubemissionen (i. BImSchV) verschiedener holz- und halmgutartiger Biomassen – Erhebung von Praxisdaten am AGRO 40, Fa. Agroflamm – 2004/05; angegeben als Viertelstundenmittelwerte bezogen auf 13 % Restsauerstoffgehalt im trockenen Abgas unter Normbedingungen (gemessen durch TLUG, 2005)



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Anforderungen an Halmgutfeuerungsanlagen

B Untersuchungen

C Neue rechtliche Rahmenbedingungen

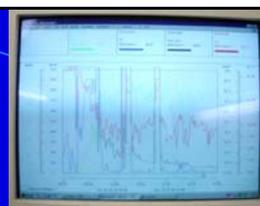
D Ergebnisse der Feldtests

E Ausblick



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Kontinuierliche
Messung von:

O₂, CO, CO₂, SO_x,
NO_x, N₂O, Ges-C



Diskontinuierliche
Messung von:

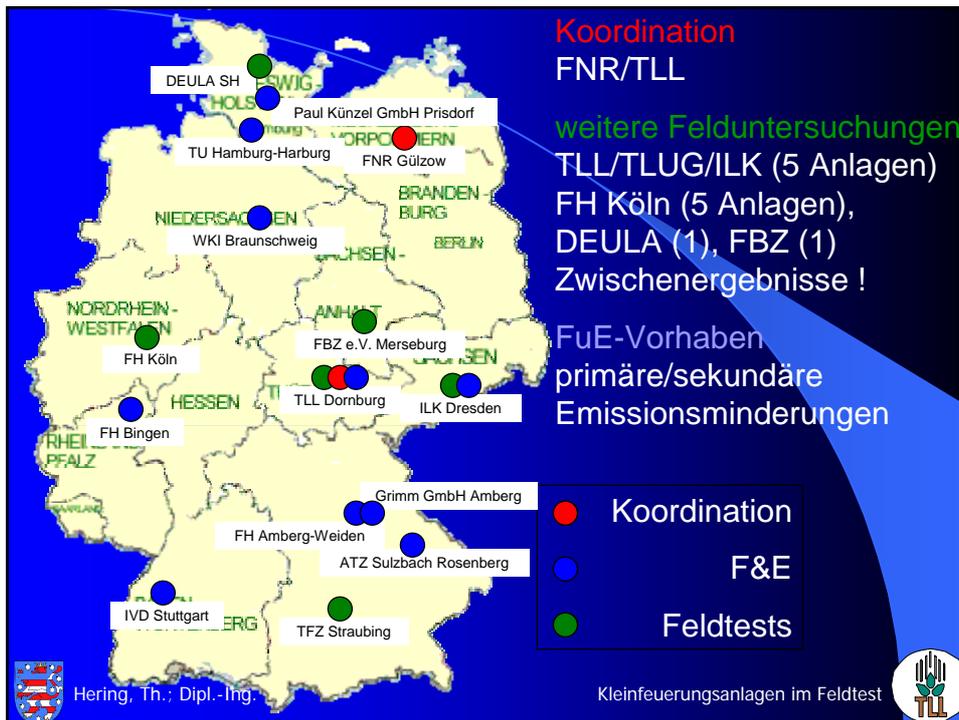
Staub, Feinstaub
PCDD/F, HCl
PAK (Benzo(a)pyren)
BTEX (Benzol)



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest





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 SI	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
Herit	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			

Hering, Th.: Dipl.-Ing. Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Anforderungen an Halmgutfeuerungsanlagen

B Untersuchungen

C Neue rechtliche Rahmenbedingungen

D Ergebnisse der Feldtests

E Ausblick



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinfeuerungsanlagen im Feldtest



C Neue rechtliche Rahmenbedingungen

Referentenentwurf 23. Mai 2007

Entwurf

der Ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV)

Die Bundesregierung verordnet aufgrund des § 23 Abs. 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830) zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Dezember 2006 (BGBl. I, Nr. 62, S. 3180)) nach Anhörung der beteiligten Kreise unter Wahrung der Rechte des Bundestages gemäß § 48b des Bundes-Immissionsschutzgesetzes:

(Quelle: BMU/UBA)



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinfeuerungsanlagen im Feldtest



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
Kohlenstoffmonooxid:	0,25 g/m ³



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinfeuerungsanlagen im Feldtest



