

Halmgutartige Biomasse als Brennstoff

Dipl.-Ing. Th. Hering

Heizen mit Schilf

ENIM- Projekt

18.05.2009, Greifswald



Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Inhalte der Untersuchungen

B Ergebnisse der Brennstoffuntersuchungen

C Rechtliche Rahmenbedingungen

D Ergebnisse der Emissionsuntersuchungen

E Perspektiven und Handlungsbedarf



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Europäische Anbieter von Heizanlagen für Getreide (→ < 100 kW_{th})

| Hersteller | Land | Feuerungsprinzip | Leistung [kW _{th}] |
|-------------------------------|-------------|---------------------------|------------------------------|
| | | | |
| <u>AgriService</u> | Deutschland | Unterschubfeuerung | 12 bis 25 |
| <u>Agroflamm</u> | Deutschland | Unterschubfeuerung | 40 |
| <u>Ferro</u> | Deutschland | Einschub-, Muldenfeuerung | 8 bis 158 |
| <u>Lambion</u> | Deutschland | Unterschub-, Rostfeuerung | ab 100 |
| <u>Lopper</u> | Deutschland | Rostfeuerung | 50 bis 500 |
| <u>Oschatz Anlagenbau</u> | Deutschland | Rostfeuerung | ab 1.000 |
| <u>ÖkoTherm</u> | Deutschland | Vorofen-, Muldenfeuerung | 10 bis 800 |
| <u>Biokompakt</u> | Österreich | Unterschubfeuerung | 25 bis 100 |
| <u>Fröling</u> | Österreich | Rostfeuerung | bis 100 |
| <u>Guntamatic</u> | Österreich | Rostfeuerung | 7 bis 25 |
| <u>Pelletheiztechnik</u> | Österreich | Unterschubfeuerung | 14 bis 40 |
| <u>Polytechnik</u> | Österreich | Unterschub-, Rostfeuerung | 500 bis 15.000 |
| <u>Schmid</u> | Schweiz | Rostfeuerung | 300 bis 1.600 |
| <u>Baxi</u> | Dänemark | Einschub-, Muldenfeuerung | 23 bis 37 |
| <u>Bioner</u> | Dänemark | Rostfeuerung | ab 5.000 |
| <u>CN Maskinfabriken</u> | Dänemark | Vorofenfeuerung | 15 bis 120 |
| <u>Euro Therm</u> | Dänemark | Rostfeuerung | 500 bis 10.000 |
| <u>Passat</u> | Dänemark | Einschub-, Muldenfeuerung | 8 bis 158 |
| <u>Primdal & Haugesen</u> | Dänemark | Einschub-, Muldenfeuerung | 12 bis 47 |
| <u>Refo</u> | Dänemark | Einschub-, Muldenfeuerung | 10 bis 37 |
| <u>Reka</u> | Dänemark | Rostfeuerung | 10 bis 6.500 |
| <u>Weiss</u> | Dänemark | Rostfeuerung | 2.000 bis 10.000 |



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Europäische Anbieter von Heizanlagen für Halmgüter

