



## Stand und Erfahrungen bei der Verbrennung von Getreide

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



# Thüringer Zentrum Nachwachsende Rohstoffe

- **F&E**

- Energiepflanzenanbau

- Energetische Verwertung Getreide/Stroh

- dezentrale Ölsaatenverarbeitung

- Hanf, Arznei-/Gewürzpflanzen

- **Beratung/Öffentlichkeitsarbeit**

- Wärme

- Strom

- Kraftstoffe

- Dämmstoffe

} aus Biomasse





# Thüringer Zentrum Nachwachsende Rohstoffe



Biomasseheizanlage



Schaugarten



Versuchsfeld



## Aktivitäten der TLL im Bereich biogener Festbrennstoffe

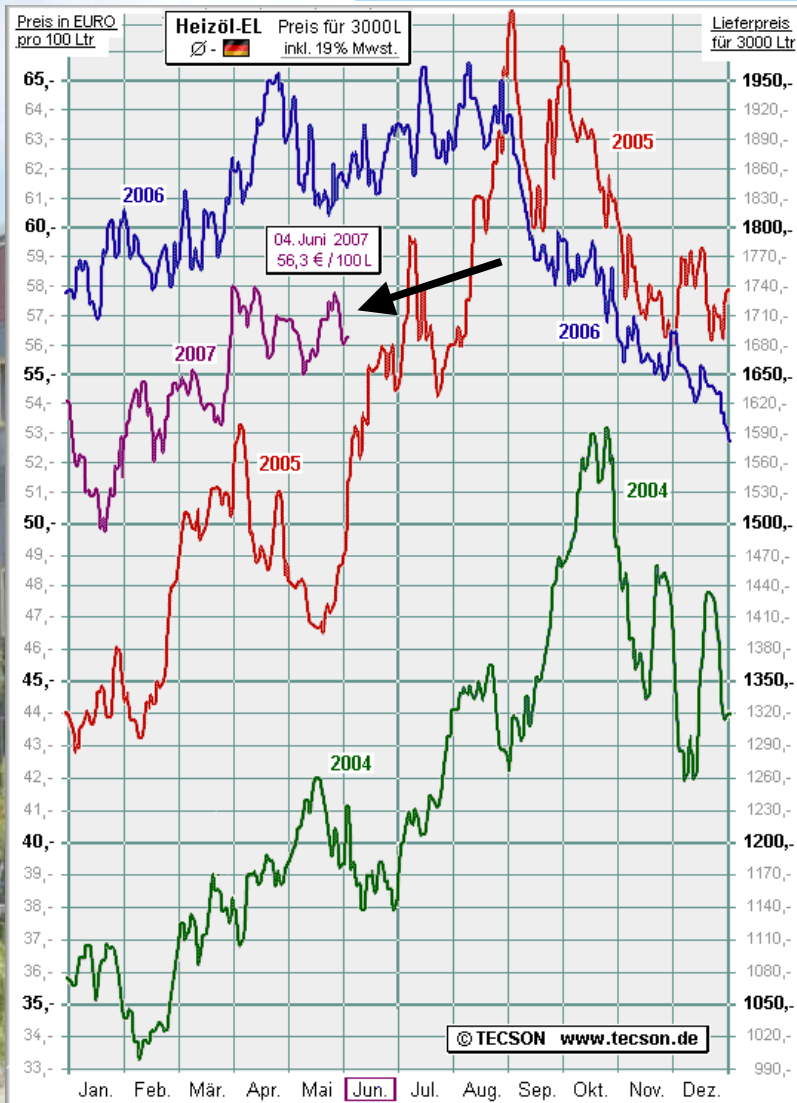
- 1994-1995: Strohheizwerk Schkölen (DBU)
- 1994-1996: Untersuchungen zur züchterischen Verbesserung von Triticale bezüglich seiner Eignung als Energiepflanze (BMELV)
- 1998-2001: Voraussetzung zur Standardisierung biogener Festbrennstoffe (FNR)
- 2001: Prüfung d. Gebrauchstauglichkeit von Non-Food Getreide und dessen Eignung für die thermische Verwertung (FNR)
- 2003-2005: Energetische Nutzung von Getreide und Halmgutpellets (FNR)
- 2005-2007: Untersuchungen des Emissionsverhaltens von getreide- u. halmguttauglichen Feuerungsanlagen in der Praxis (FNR)**



- 1. Einleitung/Motivation**
- 2. Thermische Verwertung von Getreide**
  - 2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen**
  - 2.2 Stand der Technik Getreideverbrennung**
  - 2.3 Ausblick**
- 3. Zusammenfassung**



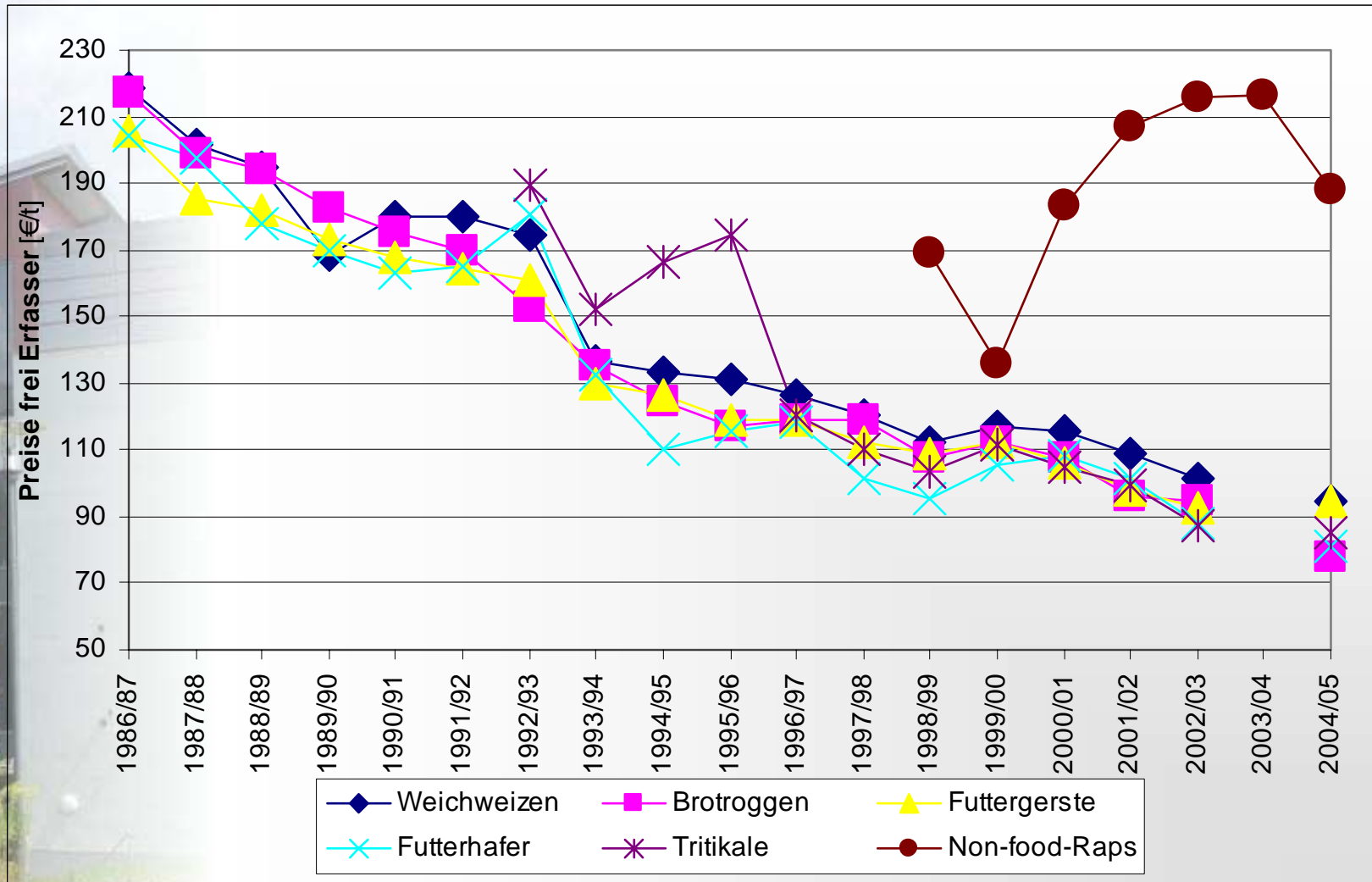
# Preisentwicklung fossiler Energieträger



