



***Gesetzliche Rahmenbedingungen und  
Entwicklungspotenzial der energetischen  
Nutzung von Getreide und Stroh***

**Dr. A. Vetter (TLL)**

**Th. Hering (TLL)**

**D. Peisker (TLL)**

**Seminarveranstaltung „Alternative Biobrennstoffe“**

**11.05.2006, Berlin**

# Energetische Nutzung für Stroh (verschiedene Szenarien)

Szenarien	2000		2010		2020		2030	
	Mio. t	PJ	Mio. t	PJ	Mio. t	PJ	Mio. t	PJ
Referenz	4,2	58,8	4,1	56,9	4,3	60,5	4,2	58,3
Umwelt	4,2	58,8	3,7	52,2	3,9	54,2	3,7	51,1
Biomasse	7,9	110,2	6,3	88,2	5,3	74,1	5,0	70,5

## Strohpotenzial im Referenzszenario

Angaben in Mio. t/a	2000	2010	2020	2030
Weizen	18,75	16,90	15,89	14,65
Roggen	2,56	2,43	20,29	2,10
Sonstiges Getreide	10,85	10,47	9,92	9,44
Industriegetreide/Vermehrungsflächen/ Verluste	3,94	4,51	50,5	5,48
Summe Getreidestroh	36,01	34,10	32,81	31,18
Einstreu	-8,45	-7,69	-5,88	-5,36
Bodeneinarbeitung	-22,90	-21,90	-22,13	-21,19
Mobilisierungsrate	90 %	90 %	90 %	90 %
Strohpotenzial insgesamt	4,20	4,06	4,32	4,17

Quelle: Fritsche, 2004

## Selbstversorgungsgrad Getreide Deutschland in %

	2000/2001	2002/2003	2004/2005
Weizen	133	120	144
Roggen	172	138	141
Futter- und Industriegetreide	109	101	113

## Stroherträge (berechnet auf Erntejahr 2004)

Art	1.000 t	PJ bez. auf TM
Getreidestroh	38.200	574
Körnermaisstroh	4.000	60
Rapsstroh	8.500	128
Summe	50.700	762

Energetische Verw. %	Stroh 1.000 t	PJ bez. auf TM	Getreide + Raps	PJ
1	-	-	560	9
5	-	-	2.800	45
10	5.070	76	5.600	91
30	15.210	229	-	-
50	25.350	381	-	-

Quelle: Situationsbericht 2005, DBV

zum Vergleich: Holznutzung in Deutschland 2005

→ 2,3 % des PEV  $\hat{=}$  333 PJ  $\hat{=}$  ca. 21 Mio. t TM Holz

Quelle: AG Erneuerbare Energien, Statistik, BMU 2006

# Relevante Emissionsgrenzwerte beim Einsatz von festen Bioenergieträgern (nach 4. BImSchV [TA-Luft] bzw. 1. BImSchV)

Anlagengröße	relevante	Bezugs- sauerstoff	Emissionsgrenzwerte				
	Vorschrift		CO	Staub	Ges.-C	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
		Vol. %	g/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	g/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>
<b>Emissionsgrenzwerte bei der Verfeuerung von unbehandeltem Holz</b>							
< 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
<b>Besondere Regelung beim Einsatz von Stroh und ähnlichem pflanzlichen Material</b>							
< 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

- In Anlagen nach 1. BImSchV ist der Einsatz von Getreidekörnern nicht gestattet
- Zusätzlich können weitere Grenzwerte aus den allgemeinen Anforderungen der TA-Luft herangezogen werden. Dies betrifft neben bestimmten Staubinhaltsstoffen auch weitere organische und anorganische Komponenten u.a. HCl, CDD/F





## Type approval requirements in Denmark (Quelle: Oravainen, H.; 2000)

Fuel	Feed method	CO content at part output (30 %)	CO content at nominal output	Particle content at nominal output
		ppm <sup>1)</sup> (10 % O <sub>2</sub> )	ppm <sup>1)</sup> (10 % O <sub>2</sub> )	ppm (10 % O <sub>2</sub> )
Billets, pellets, saw-dust, chips, corn	Manual	5.000	5.000	300
Billets, pellets, saw-dust, chips, corn	Automatic	1.500	1.000	300
Straw	Manual	8.000	8.000	600
Straw	Automatic	4.000	3.000	600

<sup>1)</sup> x 1,25

### Ergänzung:

- Typenprüfung gilt für:
  - automatisch beschickte Kessel < 250 kW
  - stückweise beschickte Kessel < 400 kW
- Grenzwerte gelten nur bei Beantragung von Fördermitteln
- Getreideverbrennung in Anlagen > 250 kW ist grundsätzlich nicht gestattet
- größere Anlagen (> 1 MW) zur Strohverbrennung haben Richtwerte für Staub, CO, NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub>