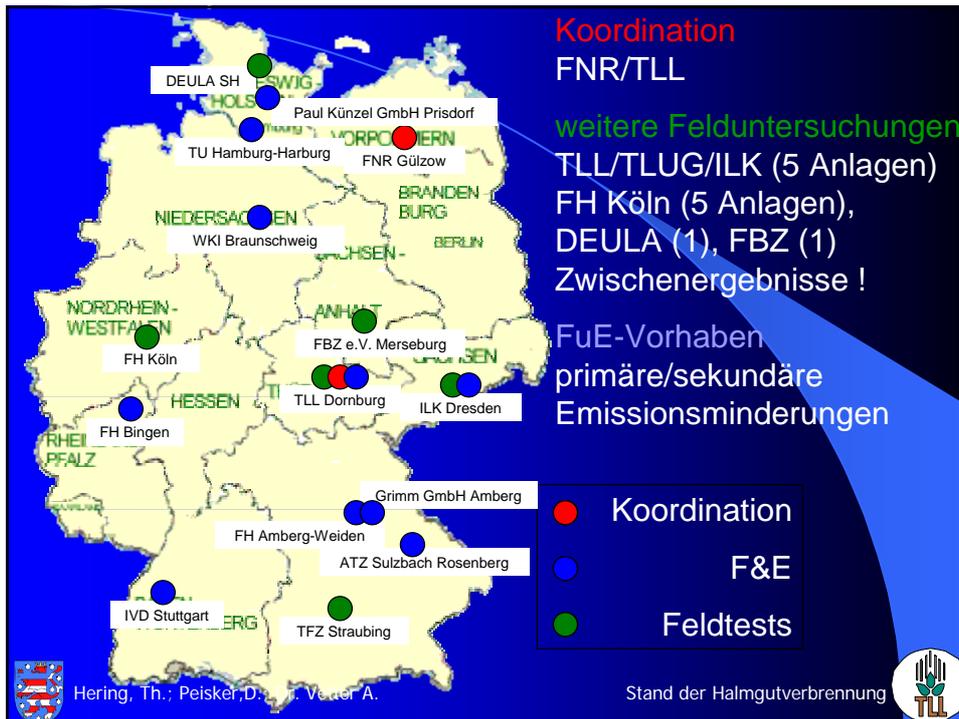
| Hersteller | Land | Feuerungsprinzip | Aufbereitungsform | | Leistung [kW _{th}] |
|------------------------------|------|--------------------------------|-------------------|----------------|------------------------------|
| | | | Pellet | Häcksel/Ballen | |
| <u>Agroflamm</u> | D | Unterschubfeuerung | X | | 40 |
| <u>Ferro</u> | D | Einschub-, Muldenfeuerung | X | | 35 bis 1.000 |
| <u>Herit</u> | D | Ganzballenvergaser | | X | 85 bis 400 |
| <u>Lambion</u> | D | Unterschub-, Rostfeuerung | X | X | ab 150 |
| <u>Lopper</u> | D | Rostfeuerung | X | X | 50 bis 500 |
| <u>Oschatz Anlagenbau</u> | D | Rostfeuerung | X | X | ab 1.000 |
| <u>ÖkoTherm</u> | D | Vorofen-, Muldenfeuerung | X | | 10 bis 800 |
| <u>Kohlbach</u> | A | Ballenteiler-Einschubfeuerung | | X | ab 1.000 |
| <u>Ökofen</u> | A | ? (Markteinführung ca. 2007) | X | | 10 bis 30 |
| <u>Pelletheiztechnik</u> | A | Unterschubfeuerung | X | | 14 bis 40 |
| <u>Alcon</u> | DK | Ganzballenvergaser | | X | 130 bis 650 |
| <u>Babcock Wilcox Volund</u> | DK | Rostfeuerung / Zigarrenabbrand | | X | ab 3.000 |
| <u>Bioner</u> | DK | Rostfeuerung | X | X | ab 5.000 |
| <u>CN Maskinfabriken</u> | DK | Vorofenfeuerung | X | X | 15 bis 120 |
| <u>Danstoker</u> | DK | Rostfeuerung | X | X | 70 bis 20.000 |
| <u>Euro Therm</u> | DK | Rostfeuerung | X | X | 500 bis 10.000 |
| <u>Inventor</u> | DK | Rostfeuerung | | X | 1.600 bis 4.500 |
| <u>Kem</u> | DK | Rostfeuerung | X | X | ab 1.000 |
| <u>K. F. Halmfyr</u> | DK | Ganzballenvergaser | | X | 570 |
| <u>Linka</u> | DK | Ballenteiler-Einschubfeuerung | | X | 70 bis 10.000 |
| <u>Overdahl</u> | DK | Ganzballenvergaser | | X | 12 bis 144 |
| <u>Reka</u> | DK | Rostfeuerung | X | X | 10 bis 6.500 |
| <u>Weiss</u> | DK | Rostfeuerung | X | X | 2 bis 10.000 |



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung

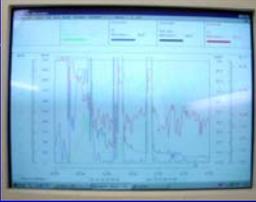
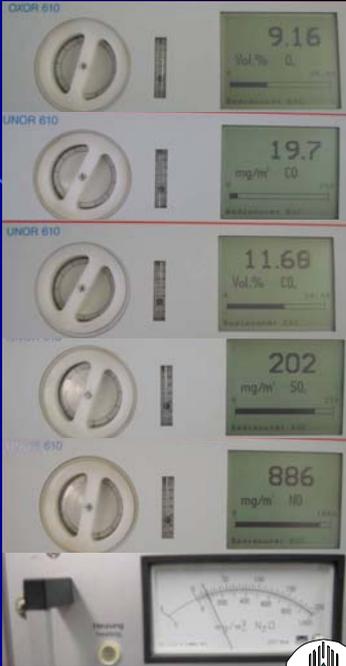




Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- A Inhalte der Untersuchungen**
- B Ergebnisse der Brennstoffuntersuchungen**
- C Rechtliche Rahmenbedingungen**
- D Ergebnisse der Emissionsuntersuchungen**
- E Perspektiven und Handlungsbedarf**

Stand der Halmgutverbrennung


Kontinuierliche Messung von:
 O_2 , CO , CO_2 , SO_x ,
 NO_x , N_2O , Ges-C

Diskontinuierliche Messung von:
 Staub, Feinstaub
 PCDD/F, HCl
 PAK (Benzo(a)pyren)
 BTEX (Benzol)

Hering, Th. 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 SI | 45 | Unterschubfeuerung | X | X | | FBZ, FH Köln |
| Heizomat | HSK-RA 60 | 60 | Kettenumlaufrost | X | X | | FH Köln |
| Okotherm | C1L | 120 | Brennmuldenfeuerung | X | X | | FH Köln |
| Agroflam | Agro 40 | 40 | Unterschubfeuerung | X | X | | TLL, FH Köln, IVD/TFZ |
| Guntamatic | Powercorn 30 | 30 | Rostfeuerung | X | X | | TLL, FH Köln, TFZ |
| Linka | Linka-H 400 | 400 | Brennmuldenfeuerung | | | X | TLL |
| Herft | 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 | Grüntpellets |
| Wintergerste | | | GNP Pellets |
| Winterroggen | | | Rapspresskuchen Pellets |
| Triticale | | | |

Hering, Th.; Peisker, D.; Dr. Vetter A. Stand der Halmgutverbrennung 

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Inhalte der Untersuchungen

B Ergebnisse der Brennstoffuntersuchungen

C Rechtliche Rahmenbedingungen

D Ergebnisse der Emissionsuntersuchungen

E Perspektiven und Handlungsbedarf



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Physikalisch-mechanische Parameter von Halmgutballen

Exakte Ballenmaße z.B.
1,20 x 1,30 x 2,20 m (Z3150)