- Nachfrage (Asien)
- Spekulationen, Wechselkurse
- Naturkatastrophen
- Raffineriekapazitäten
- Streik/Anschläge
- Ölqualitäten
- Preisbindung Erdgas → Öl



# Preisentwicklung Getreide



Quelle: ZMP-Bilanzen Getreide, Ölsaaten, Futtermittel (nicht inflationsbereinigt), DBV



## Vergleich Brennstoffkosten für automatisch beschickbare KFA

	Heizöl	Erdgas	Hackschnitzel (TM)	Holzpellets (TM)	Strohpellets (TM)	Getreide (TM)
<b>Preis</b>	0,6 €/l	0,64 €/m <sup>3</sup>	80 €/t	230 €/t	150 €/t	130 €/t
<b>Hu</b>	10 kWh/l	9,5 kWh/m <sup>3</sup>	4,1 kWh/kg	5,3 kWh/kg	4,7 kWh/kg	4,7 kWh/kg
<b>η</b> [%]	90	100	85	90	80	85
<b>Preis</b> [ct/kWh]	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>2,3</b>	<b>4,8</b>	<b>4,0</b>	<b>3,3</b>



# Nutzungskonkurrenz bei Getreide

Nahrungs-/Futtermittel

Getreide

Energie

Industrie

- Ethanol (1,6 Mio.t)
- Biogas (> 50 % in BGA)
- Wärme (?)

- Stärke
- Dämmstoff

food/feed

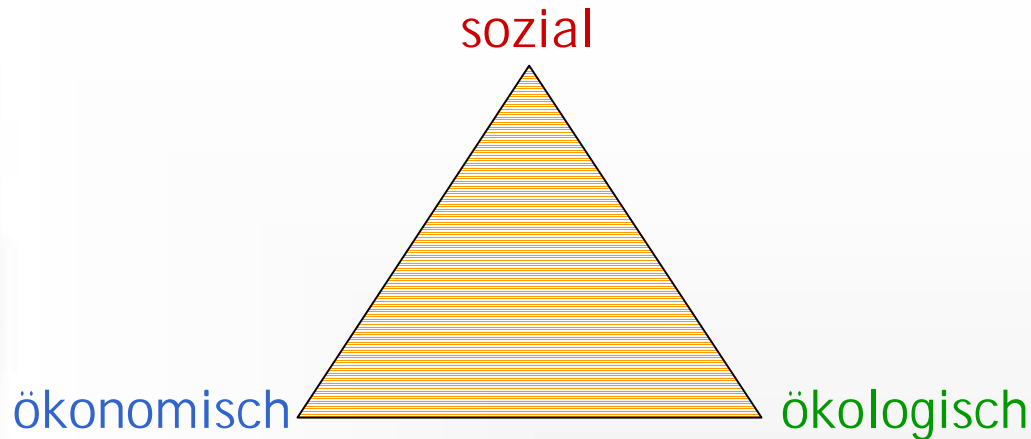


Non-food





## Zieldreieck einer nachhaltigen Energieversorgung



- Regionale Wertschöpfung
- effizienter Klimaschutz
- Erhalt der Biodiversität durch Energiepflanzenanbau
- Beitrag zur Versorgungssicherheit
- Erhalt der Kulturlandschaft
- Rentabilität bei hohen Energiepreisen



1. Einleitung/Motivation
2. Thermische Verwertung von Getreide
  - 2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen
  - 2.2 Stand der Technik Getreideverbrennung
  - 2.3 Ausblick
3. Zusammenfassung



## Was darf ich verbrennen in KFA (1. BImSchV)?

### Anlagen bis 15 kW

**Einsatz von Getreide, Stroh und Rapskuchen verboten**

### Anlagen > 15 kW und < 100 kW

Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe (Schilf, Elefantengras, Heu, Maisspindeln),

**Einsatz von Getreide, Rapskuchen verboten**

(Ausnahmeregelungen nach § 20 möglich)

### Anlagen > 100 kW

genehmigungsbedürftig nach 4. BImSchV (Grenzwerte TA Luft)



## Ausnahmeregelung nach § 20 1. BImSchV für Getreide (Thüringen)

- nur in Betrieben der Landwirtschaft, agrargewerblicher Sektor
- Einsatz von Getreideganzpflanzen, Getreidekörner
- Bruchkörner, bei Getreidereinigung anfallende Nebenprodukte
- Anbaufläche: mind. 1 Jahr nicht mit chloridhaltigen Düngemitteln gedüngt
- nur bauartgeprüfte Anlagen von 15-100 kW
- **Anlagen auf Prüfstand** (13 % O<sub>2</sub> und in Anlehnung an DIN EN 303 Teil 5)
  - NO<sub>x</sub> < 500 mg/m<sup>3</sup>, Staub < 75 mg/m<sup>3</sup>
- **Anlagen in Praxis** (13 % O<sub>2</sub>)
  - 15 bis 50 kW: Staub 100 mg/m<sup>3</sup>; CO 1 g/m<sup>3</sup>
  - 50 bis 100 kW: Staub 75 mg/m<sup>3</sup>; CO 0,5 g/m<sup>3</sup>

