

Möglichkeiten und Grenzen von  
Mehrbrennstoffkesseln



Dipl.-Ing. Th. Hering  
05.03.2013, Haus Düsse

 Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft 

Inhaltsverzeichnis

Einleitung



A Brennstoff

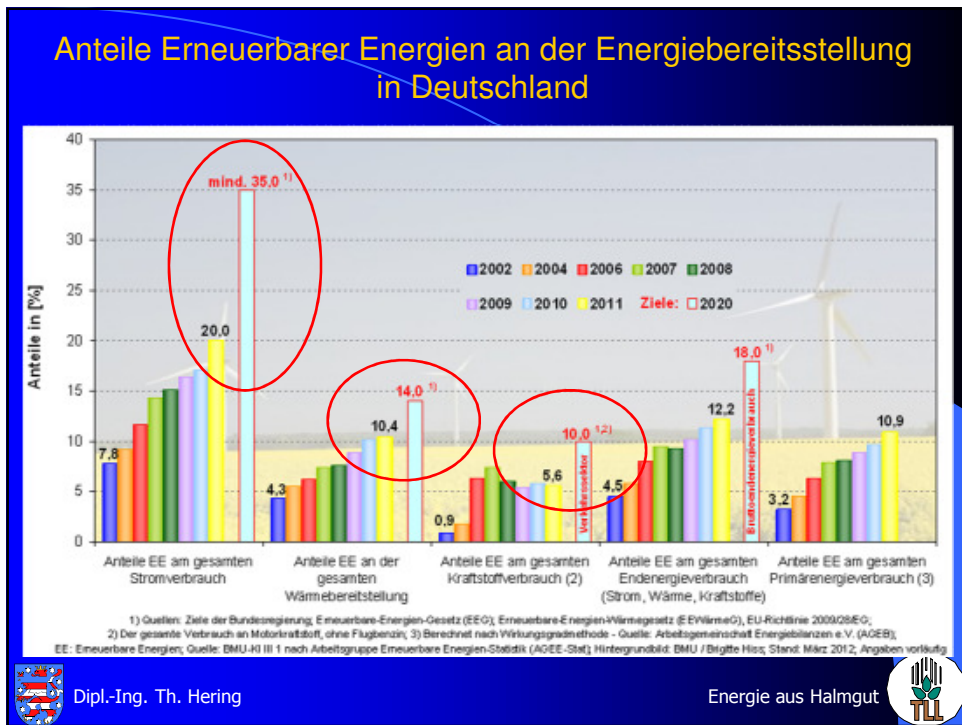
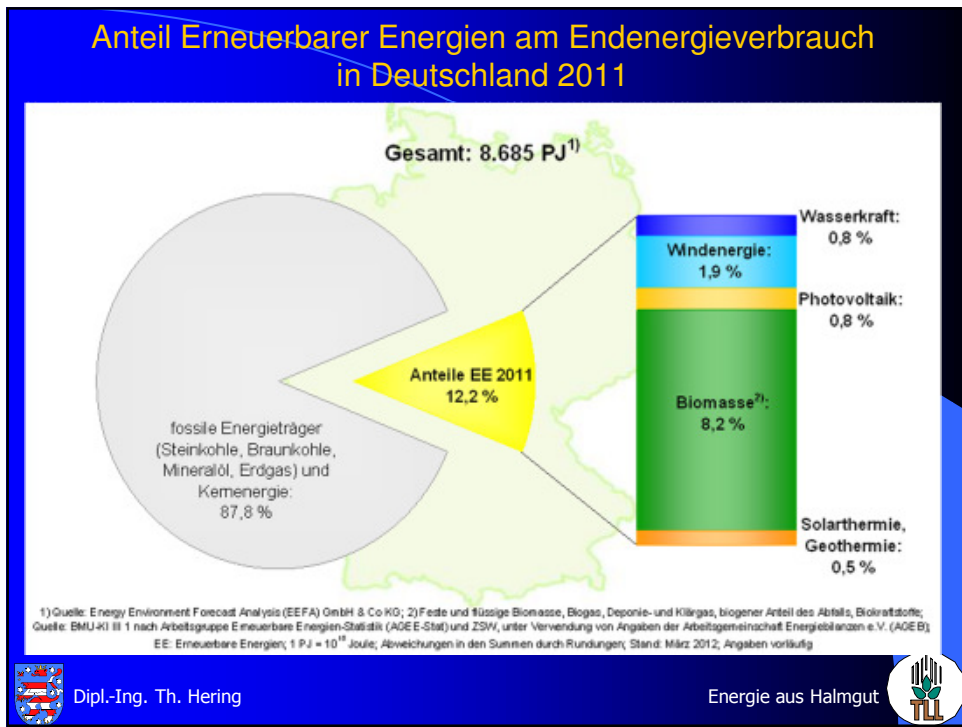
B Energetische Nutzung von Stroh