Gleiche Ballenlänge



Gleiche Ballenbreite und ~ höhe



FG < 20 %, keine Feuchtenester



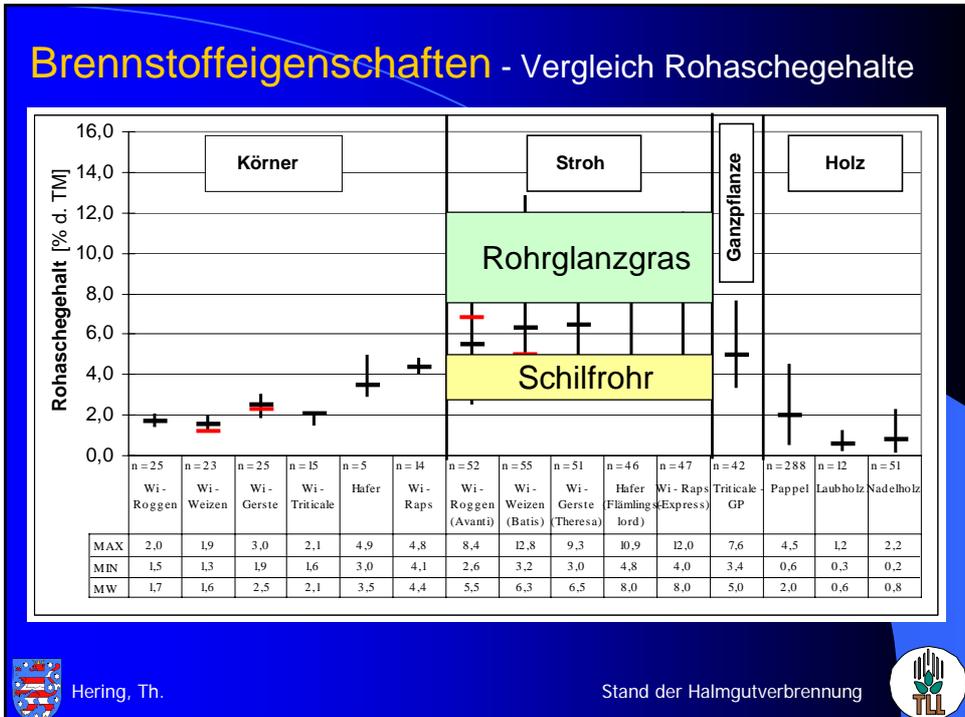
Geringer Beikrautanteil, < 10 %



Gleichmäßige Pressdichte > 120 kg/m³



 Hering, Th.
Stand der Halmgutverbrennung 



Staub-Emissionen – Baxi, 23 kW_{th}

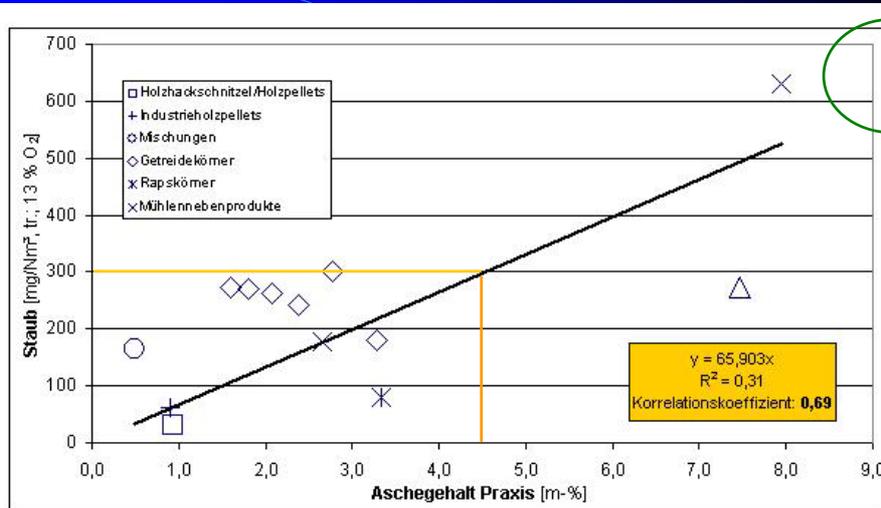


Abbildung 33: Abhängigkeit der Staubkonzentrationen vom Aschegehalt des Brennstoffs – Erhebung von Praxisdaten am MULTI HEAT 2,5, Fa. BAXI A/S – 2003/04; Staubwerte angegeben als Mittelwert der Viertelstundenmittelwerte bezogen auf 13 % Restsauerstoffgehalt im trockenem Abgas unter Normbedingungen

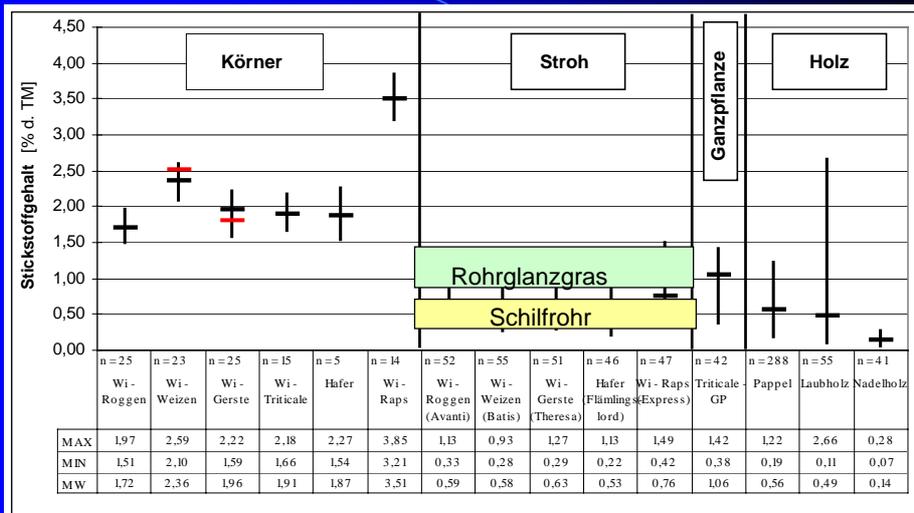


Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Brennstoffeigenschaften - Vergleich Stickstoff