**Ausnahmeregelungen gelten unter Vorbehalt Novellierung 1. BImSchV**



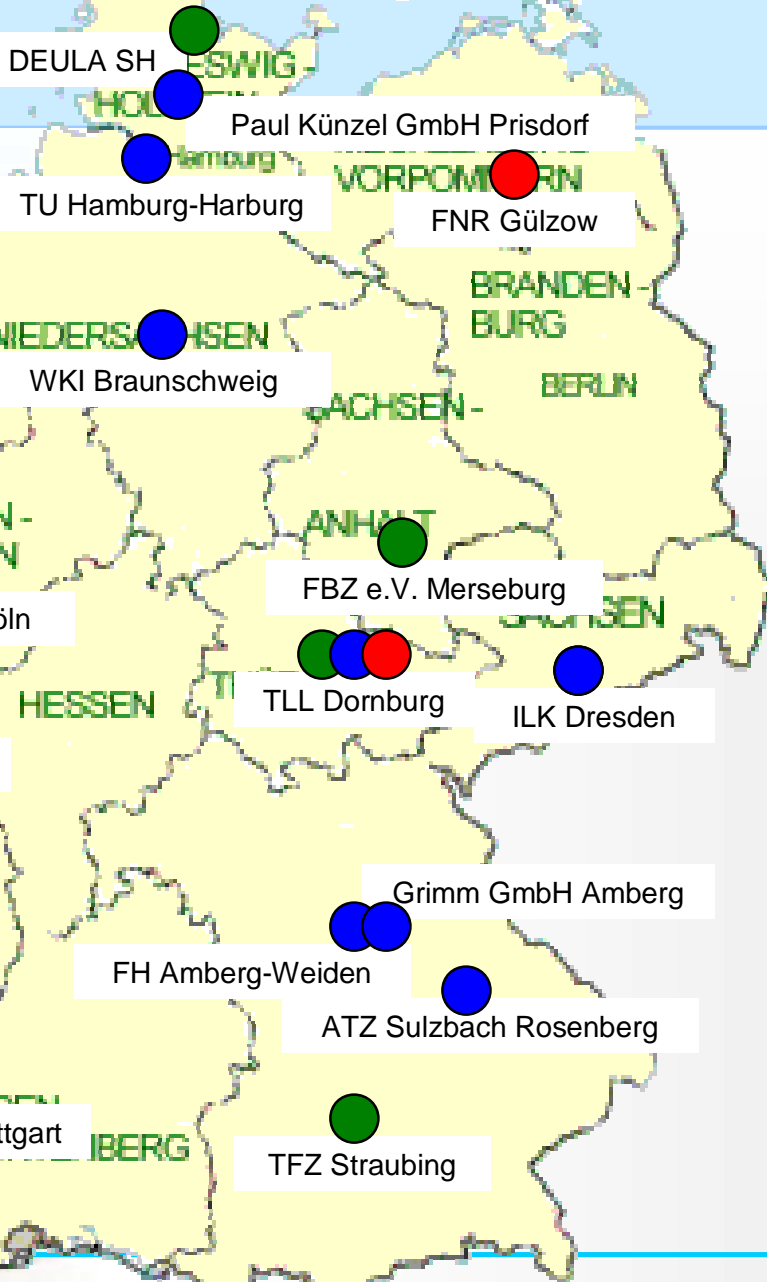
# Emissionsgrenzwerte nach 1. BImSchV bzw. 4. BImSchV (TA Luft)

Anlagengröße	relevante	Bezugs- sauerstoff Vol. %	Emissionsgrenzwerte				
	Vorschrift		CO	Staub	Ges.-C	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
			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

Zusätzlich können weitere Grenzwerte aus den allgemeinen Anforderungen der TA-Luft herangezogen werden, z. B. HCl, PCDD/F, Benzol, Benzo(a)pyren



1. Einleitung/Motivation
2. Thermische Verwertung von Getreide
  - 2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen
  - 2.2 **Stand der Technik Getreideverbrennung**
  - 2.3 Ausblick
3. Zusammenfassung



## Koordination

FNR/TLL

## Felduntersuchungen

TLL/TLUG/ILK (5 Anlagen)  
 FH Köln (5 Anlagen),  
 DEULA (1), FBZ (1)