# Wertung der Inhaltsstoffe bei der Stroh- und Getreideverbrennung

(I)

Einfluss auf die Verbrennungsführung (A), Emissionen (B), und Ascheverwertung (C) Wichtung A, B, C : 1 (groß), 2 (mittel), 3 (gering),

Eigenschaften/ Element	Auswirkung auf	Art der Auswirkung	Wichtung
Heizwert $H_U$	A	Anlagenauslegung; Brennstoffzuführung	-
Wassergehalt	A	Heizwert, Lagerfähigkeit, Brennstoffzuführung	1
Aschegehalt	A, B	Staubemission, Auslegung, Staubscheidesysteme	1
Aschezusammen- setzung	B	Aschefraktionierung beeinflusst Auslegung der Staubabscheidesysteme	(1)
Ascheschmelz- verhalten	A, B	Verschmutzungen und Verschlackungen der Wärmetauscherflächen, Anlagenverfügbarkeit	1
N	B	$\text{No}_x$ -Emissionen	1
Cl	A, B	Hochtemperaturchlorkorrosion, HCl-Emission	1
S	A, B	Fördert Chlorkorrosion, $\text{SO}_2$ -Emissionen (Ascheeinbindung), Verschmutzung durch Alkalisulfate	1 – 2
K	A, B, C	Erniedrigt Ascheschmelzpunkt, KCl-Emission, Korrosion, Verschmutzung, Verschlackung durch Bildung von Alkalisilikaten, Hauptascheelement (Stroh)	1
P	A, C	Schadstoffeinbindung in Asche	2
F	B	HF-Emissionen	-
Na	A	Erniedrigt Ascheschmelzpunkt, Korrosion, Verschmutzung, Verschlackung durch Bildung von Alkalisilikaten	2



Eigenschaften/ Element	Auswirkung auf	Art der Auswirkung	Wichtung
Mg	A	Erhöht Ascheschmelzpunkt	2
Al	A	Erhöht Ascheschmelzpunkt, Verschmutzung, Verschlackung	2
Ca	A	<u>Verändert?</u> Ascheschmelzpunkt, Hauptascheelement (Holz)	2
Fe	A	Erhöht Ascheschmelzpunkt, Verschmutzung, Verschlackung	-
Si	A	Erhöht Ascheschmelzpunkt, Verschmutzung, Verschlackung, Hauptaschebildungselement	2 – 3
Cu	C	Verwertbarkeit der Verbrennungsrückstände, Emissionsgrenzen	-
Pb	C	Verwertbarkeit der Verbrennungsrückstände, Emissionsgrenzen	2
Zn	C	Verwertbarkeit der Verbrennungsrückstände, Emissionsgrenzen	2
Cr	C	Verwertbarkeit der Verbrennungsrückstände,	2 – 3
Cd	C	Verwertbarkeit der Verbrennungsrückstände, Emissionsgrenzen	2
As, Co, V, Mn, Mo, Ni, Hg	C	Verwertbarkeit der Verbrennungsrückstände	-



# Übersicht der Hersteller von Strohfeuerungsanlagen (Quelle: Hering, Peisker, Vetter, 2005)

Hersteller	Land	Feuerungsprinzip	Aufbereitungsform		Leistung
			Pellet	Häcksel/Ballen	[kW <sub>th</sub> ]
Agroflamm	D	Unterschubfeuerung	X		40
Ferro	D	Einschub-, Muldenfeuerung	X		35 bis 1.000
Herlt	D	Ganzballenvergaser		X	85 bis 400
Lambion	D	Unterschub-, Rostfeuerung	X	X	ab 150
Lopper	D	Rostfeuerung	X	X	50 bis 500
Oschatz Anlagenbau	D	Rostfeuerung	X	X	ab 1.000
Ökotherm	D	Vorofen-, Muldenfeuerung	X		10 bis 800
Kohlbach	A	Ballenteiler-Einschubfeuerung		X	ab 1.000
Ökofen	A	? (Markteinführung geplant in 2007)	X		10 bis 30
Pelletheiztechnik	A	Unterschubfeuerung	X		14 bis 40
Alcon	DK	Ganzballenvergaser		X	130 bis 650
Babcock Wilcox Volund	DK	Rostfeuerung		X	ab 5.000
Bioner	DK	Rostfeuerung	X	X	ab 5.000
CN Maskinfabriken	DK	Vorofenfeuerung	X	X	15 bis 120
Danstoker	DK	Rostfeuerung	X	X	70 bis 20.000
Euro Therm	DK	Rostfeuerung	X	X	500 bis 10.000
Inventor	DK	Rostfeuerung		X	1.600 bis 4.500
Kem	DK	Rostfeuerung	X	X	ab 1.000
K. F. Halmfyr	DK	Ganzballenvergaser		X	570
Linka	DK	Ballenteiler-Einschubfeuerung		X	70 bis 10.000
Overdahl	DK	Ganzballenvergaser		X	12 bis 144
Reka	DK	Rostfeuerung	X	X	10 bis 6.500
Weiss	DK	Rostfeuerung	X	X	2 bis 10.000