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



NO_x-Emissionen – Baxi, 23 kW_{th}

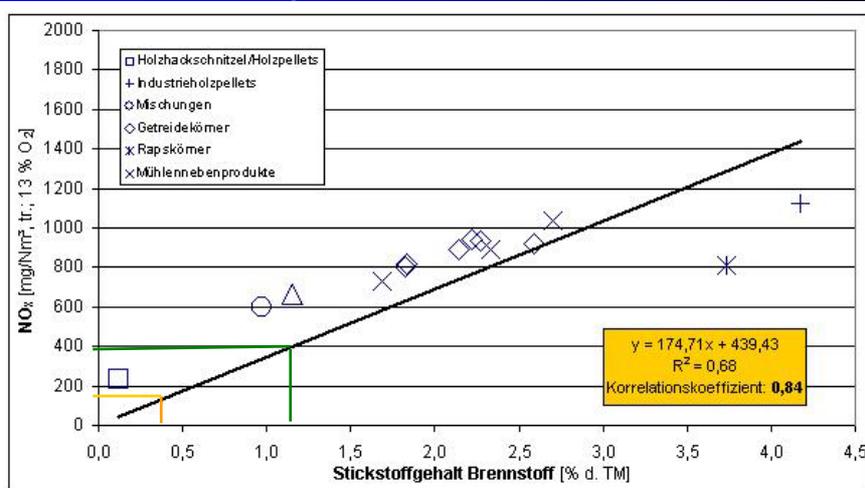


Abbildung 44: Abhängigkeit der Stickoxidkonzentrationen vom Stickstoffgehalt im Brennstoff verschiedener holz- und halmgutartiger Biomassen – Erhebung von Praxisdaten am MULTI HEAT 2,5, Fa. BAXI A/S und Labordaten für den Stickstoffgehalt – 2003/04; Stickoxidwerte angegeben als Mittelwert der Viertelstundenmittelwerte bezogen auf 13 % Restsauerstoffgehalt im trockenem Abgas unter Normbedingungen



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Stickoxid-Emissionen – Agro 40, 40 kW_{th}

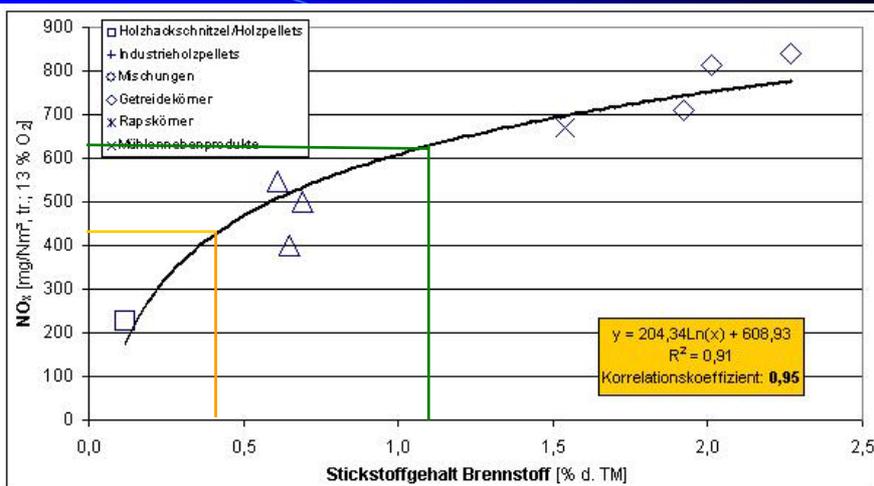


Abbildung 45: Abhängigkeit der Stickoxidkonzentrationen vom Stickstoffgehalt im Brennstoff verschiedener holz- und halmgutartiger Biomassen – Erhebung von Praxisdaten am AGRO 40, Fa. Agroflam GmbH und Labordaten für den Stickstoffgehalt – 2004/05; Stickoxidwerte angegeben als Mittelwert der Viertelstundenmittelwerte bezogen auf 13 % Restsauerstoffgehalt im trockenem Abgas unter Normbedingungen