## FuE-Vorhaben

primäre/sekundäre  
 Emissionsminderungen

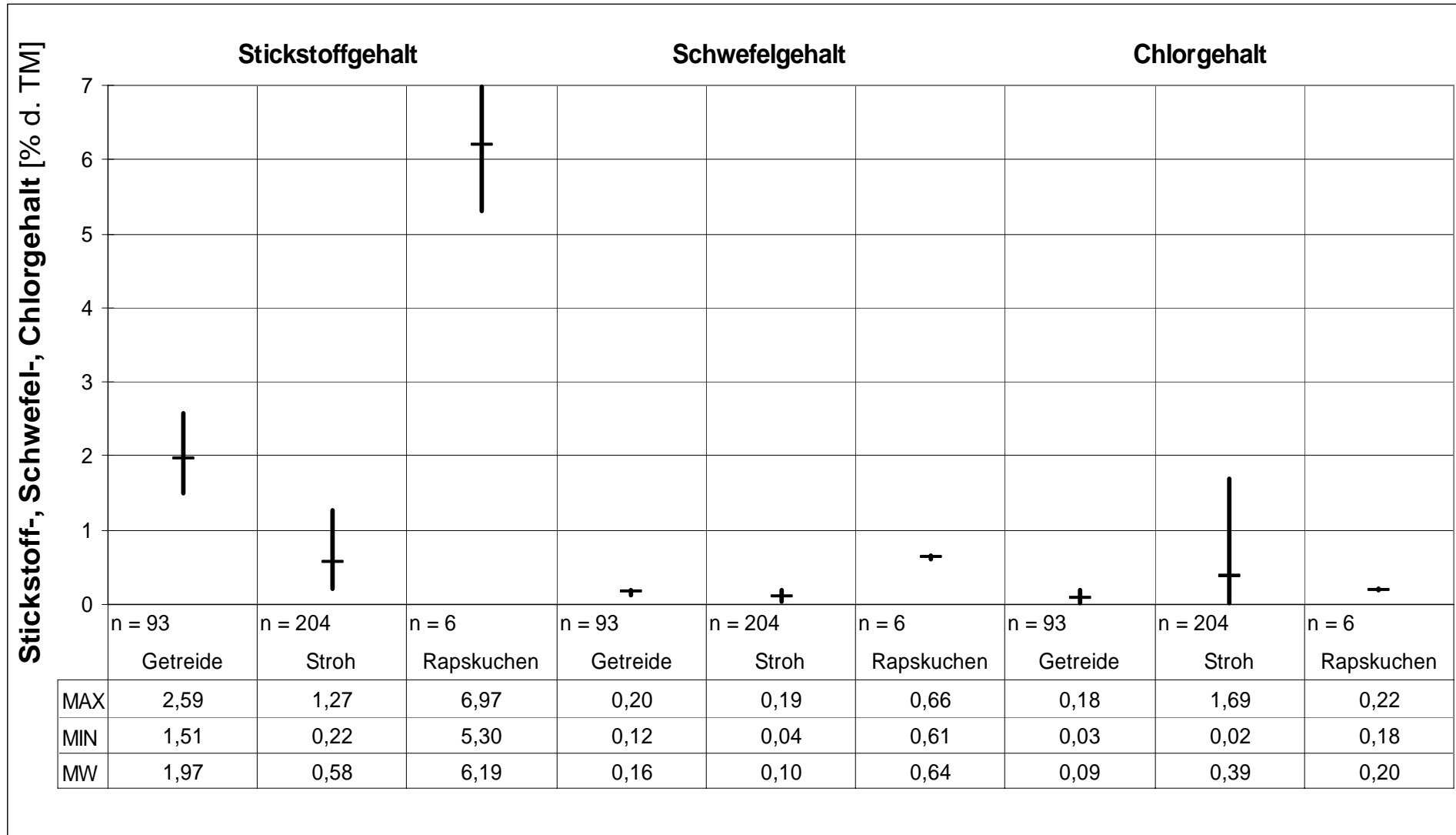


## Probleme bei Verbrennung landwirtschaftlicher Biomassen

- kritische Inhaltsstoffe: N, Cl, S, Mineralien
- Emissionen: **(Fein-)Staub**,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , Cl-Verbindungen
- hoher Ascheanfall/Verschlackung
- Korrosion (HCl)
- Geruch (An- und Abfahrprozesse)
- ethische Einwände bei Getreideverbrennung