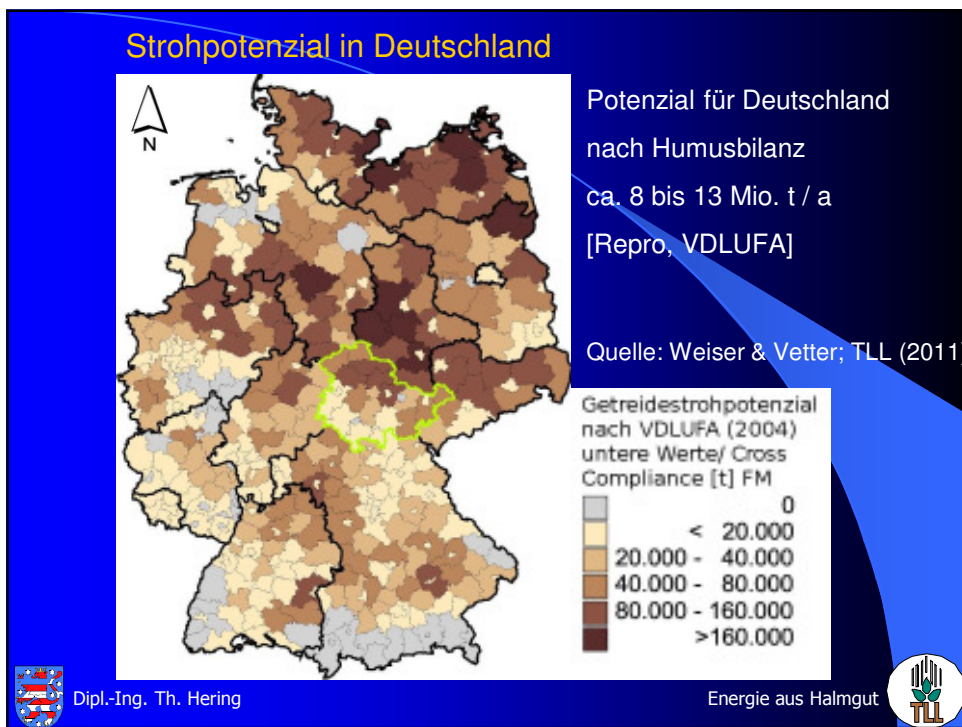
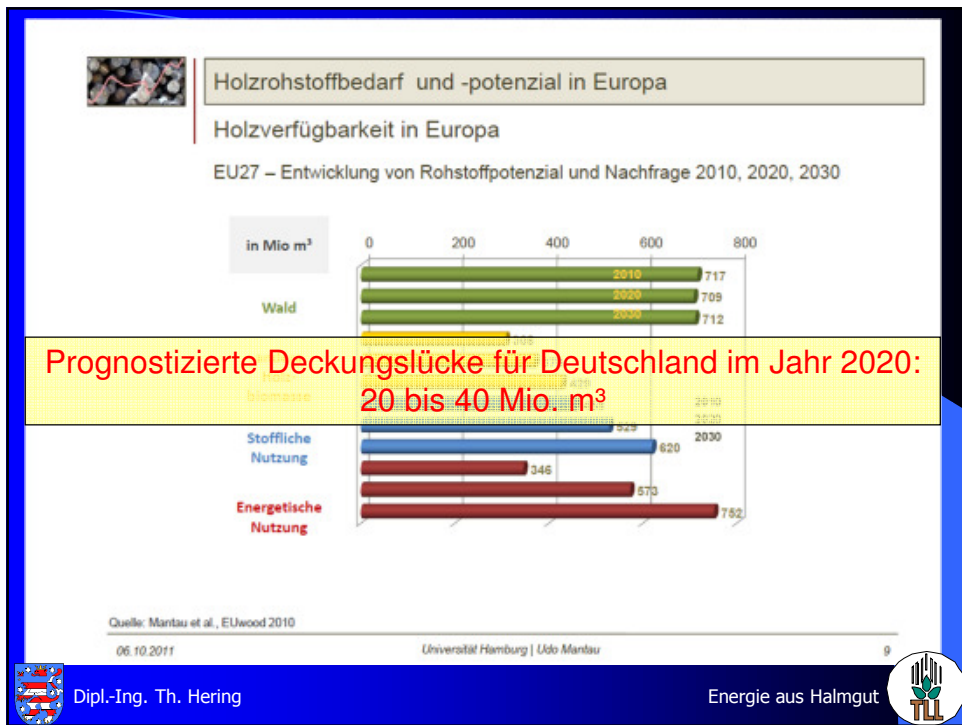
- 1. Wärmeerzeugungsanlagen
- 2. Stromerzeugungsanlagen

C Rechtliche Rahmenbedingungen

D neue Forschungsergebnisse



 Dipl.-Ing. Th. Hering Energie aus Halmgut 





## Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- A Brennstoff**
- B Energetische Nutzung von Stroh**
  - 1. Wärmeerzeugungsanlagen
  - 2. Stromerzeugungsanlagen
- C Rechtliche Rahmenbedingungen**
- D neue Forschungsergebnisse**

 Dipl.-Ing. Th. Hering Energie aus Halmgut 



## Park- und Landschaftspflegematerial (holzartig)



Dipl.-Ing. Th. Hering

Alternative Brennstoffe



## Energieholzplantagen (z. B. aus KUP, Agroforst)



Dipl.-Ing. Th. Hering

Alternative Brennstoffe



## Halmgutartige Biomasse – halmgutartiger Brennstoff

Europäische Brennstoffklassifizierung EN 14961, Gruppe 2  
„Halmgut und krautige Brennstoffe“

### Biomasse aus Landwirtschaft und Gartenbau (2.1)

- Getreide (2.1.1)
- Gräser (2.1.2)
- Ölsaaten (2.1.3)
- Wurzelfrüchte (2.1.4)
- Hülsenfrüchte (2.1.5)
- Blumen (2.1.6)
- Biomasse aus der Landschaftspflege (2.1.7)



Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut



## Stroh

... trockene Halme und Stengel und Blätter, der  
ausgedroschenen Getreidearten, Hülsenfrüchte, Öl- und  
Faserpflanzen (Quelle: Brockhaus ABC Landwirtschaft, Band 2,  
Brockhaus Verlag Leipzig, 1974)



Winterweizenstroh

Triticalestroh

Rapsstroh

Leinstroh



Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut



### Groß- und Rundballenteiler [Quelle: Firmenprospekt Lin-Ka]

Typ Medi (für < 200 kW<sub>install</sub>)

Einfachtrommel

inkl. Aufreißer, Schredder,  
Schnecke, Motoren, 2 m Bahn

Typ Max (für > 200 kW<sub>install</sub>)