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

Emissionsgrenzwerte für Staub und Kohlenstoffmonooxid (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	1,0
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



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinfeuerungsanlagen im Feldtest



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Anforderungen an Halmgutfeuerungsanlagen

B Untersuchungen

C Neue rechtliche Rahmenbedingungen

D Ergebnisse der Feldtests

E Ausblick

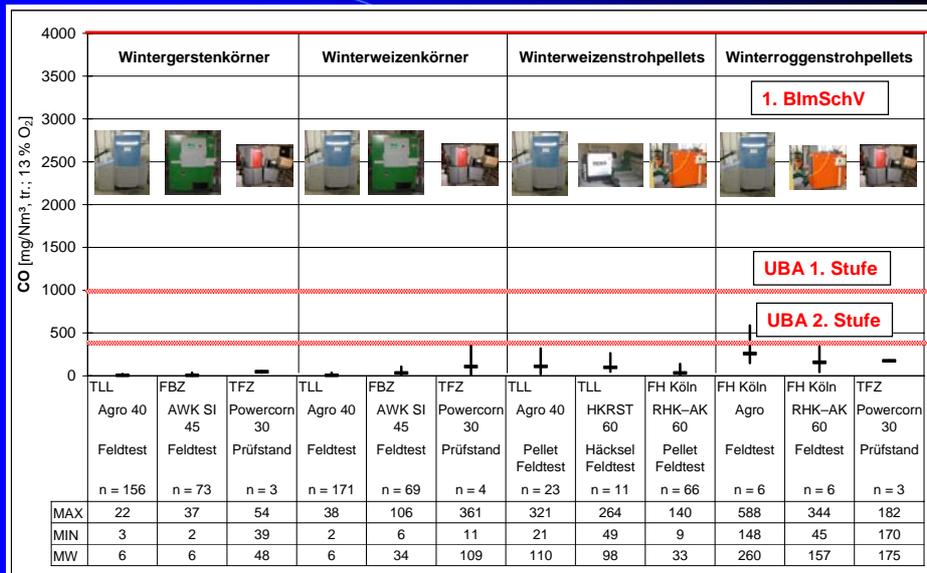


Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Kohlenmonoxid-Emissionen - Vergleich Referenzbrennstoffe

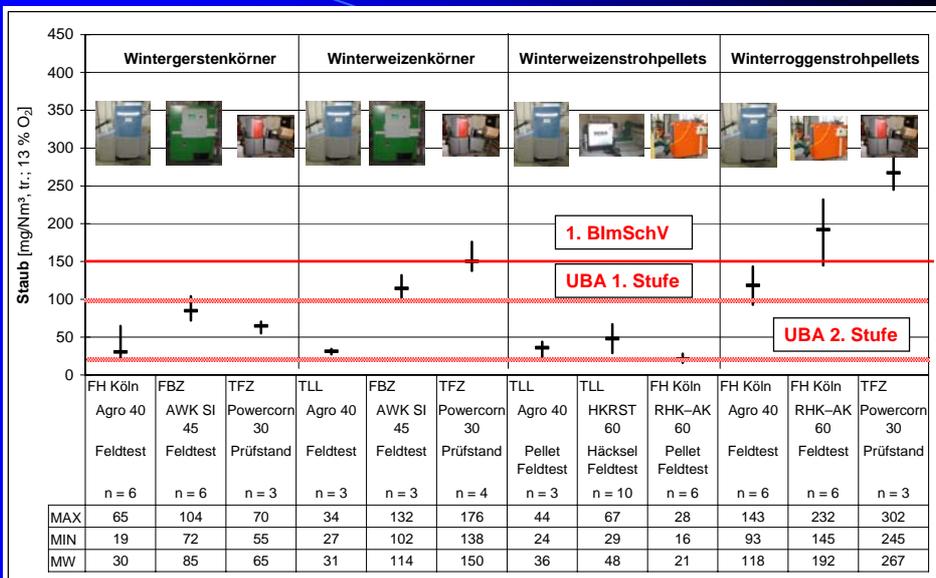


Hering, Th.: Peisker, D.: Dr. Vetter A.

Stand der Halmgutverbrennung



Gesamtstaub-Emissionen – Vergleich Referenzbrennstoffe



Hering, Th.; Peisker, D.; Dr. Vetter A.