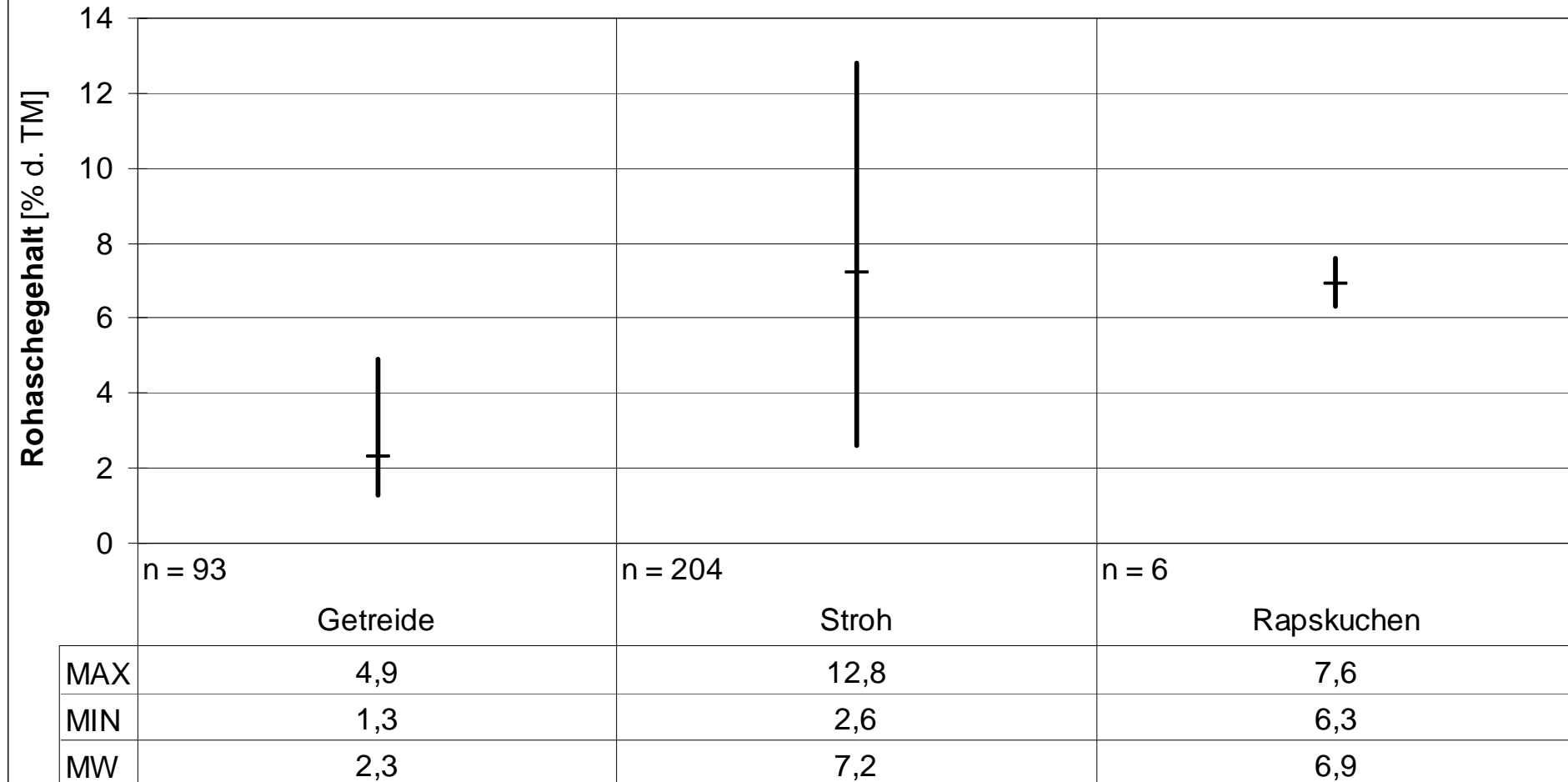
# Emissionsrelevante Inhaltsstoffe





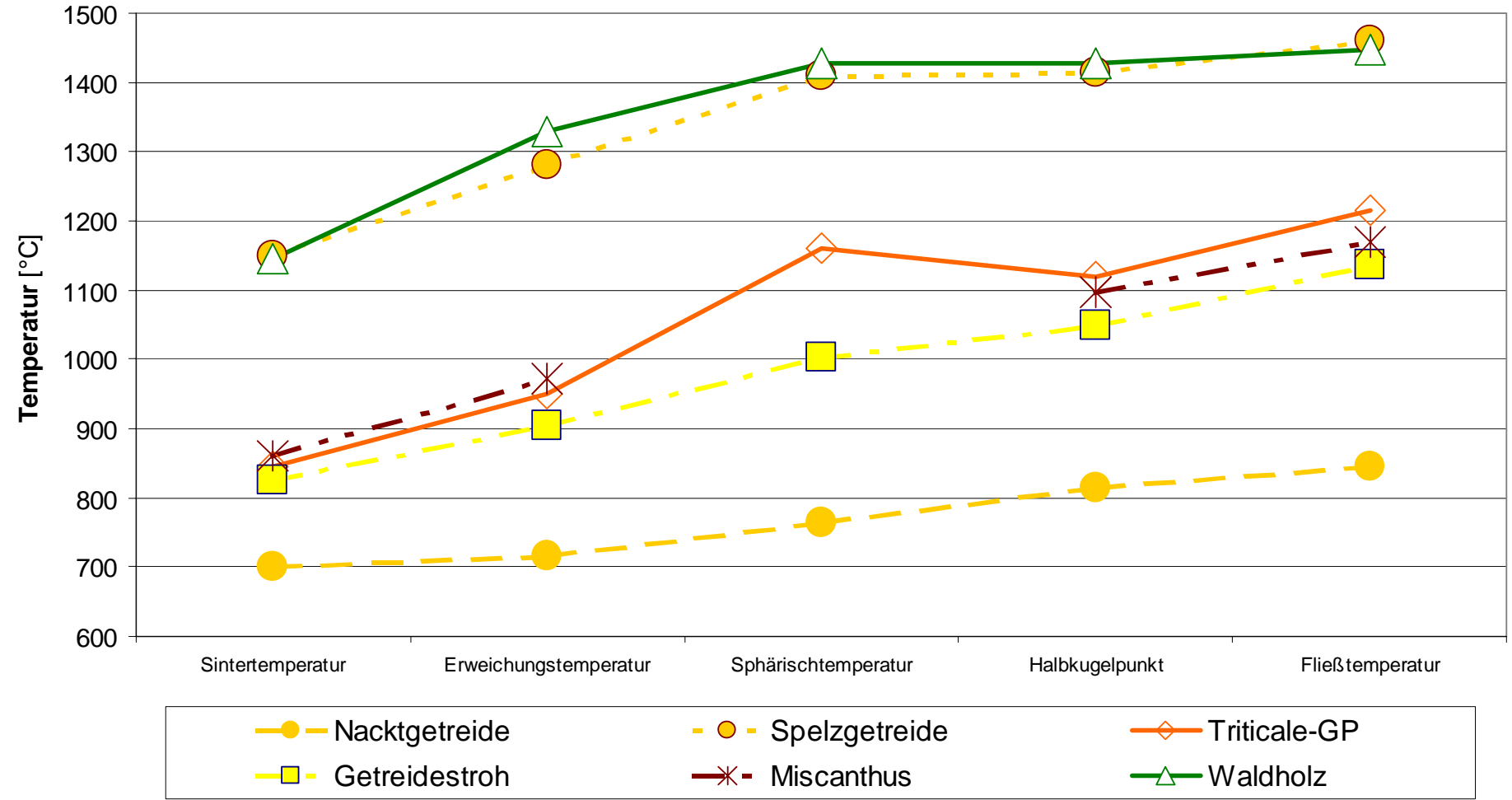
# Aschegehalte

## Rohaschegehalte





# Ascheschmelzpunkte





# Überblick Hersteller Getreidefeuerungsanlagen

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
Oschatz Anlagenbau	Deutschland	Rostfeuerung	ab 1.000
Ökotherm	Deutschland	Vorofen-, Muldenfeuerung	10 bis 800
Biokompakt	Österreich	Unterschubfeuerung	25 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



## Praxisbeispiel I - TLPVG, Buttstedt

- Agro 40, Fa. Agroflamm
- Unterschubfeuerung
- zweistufige Verbrennung
- automatische Zündung, Ascheaustrag





## Praxisbeispiel II - Landwirt

- HKRST 30, Fa. Reka
- Vorschubrostfeuerung
- Gluthaltebetrieb
- manueller Ascheaustrag





## Praxisanlage III - Landwirt

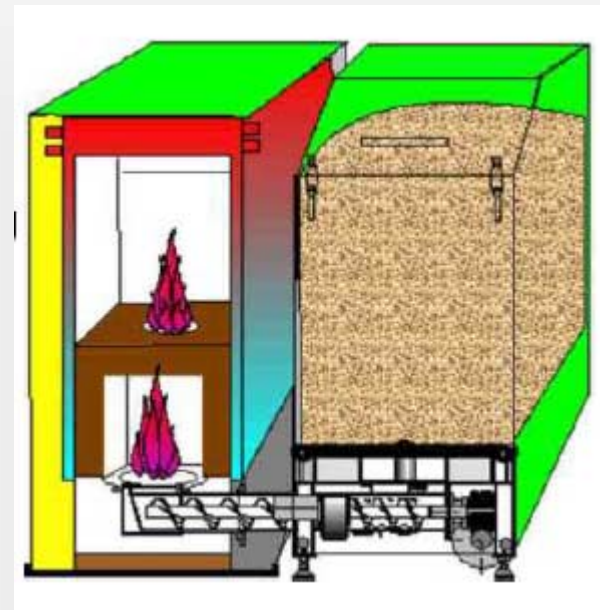
- Powercorn, Fa. Guntamatic
- Rostfeuerung
- automatische Zündung
- automatischer Ascheaustrag