Doppeltrommel

inkl. Aufreißer, Schredder,  
Schnecke, Motoren, 2 m Bahn



Dipl.-Ing. Th. Hering

Stand der Strohverbrennung




Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut




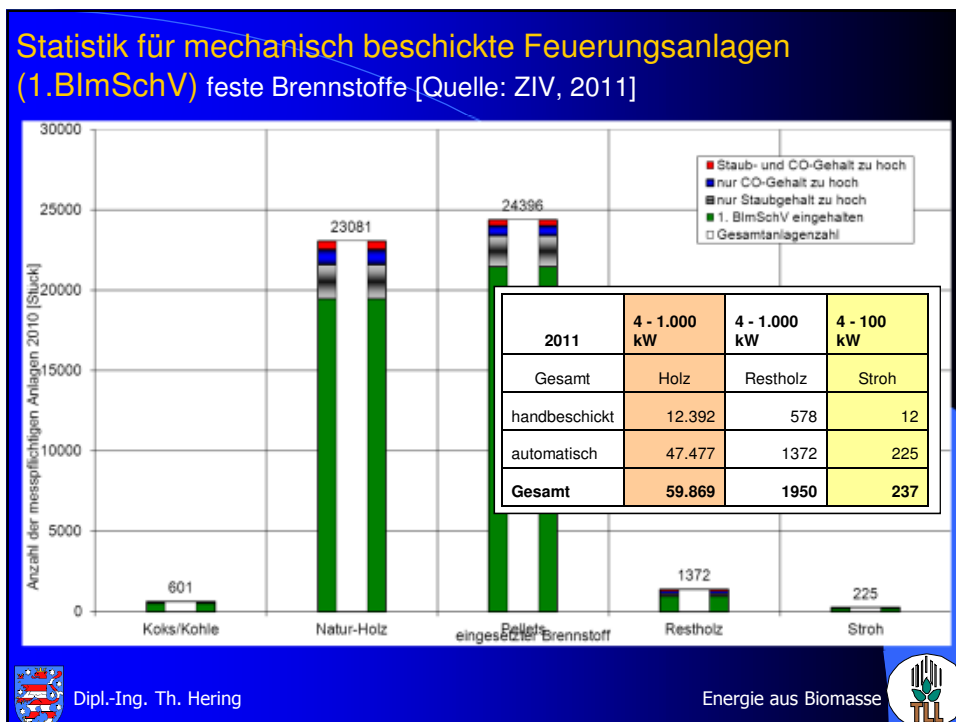
## Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- A Brennstoff**
- B Energetische Nutzung von Stroh**
  - 1. Wärmeerzeugungsanlagen
  - 2. Stromerzeugungsanlagen
- C Rechtliche Rahmenbedingungen**
- D neue Forschungsergebnisse**



Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut 





### Ganzballenvergaser



Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut



Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut



### Referenzen (Stadtwerke Göppingen)

600 kW – Brennstoff: Miscanthus  
mit automatischer Abreinigung, Gewebefilter

Quelle: [www.oeko-therm.net](http://www.oeko-therm.net)



Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut



### Pilotanlagen

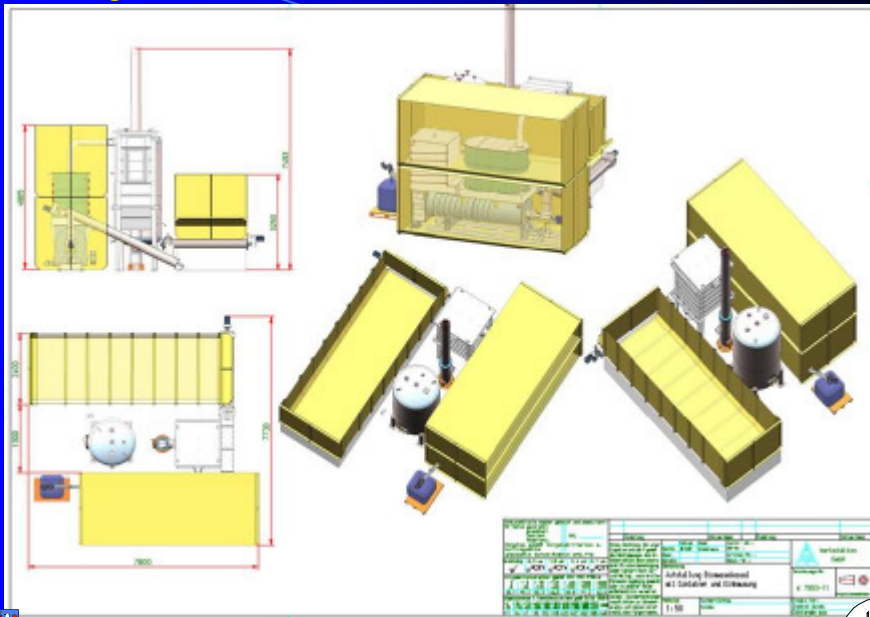


Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut



## Pilotanlagen



Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut



Feuerungswärmeleistung:	49.800 kW
Frischdampfmenge:	66,7 t/h
Frischdampfparameter:	522 °C / 112 bar
Strohbedarf (im Vollastbetrieb):	~ 12,5 t/h
Jahresstrohbedarf:	~ 75.000 t/a
Nettostromerzeugung:	~ 56.000 MWh/a
Wärmenutzung:	~ 215.000 MWh/a



Quelle: [www.bioenergie-emsland.de](http://www.bioenergie-emsland.de)





Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut



## Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- A Brennstoff
- B Energetische Nutzung von Stroh
  1. Wärmeerzeugungsanlagen
  2. Stromerzeugungsanlagen
- C Rechtliche Rahmenbedingungen
- D neue Forschungsergebnisse




 Dipl.-Ing. Th. Hering
 
 Energie aus Halmgut
 


## C 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,

(3) Die in § 3 Absatz 1 Nummer 8 und 13 genannten Brennstoffe dürfen nur in automatisch beschickten Feuerungsanlagen eingesetzt werden, die nach Angaben des Herstellers für diese Brennstoffe geeignet sind und die im Rahmen der Typprüfung nach § 4 Absatz 7 mit den jeweiligen Brennstoffen geprüft wurden. Die in § 3 Absatz 1 Nummer 8 genannten Brennstoffe, ausgenommen Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe, dürfen nur in Betrieben der Land- und Forstwirtschaft, des Gartenbaus und in Betrieben des agrargewerblichen Sektors, die Umgang mit Getreide haben, insbesondere Mühlen und Agrarhandel, eingesetzt werden.