Stand der Halmgutverbrennung



Unterschubfeuerung Fa. Agroflam - Langzeittest



Technologie- und Förderzentrum

im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe

Peter Turowski
Paul Roßmann
Dr. Hans Hartmann
Alexander Marks

Kohlenmonoxid(CO)-Emission. |

→ Die mittlere CO-Emission wurde für die Abnahmemessungen mit 28 mg/Nm³ errechnet, beim Langzeitversuch waren es durchschnittlich 25 mg/Nm³. Der letztere Wert liegt damit noch unter dem 10-Jahres-Mittelwert aller Typenprüfsergebnisse von Holzpelletkesseln mit vergleichbarer Leistung (vgl. Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen [6]). Hiermit wird der hohe technische Entwicklungsstand der Feuerung und ihrer Regelung hinsichtlich eines vollständigen Ausbrandes dokumentiert.



Hering, Th.; Dr. Vetter A.

Stand der Halmgutverbrennung



Unterschubfeuerung Fa. Agroflamm - Langzeittest



Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe

Peter Turowski
Paul Roßmann
Dr. Hans Hartmann
Alexander Marks

Tabelle 6: Schadstoffemissionen während des Langzeitversuches (Dauerbetrieb über 173 h bei Nennleistung, Brennstoff Gerstenkörner)

Abgasparameter	Gesamtmittelwert (mg/Nm ³)	Spannweite (Min/Max) (mg/Nm ³)	Variationskoeffizient ^a
CO	25	12 / 182	58 %
NO _x	531	443 / 652	8 %
Staub	51	40 / 58	11 %

^a Standardabweichung der Halbstundenmittelwerte, bezogen auf den Gesamtmittelwert



Hering, Th.: Dr. Vetter A.

Stand der Halmgutverbrennung



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Anforderungen an Halmgutfeuerungsanlagen

B Untersuchungen

C Neue rechtliche Rahmenbedingungen

D Ergebnisse der Feldtests

E Ausblick



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



E Ausblick

weitere Entwicklungen - Voruntersuchungen

Erprobung innovativer Feuerungssysteme TLL – TZNR Dornburg/Jena



IHT-Anlage



wassergekühlte Vorschubrostfeuerung
mit Rauchgasrezirkulation



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Klassifizierung von Brennstoffen

NMP 582 N 0177 D

TECHNISCHE SPEZIFIKATION
TECHNICAL SPECIFICATION
SPÉCIFICATION TECHNIQUE

SCHLUSS-ENTWURF
prCEN/TS 14961

Juli 2004

ICS 75.160.10

Deutsche Fassung

Feste Biobrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und -klassen

Solid biofuels - Fuel specifications and classes

Biocombustibles solides - Classes et spécifications des combustibles

Dieser Technische Spezifikation-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur Annahme im Technischen Komitee vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 335 erstellt.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

Warnvermerk : Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Technischen Spezifikation. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Technischen Spezifikation in Bezug genommen werden.



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Tabelle 5 — Spezifizierung der Eigenschaften von Pellets

Haupttabelle	
Herkunft: Nach 6.1 und Tabelle 1	Holzartige Biomasse (1), Halmgutarige Biomasse (2), Biomasse von Früchtlern (3), Definierte und undefinierte Mischungen (4)
Handelsform (siehe Tabelle 2)	Pellets
Maße (mm)	
Durchmesser (D) und Länge (L) ³	
D06	≤ 6 mm ± 0,5 mm und L ≤ 5 × Durchmesser
D08	≤ 8 mm ± 0,5 mm, und L ≤ 4 × Durchmesser
D10	≤ 10 mm ± 0,5 mm, und L ≤ 4 × Durchmesser
D12	≤ 12 mm ± 1,0 mm, und L ≤ 4 × Durchmesser
D25	≤ 25 mm ± 1,0 mm, und L ≤ 4 × Durchmesser
Wassergehalt (Massenanteil in % im Lieferzustand)	
W10	≤ 10 %
W15	≤ 15 %
W20	≤ 20 %
Aschegehalt (Massenanteil in % auf wasserfreier Bezugsbasis)	
A0,7	≤ 0,7 %
A1,5	≤ 1,5 %
A3,0	≤ 3,0 %
A6,0	≤ 6,0 %
A6,0+	> 6,0 % (tatsächlicher Wert ist anzugeben)
Schwefelgehalt (Massenanteil in % auf wasserfreier Bezugsbasis)	
S0,05	≤ 0,05 %
S0,08	≤ 0,08 %
S0,10	≤ 0,10 %
S0,20+	> 0,20 % (tatsächlicher Wert ist anzugeben)
Mechanische Festigkeit (prozentualer Massenanteil an Pellets nach der Prüfung)	
MF97,5	≥ 97,5 %
MF95,0	≥ 95,0 %
MF90,0	≥ 90,0 %