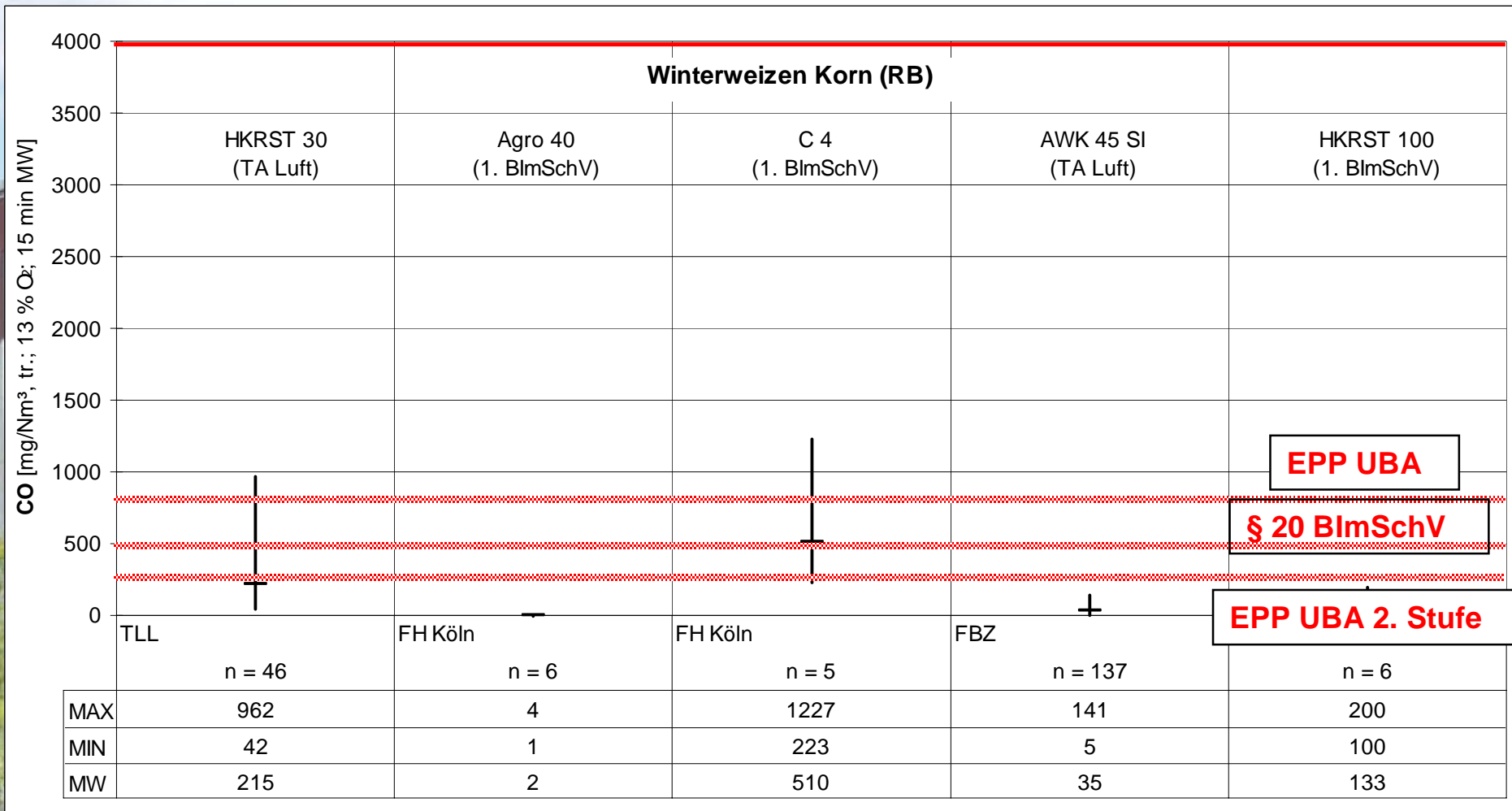
## Praxisanlage IV

- AWK 45, Fa. Biokompakt
- Unterschubfeuerung
- automatische Entaschung
- Kalkdosierung