 Dipl.-Ing. Th. Hering
 
 Energie aus Halmgut
 



## Grenzwerte für Halmgutfeuerungsanlagen und Brennstoffe nach § 3 der 1. BImSchV (Bezugs O<sub>2</sub> 13 %)

Halmgut	1. BImSchV		
Leistungsbereich (FWL)	4 ≤ x < 100 kW		
	Neuanlagen	seit 22.03.2010	nach 31.12.2014
O <sub>2</sub> -Bezug		13 %	13 %
	nach		
CO	§ 5 Absatz 1	1,0 g/m <sup>3</sup>	0,4 g/m <sup>3</sup>
Staub	§ 5 Absatz 1	0,10 g/m <sup>3</sup>	0,02 g/m <sup>3</sup>
Besonderheiten	Anforderungen an die Kessel-Typenprüfung [nach 1. BImSchV Anlage 4 Punkt 2]		
	PCDD/F	0,1 ng/m <sup>3</sup>	0,1 ng/m <sup>3</sup>
	NO <sub>x</sub>	0,6 g/m <sup>3</sup>	0,5 g/m <sup>3</sup>
	CO	0,25 g/m <sup>3</sup>	0,25 g/m <sup>3</sup>

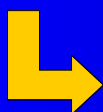


Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut



### 13. sonstige nachwachsende Rohstoffe, soweit diese die Anforderungen nach Absatz 5 einhalten.



(5) Brennstoffe im Sinne des Absatzes 1 Nummer 13 müssen folgende Anforderungen erfüllen:

1. für den Brennstoff müssen genannte Qualitätsanforderungen vorliegen,
2. die Emissionsgrenzwerte nach Anlage 4 Nummer 2 müssen unter Prüfbedingungen eingehalten werden,
3. beim Einsatz des Brennstoffes im Betrieb dürfen keine höheren Emissionen an Dioxinen, Furanen und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen als bei der Verbrennung von Holz auftreten; dies muss durch ein mindestens einjähriges Messprogramm an den für den Einsatz vorgesehenen Feuerungsanlagentyp nachgewiesen werden,
4. beim Einsatz des Brennstoffes im Betrieb müssen die Anforderungen nach § 5 Absatz 1 eingehalten werden können, dies muss durch ein mindestens einjähriges Messprogramm an den für den Einsatz vorgesehenen Feuerungsanlagentyp nachgewiesen werden.



Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Biomasse



## Diskutiert werden gegenwärtig ausschließlich folgende Nebenprodukte:

- Extraktionsschrot und Presskuchen von Ölpflanzen / Sonnenblumenkernen
- Presskuchen von Früchten
- Steine von Aprikosen, Pfirsichen und Kirschen
- Schalen von Mandeln, Haselnüssen und Pinienkernen
- Rübenschnitzel

Normung nach DIN EN 14961-6 „Nicht-holzartige Pellets für nichtindustrielle Verwendung“ gefordert !!!



Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut



## Grenzwerte für Halmgutfeuerungsanlagen von 100 kW bis 50 MW

Halmgut		4. BImSchV (Anforderungen nach TA Luft)				
Leistungs- bereich (FWL)		100 kW ≤ x < 1 MW	1 ≤ x < 2,5 MW	2,5 ≤ x < 5 MW	5 ≤ x < 25 MW	25 ≤ x < 50 MW
O <sub>2</sub> - Bezug		11%	11%	11%	11%	11%
<b>Spezieller Teil</b>	nach					
CO	§ 5.4.1.3	0,25 g/m <sup>3</sup>	0,25 g/m <sup>3</sup>	0,25 g/m <sup>3</sup>	0,25 g/m <sup>3</sup>	0,25 g/m <sup>3</sup>
Staub	§ 5.4.1.3	50 mg/m <sup>3</sup>	→ 20 mg/m <sup>3</sup>	20 mg/m <sup>3</sup>	20 mg/m <sup>3</sup>	20 mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	§ 5.4.1.3	0,50 g/m <sup>3</sup>	→ 0,40 g/m <sup>3</sup>	0,40 g/m <sup>3</sup>	0,40 g/m <sup>3</sup>	0,40 g/m <sup>3</sup>
Gesamt-C	§ 5.2.5	50 mg/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>
<b>Besonderheiten</b>				→ kontinuierliche Messung von Kohlenmonoxid		
				→	Staubmessung qualitativ	Staubmessung kontinuierlich
<b>Allgemeiner Teil</b>	nach					
SO <sub>x</sub>	§ 5.2.4	0,35 g/m <sup>3</sup>	0,35 g/m <sup>3</sup>	0,35 g/m <sup>3</sup>	0,35 g/m <sup>3</sup>	0,35 g/m <sup>3</sup>
HCl	§ 5.2.4	30 mg/m <sup>3</sup>	30 mg/m <sup>3</sup>	30 mg/m <sup>3</sup>	30 mg/m <sup>3</sup>	30 mg/m <sup>3</sup>
PCDD/F	§ 5.2.7.2	0,1 ng/m <sup>3</sup>	0,1 ng/m <sup>3</sup>	0,1 ng/m <sup>3</sup>	0,1 ng/m <sup>3</sup>	0,1 ng/m <sup>3</sup>



Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut



## Einsatzstoffvergütungsklasse II [Anlage 3 zu § 2a Absatz 1 und 2]

Einsatzstoffe zur Festbrennstoffverbrennung oder thermochemischen Vergasung (technologieoffen)

Nr. 21. Stroh im Sinne Nr. 16. (als Einsatzstoff für Biogas) „Stroh. Als Stroh gilt das halmgutartige Nebenernteprodukt von Getreide, Ölsaaten oder Körnerleguminosen, wenn das Hauptprodukt (Korn) nicht energetisch genutzt wird und das halmgutartige Nebenprodukt vom Korn separiert vorliegt.“

Dampf-Prozess	STROH	EEG 2009	EEG 2012
MODELL	MW	ct/kWh	ct/kWh
GV	5 MW	8,42	11,19
Nawaro		4,20	
KWK		3	
Einsatzstoffbonus			8
<b>Gesamt</b>		<b>15,62</b>	<b>19,19</b>



Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut



## Inhaltsverzeichnis

Einleitung

**A Brennstoff**

**B Energetische Nutzung von Stroh**

1. Wärmeerzeugungsanlagen
2. Stromerzeugungsanlagen

**C Rechtliche Rahmenbedingungen**

**D neue Forschungsergebnisse**



Dipl.-Ing. Th. Hering

Energie aus Halmgut



weitere Entwicklungen - Untersuchungen

Erprobung innovativer Feuerungssysteme TLL – TZNR Dornburg/Jena



IHT-Anlage



wassergekühlte Vorschubrostfeuerung mit Rauchgasrezirkulation

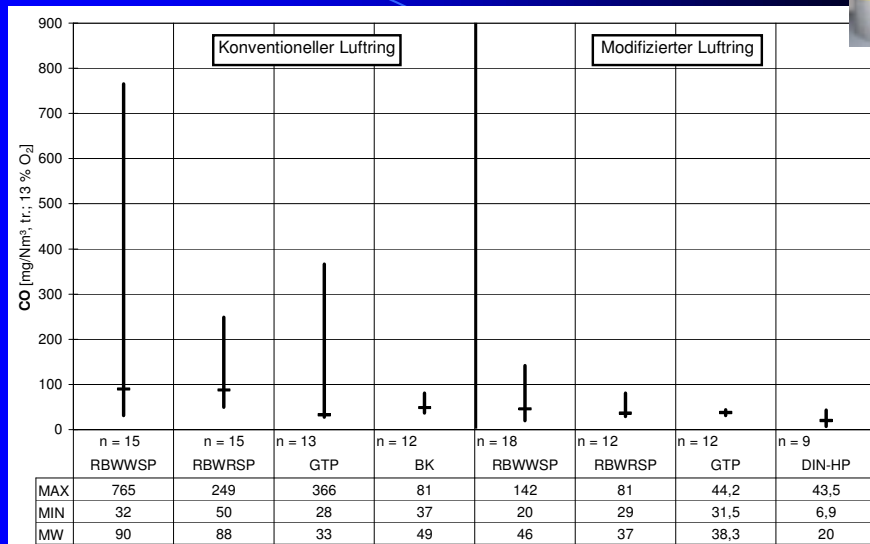


Dipl.-Ing. Th. Hering

Alternative Brennstoffe in Anlagen < 1 MW



Vergleich der CO-Emissionen IHT GE 30 (30 kW)

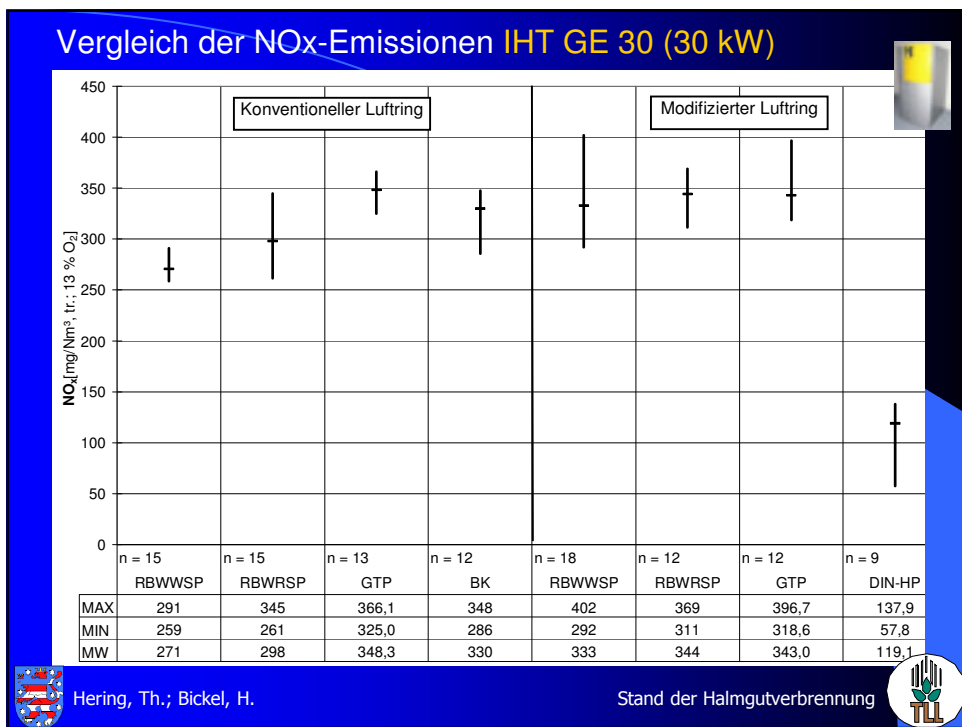
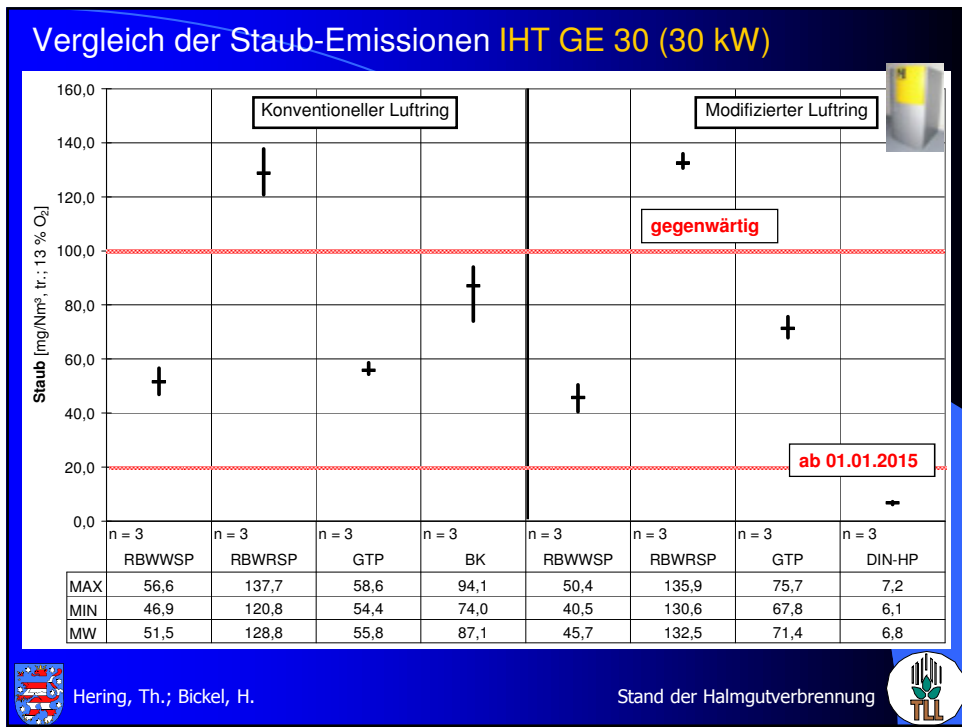