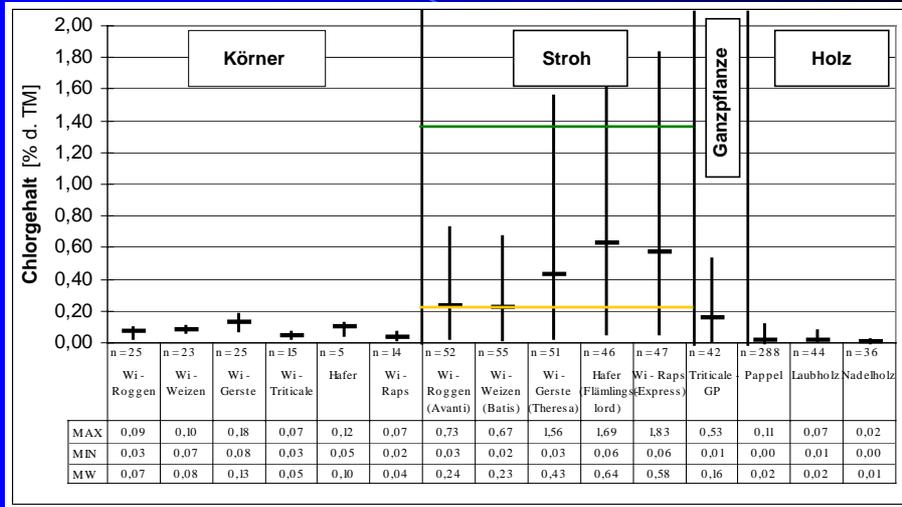


Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Brennstoffeigenschaften - Vergleich Chlor



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



HCl-Emissionen – Baxi, 23 kW_{th}

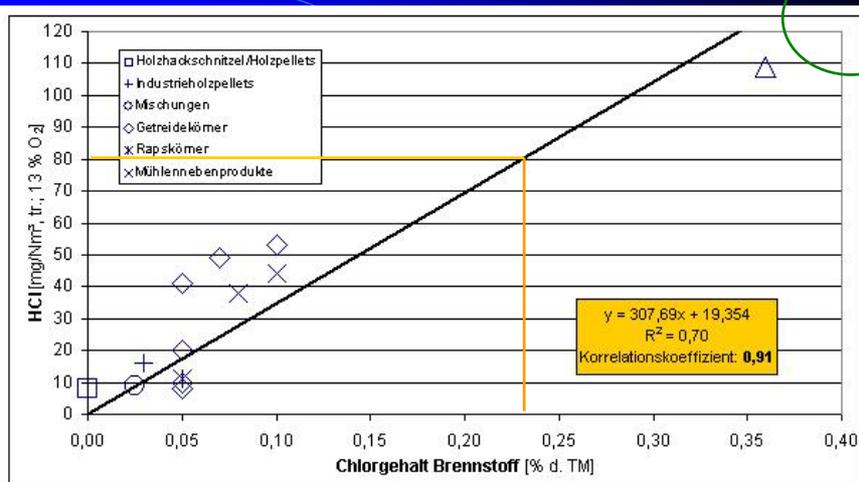


Abbildung 67: Abhängigkeit der Chlorwasserstoffkonzentrationen vom Chlorgehalt im Brennstoff verschiedener holz- und halmgutartiger Biomassen – Erhebung von Praxisdaten am MULTI HEAT 2,5, Fa. BAXI A/S und Labordaten für den Chlorgehalt – 2003/04; Chlorwasserstoffkonzentrationen angegeben als Mittelwert der Halbstundenmittelwerte bezogen auf 13 % Restsauerstoffgehalt im trockenem Abgas unter Normbedingungen