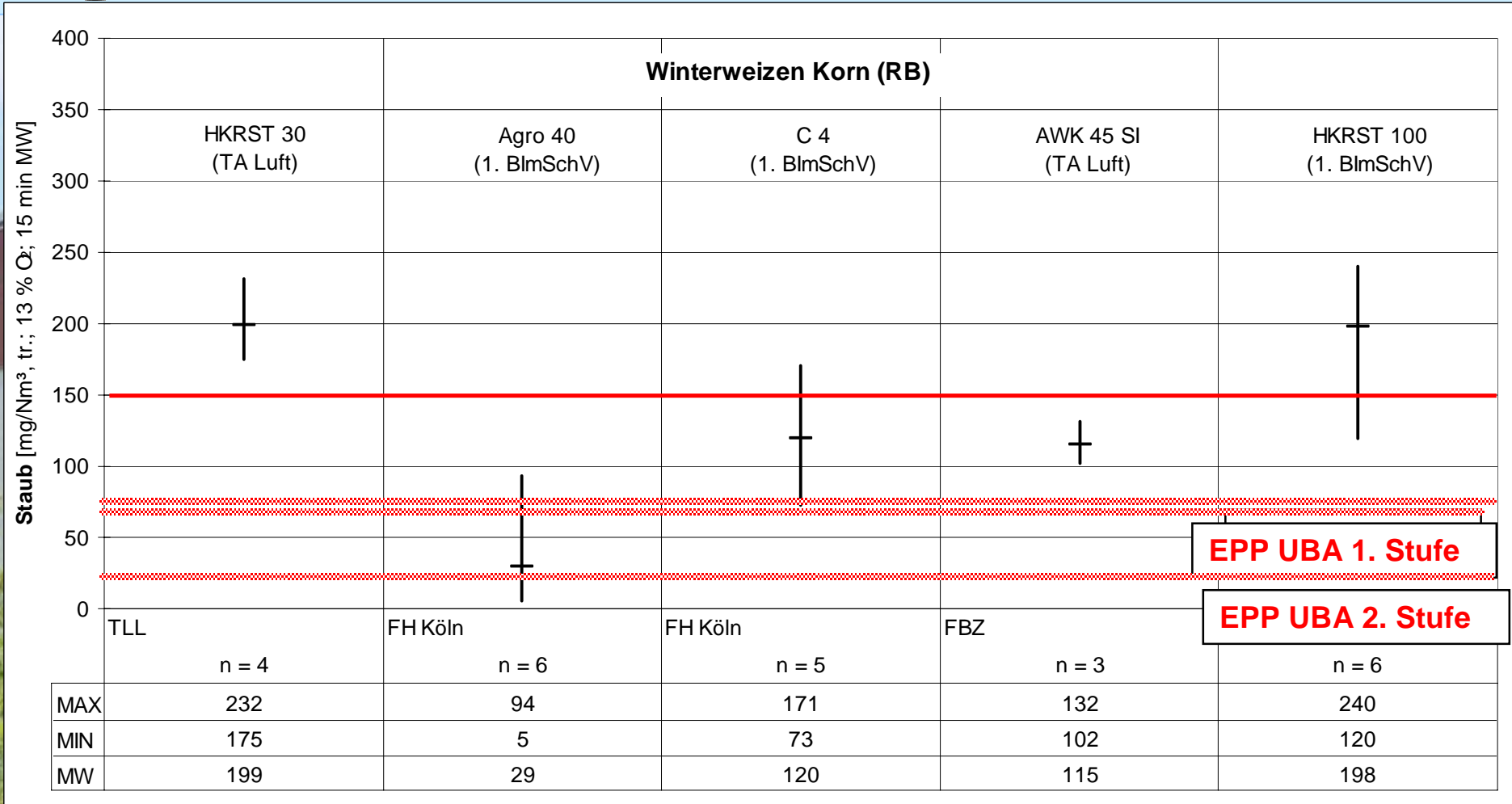


# Kohlenmonoxidemissionen von Wi-Weizen



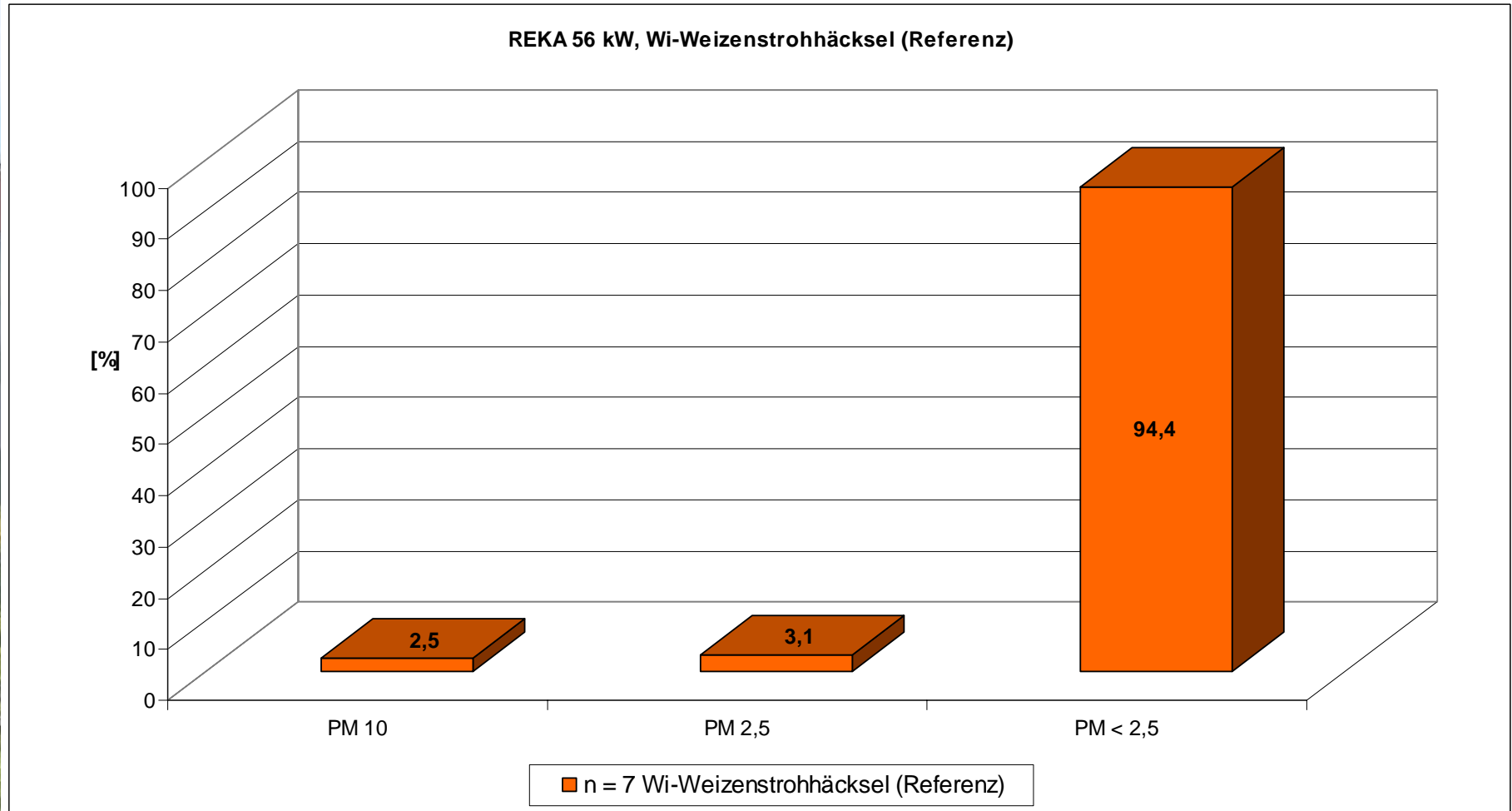


# Staubemissionen Wi-Weizen





# Feinstaubverteilung (Jonas)





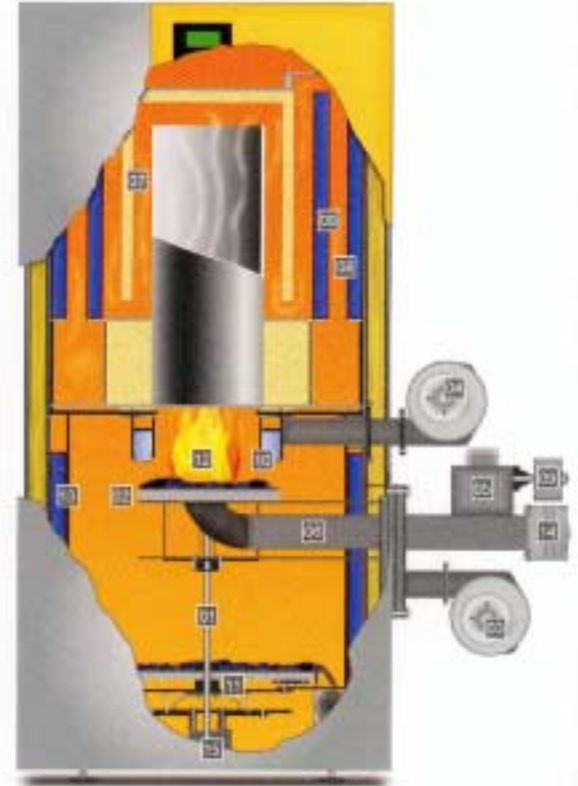
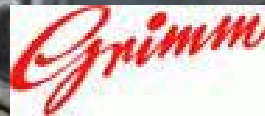
1. Einleitung/Motivation
2. Thermische Verwertung von Getreide
  - 2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen
  - 2.2 Stand der Technik Getreideverbrennung
  - 2.3 **Ausblick**
3. Zusammenfassung