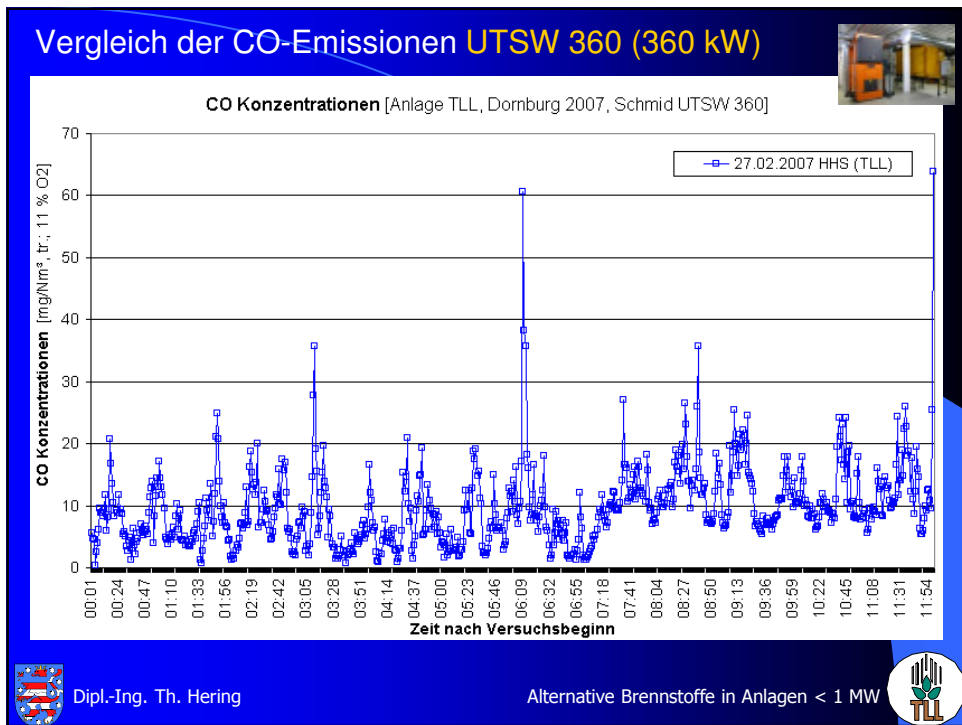
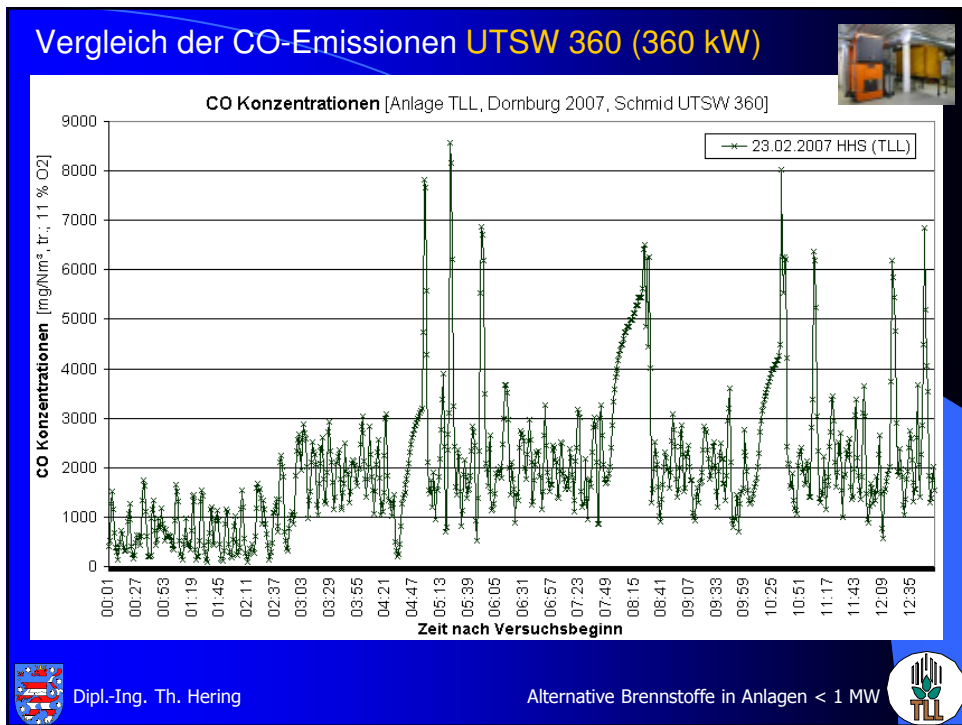
Hering, Th.; Bickel, H.