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Entwicklung von Produktnormen für Halmgüter bzw. Getreide z.B. analog Holzpellet-Normen

Tab. 2:
Regelungsinhalte der ÖNORM M 7135, der
DIN 51731 und der DINplus (grau hinterlegte Felder)

Spezifikation	ÖNORM M 7135	DIN 51731 - HP 1
Physikalische Parameter		
Durchmesser d	4 ≤ d < 10	5 Längenklassen, HP 5: 4 – 10 mm
Länge	≤ 5 x d	< 50 mm
Rohdichte/Schüttdichte	≥ 1,12 g/cm ³	1 - 1,4 g/cm ³
Wassergehalt	≤ 10 %	≤ 12 %
Aschegehalt	≤ 0,5 %	≤ 1,5 %
Heizwert	≥ 18 MJ/kg [*]	17,5 – 19,5 MJ/kg [*]
Natürliche Presshilfsmittel	≤ 2 %	unzulässig
Abrieb	≤ 2,3 %	
Chemische Parameter		
Schwefel	≤ 0,04 %	≤ 0,08 % [*]
Stickstoff	≤ 0,3 %	≤ 0,3 % [*]
Chlor	≤ 0,02 %	≤ 0,03 % [*]
Arsen		≤ 0,8 mg/kg [*]
Cadmium		≤ 0,5 mg/kg [*]
Chrom		≤ 8 mg/kg [*]
Kupfer		≤ 5 mg/kg [*]
Quecksilber		≤ 0,05 mg/kg [*]
Blei		≤ 10 mg/kg [*]
Zink		≤ 100 mg/kg [*]
EOX		≤ 3 mg/kg [*]

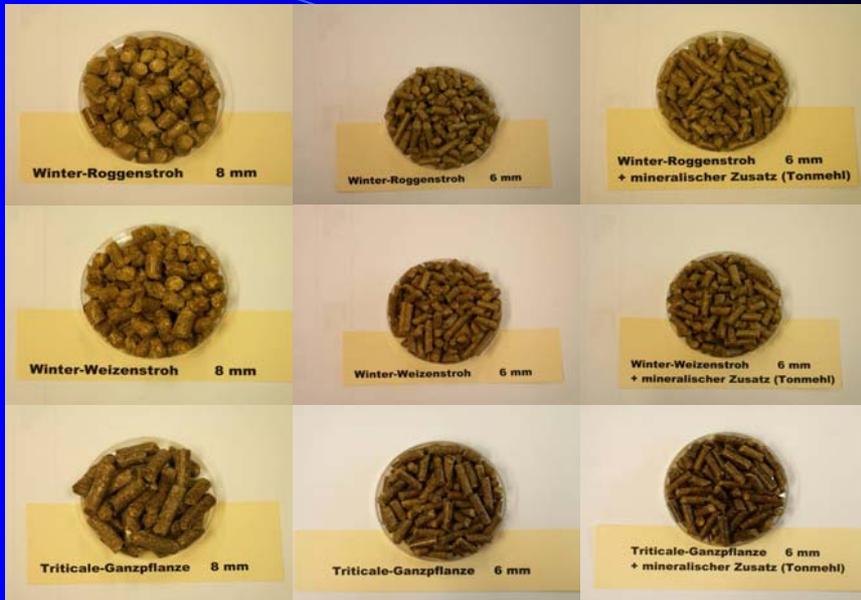


Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Entwicklung von Designbrennstoffen



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Entwicklung von Energie-, Emissionseffizienzklassen für Feuerungsanlagen



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Entwicklung weiterer innovativer Brennstoffe, Brennstoffmischungen und Anlagenkonzepte

Ballenhäcksler



Schubboden



wassergekühlte
Vorschubtreppenrostfeuerung
Rauchgasrezirkulation
Abscheidetechnik



Hering, Th.: Dipl.-Ing.

Kleinf Feuerungsanlagen im Feldtest



Weitere Informationen unter

www.tll.de/nawaro

bzw.

thomas.hering@tll.thueringen.de