# Primärseitige Entwicklungen - Entwicklung neuer Feuerungssysteme



Wassergekühlter Vorofen



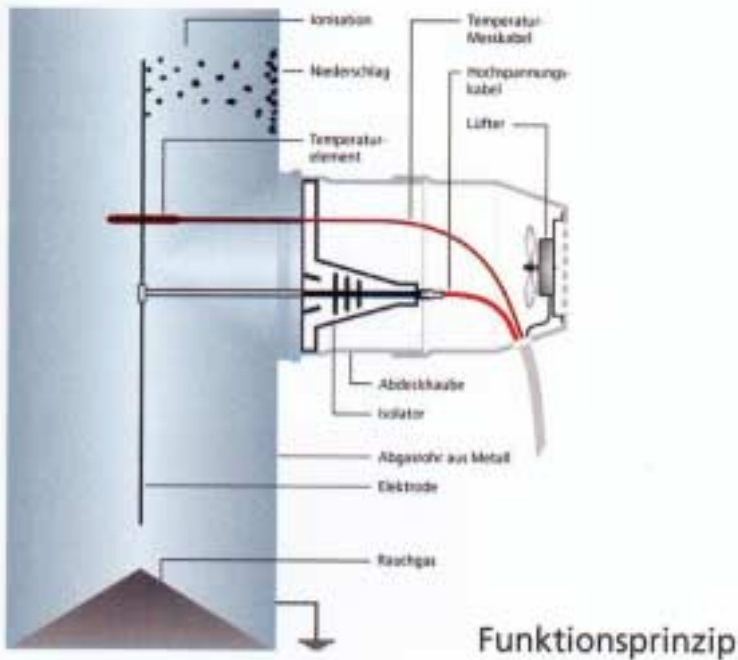
Fa. IHT



## Sekundärmaßnahmen - Staubabscheidung, elektrostatisch

KUTZNER + WEBER

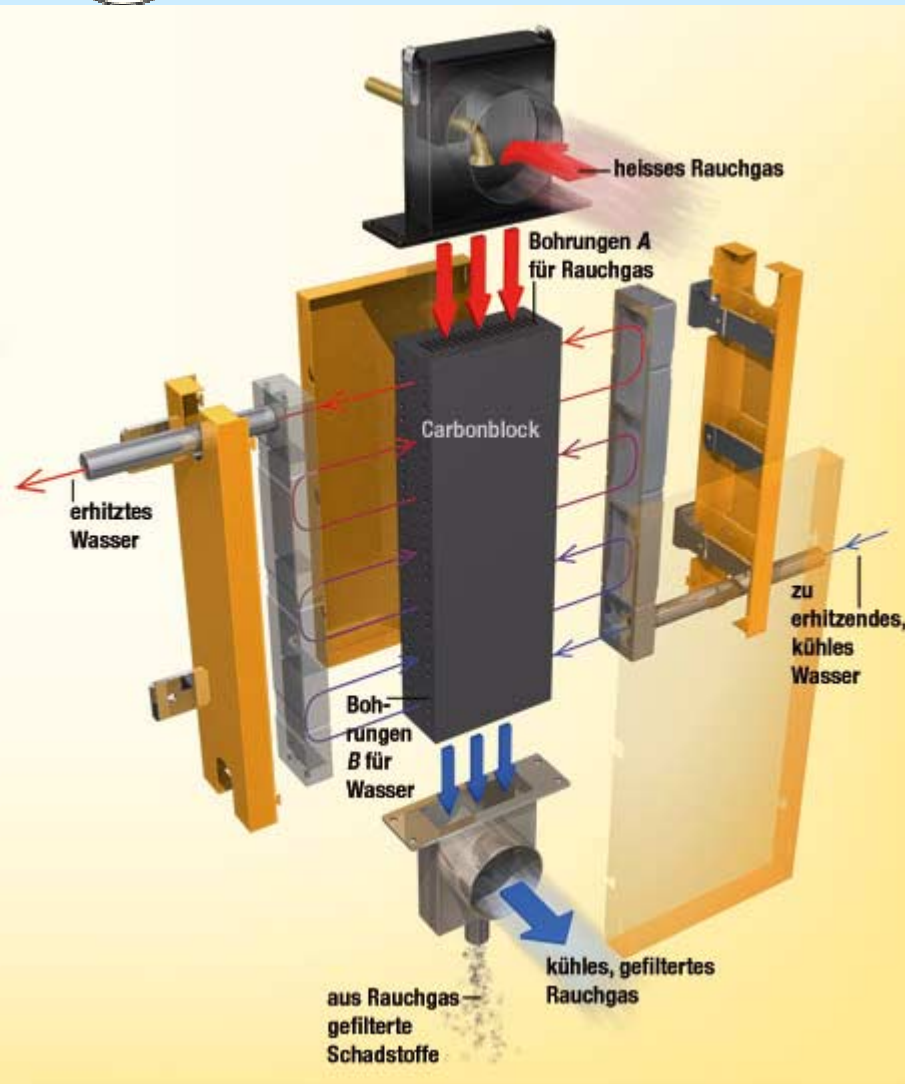
Partikelabscheider Zumik®on



ILK, Dresden



# Sekundärmaßnahmen - Staubabscheidung, Kondensation, Wäscher



Hydrocube, Fa. Schröder

Quelle: [www.carbonizer.de](http://www.carbonizer.de)



## Zusammenfassung

1. Getreide wirtschaftlich interessanter Brennstoff
2. Getreidefeuerung  
= Regionale Wertschöpfung + aktiver Klimaschutz
3. Feuerungstechnik:
  - ca. 40 Kesselanbieter europaweit
  - Optimierung/Neuentwicklung Verbrennungstechniken
  - Markteinführung Sekundärmaßnahmen (Staubabscheidetechniken)
4. **Novellierung der 1. BImSchV**
  - Getreide als Regelbrennstoff der 1. BImSchV für Landwirtschaft
  - rechtliche Einordnung ab 100 kW in 4. BImSchV benachteiligt Getreide/Stroh gegenüber Holz



Internetauftritt TZNR: [www.tll.de/nawaro](http://www.tll.de/nawaro)



## Thüringer Zentrum Nachwachsende Rohstoffe (TZNR)

Wir über uns

NEWS

Termine

Kontakt

Veröffentlichungen

LINKs



Datenbank NAWARO in Thüringen  
Adressen, Referenzen, Förderprogramme

+++ 5. Weimarer Forum, 11. Januar 2006, Energetische Verwertung von

Impressum © TLL, 2005