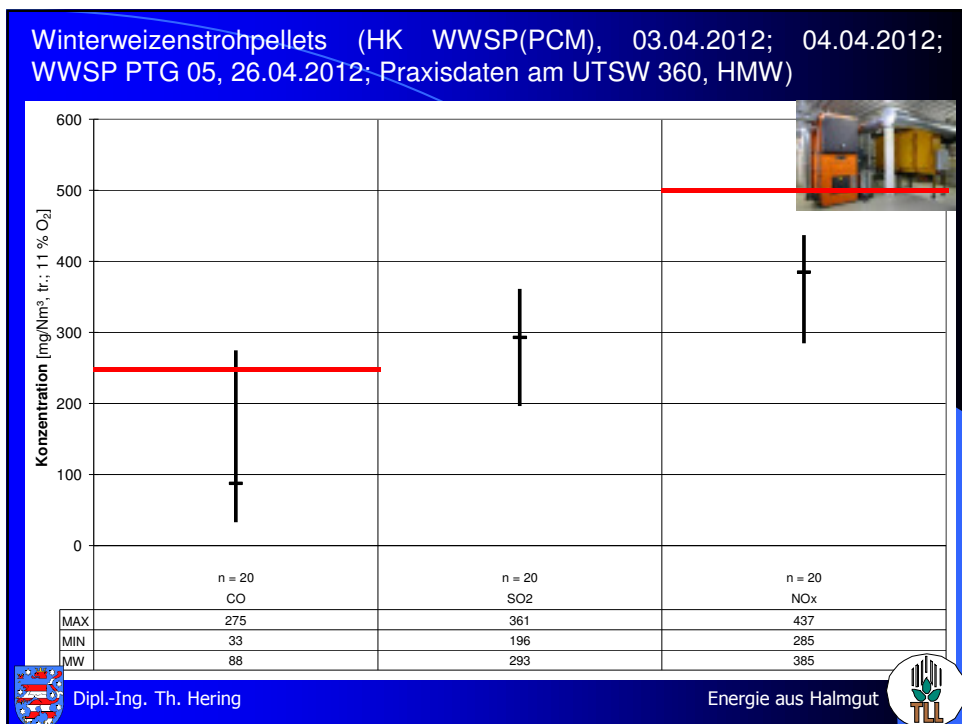
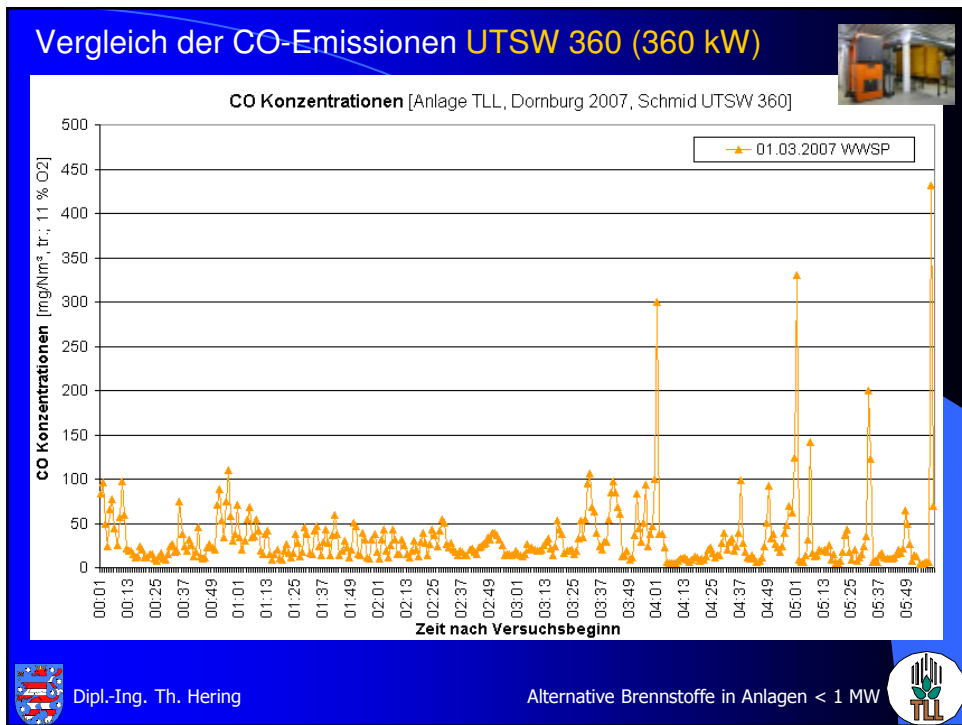
Stand der Halmgutverbrennung

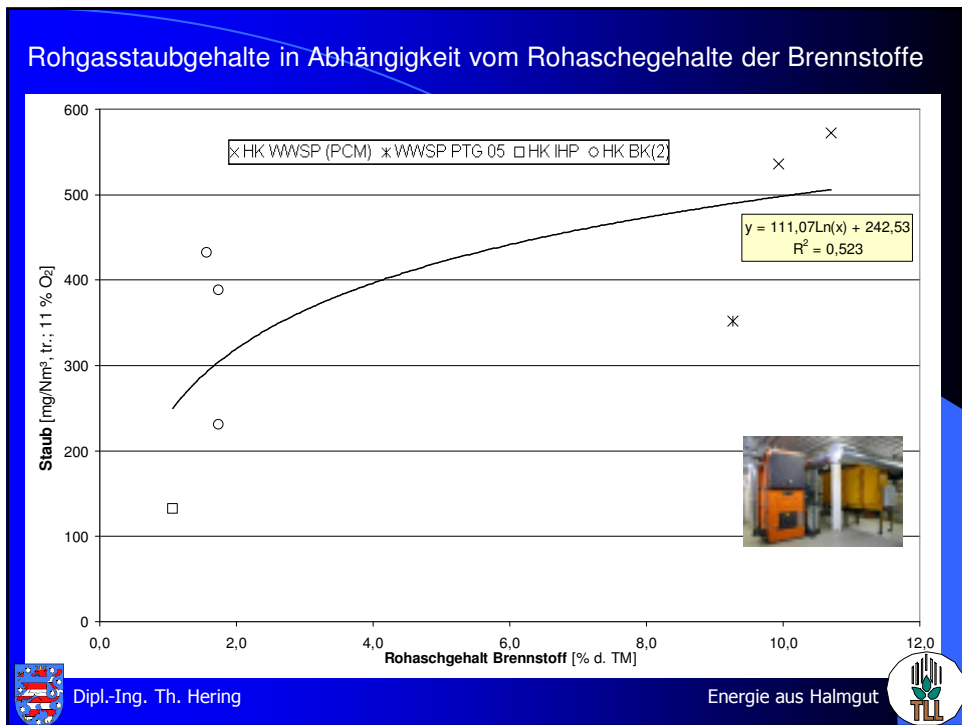
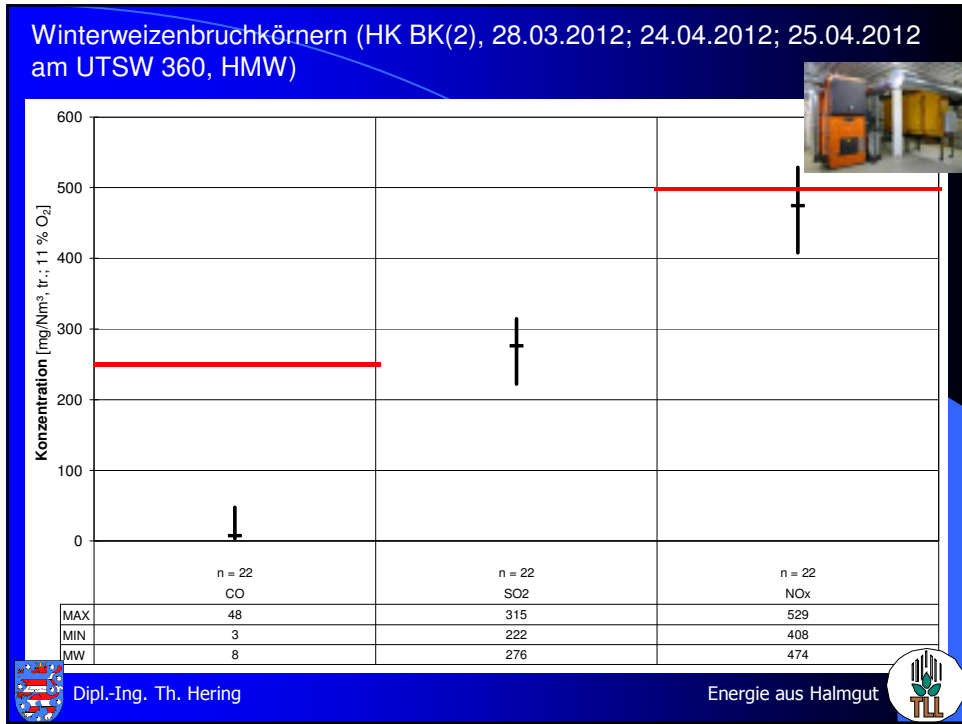