## Strohheizwerk Jena

Brennstoff: Stroh und Ganzpflanzen

Leistung:  $1,75 \text{ MW}_{\text{th}}$



## 2. Anlægen für Ganzballen

Diskontinuierliche Beschickung: z.B. Fa. Overdahl, Herlt

### Typegodkendte fyringsanlæg

[Forside](#)  
[Søgning](#)  
[Beregning](#)  
[Vejledning](#)  
[Vis hele listen](#)

**Overdahl** K-150  
**Anlægstype:** Portionsfyret halmkedel  
**Beskrivelse:** -  
**Bemærkninger:** Skal installeres med akkumuleringstank

**Ydelse:** 168 - 168 kW  
**Virkningsgrad:** 83 - 83 %  
**CO-emission:** 1075 - 1075 mg/m<sup>3</sup>  
**Støv:** 153 mg/m<sup>3</sup>



## Übersicht der Hersteller von Getreidefeuerungsanlagen (Quelle: Hering, Peisker, Vetter; 2005)

Hersteller	Land	Feuerungsprinzip	Leistung [kW <sub>th</sub> ]
Agriservice	Deutschland	Unterschubfeuerung	12 bis 25
Agroflamm	Deutschland	Unterschubfeuerung	40
Ferro (baugleich Passat)	Deutschland	Einschub-, Muldenfeuerung	8 bis 158
Lambion	Deutschland	Unterschub-, Rostfeuerung	ab 100
Lopper	Deutschland	Rostfeuerung	50 bis 500
Oschatz Anlagenbau	Deutschland	Rostfeuerung	ab 1.000
Ökotherm	Deutschland	Vorofen-, Muldenfeuerung	10 bis 800
Biokompakt	Österreich	Unterschubfeuerung	25 bis 100
Fröling	Österreich	Rostfeuerung	bis 100
Guntamatic	Österreich	Rostfeuerung	7 bis 25
Pelletheiztechnik	Österreich	Unterschubfeuerung	14 bis 40
Polytechnik	Österreich	Unterschub-, Rostfeuerung	500 bis 15.000
Schmid	Schweiz	Rostfeuerung	300 bis 1.600
Baxi	Dänemark	Einschub-, Muldenfeuerung	23 bis 37
Bioner	Dänemark	Rostfeuerung	ab 5.000
CN Maskinfabriken	Dänemark	Vorofenfeuerung	15 bis 120
Euro Therm	Dänemark	Rostfeuerung	500 bis 10.000
Primdal & Haugesen	Dänemark	Einschub-, Muldenfeuerung	12 bis 47
Pilevang	Dänemark	Einschub-, Muldenfeuerung	20 bis 55
Refo	Dänemark	Einschub-, Muldenfeuerung	10 bis 37
Reka	Dänemark	Rostfeuerung	10 bis 6.500
Twin Heat	Dänemark	Einschub-, Muldenfeuerung	5 bis 70
Weiss	Dänemark	Rostfeuerung	2.000 bis 10.000

# Im FNR Projekt „Energetische Verwertung von Getreide und Halmgutpellets“ (2003-05) untersuchte Anlagen (TLL/TLUG u. IE)

Anlagentyp	Leistungsklasse	Hersteller
Vorofenfeuerung mit wassergekühlter Brennmulde	900 kW <sub>th</sub>	Firma Okotherm
Unterschubfeuerung	40 kW <sub>th</sub>	Firma Agroflamm
Brennmuldenfeuerung	23 kW <sub>th</sub>	Firma Baxi
Schubrostfeuerung	23 kW <sub>th</sub>	Firma Ferro
Vorschubrostfeuerung	25 kW <sub>th</sub>	Firma Reka



# Emissionsanforderungen für Kleinfeuerungsanlagen für Holz in Europa

Land	Grenzwerte (Stand: Januar 2000)			
	CO	Staub	Ges.-C	NO <sub>x</sub>
Belgien	keine Emissionsgrenzwerte			
Dänemark <sup>1)</sup>	X	X		
Deutschland <sup>1)</sup>	X	X		
Estland	keine Emissionsgrenzwerte			
Finnland				
Frankreich				
Großbritannien				
Irland				
Italien				
Lettland				
Litauen				
Niederlande				
Portugal				
Österreich	X	X	X	X
Schweden			X	
Schweiz	X	X		
Spanien	keine Emissionsgrenzwerte			

<sup>1)</sup> In Deutschland und Dänemark (bei Förderung) auch für Stroh

Quelle: Testing methods and emission requirements for small boilers (< 300 kW) in Europe  
(Heikki Oravainen, Bioenergy Network)