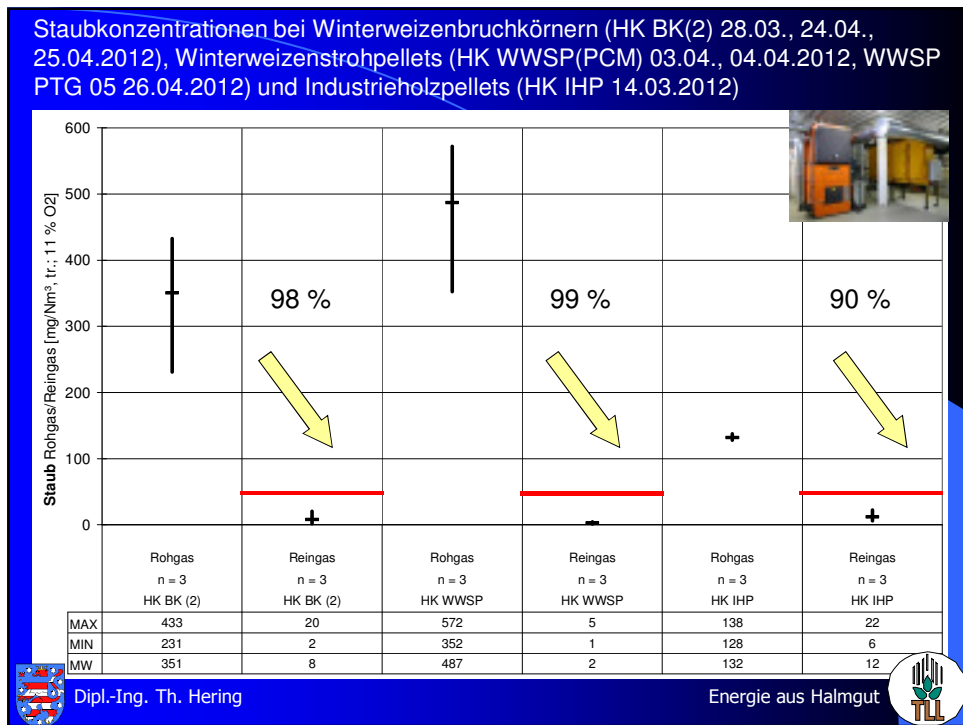
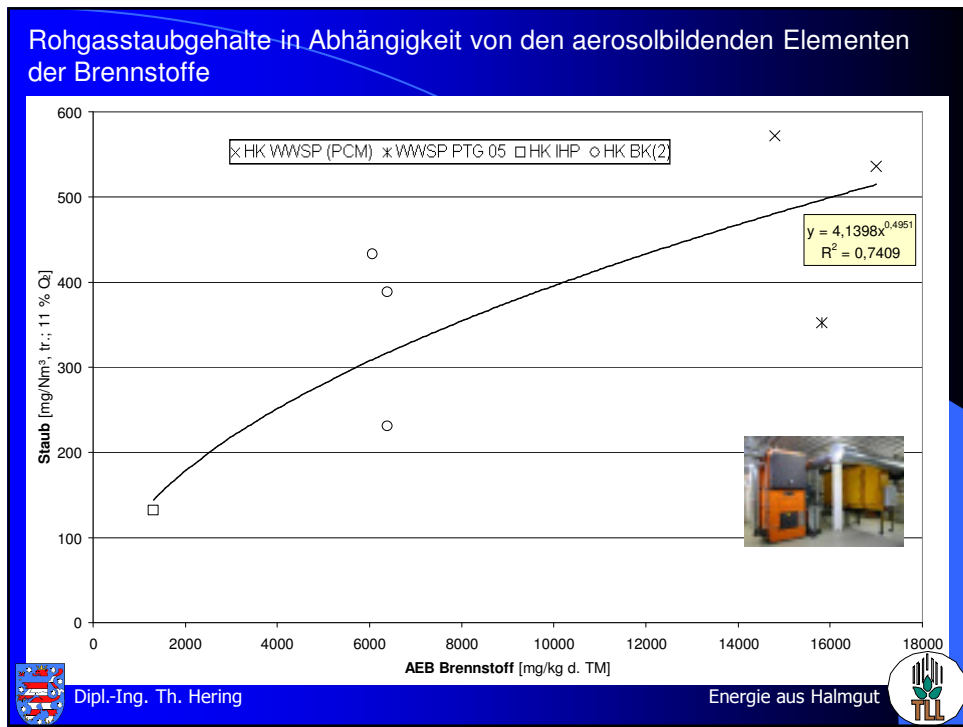












## Zusammenfassung

### Vor- und Nachteile alternativer Brennstoffe

**Vorteile:**


- Erweiterung Brennstoff-Potential
- Erweiterung der Brennstoffpalette
- ggf. Minimierung von Emissionen
- Erreichung Emissionsgrenzwerte
- Minderung Brennstoffkosten

**Nachteile:**

- Qualitätssicherung Brennstoffqualitäten
- Anlagentauglichkeit ???
- Wirkungsgrad ???
- Emissionsminderung ???

**Probleme:**

- rechtliche Einordnung der Brennstoffe (100 kW FWL)
- hohe Anforderungen bei Typenprüfung
- emissionsseitige Einordnung von Mischungen (Grenzwerte)

 Dipl.-Ing. Th. Hering Alternative Brennstoffe 