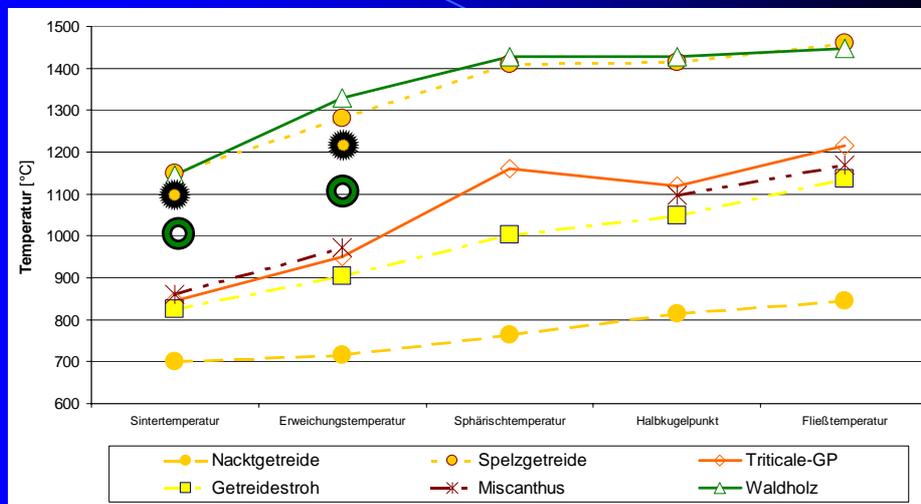


Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Brennstoffcharakteristik Vergleich Ascheschmelzverhalten



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Inhalte der Untersuchungen

B Ergebnisse der Brennstoffuntersuchungen

C Rechtliche Rahmenbedingungen

D Ergebnisse der Emissionsuntersuchungen

E Perspektiven und Handlungsbedarf



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



C Rechtliche Rahmenbedingungen

Relevante Emissionsgrenzwerte

| 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.; Dr. Vetter A.

Stand der Halmgutverbrennung



Stand: 21.12.2007

Entwurf

Erste 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.

Stand der Halmgutverbrennung



Brennstoffe nach Nr. 8 § 3 der 1. BImSchV

8. Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe, Getreideganzpflanzen, Getreidekörner und -bruchkörner, Getreideausputz, Getreidespelzen und -halmreste sowie Pellets aus diesen Brennstoffen,

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.

Stand der Halmgutverbrennung



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

| | 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 | ≥ 30 - 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 |
| | | ≥ 30 - 500 | 0,02 | 0,4 |
| | Nr. 6 - 7 | > 500 | 0,02 | 0,3 |
| | | Nr. 8 | ≥ 4 < 100 | 0,02 |

Abweichend gelten die Grenzwerte der Stufe 2 für nach dem 31.12.2016 errichtete Anlagen, soweit sie ausschließlich Brennstoffe gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 8 einsetzen.



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Inhalte der Untersuchungen

B Ergebnisse der Brennstoffuntersuchungen

C Rechtliche Rahmenbedingungen

D Ergebnisse der Emissionsuntersuchungen

E Perspektiven und Handlungsbedarf

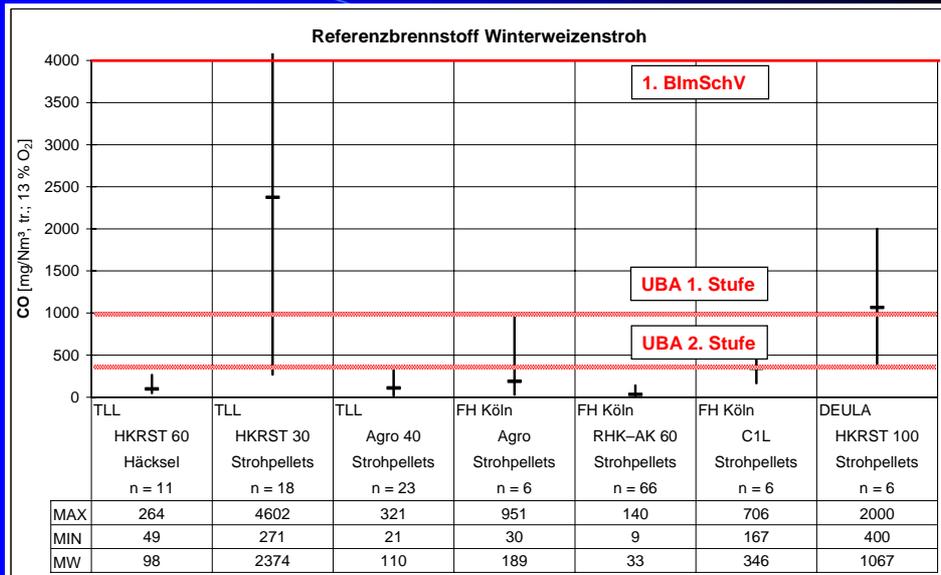


Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Kohlenmonoxid-Emissionen - Anlagenvergleich

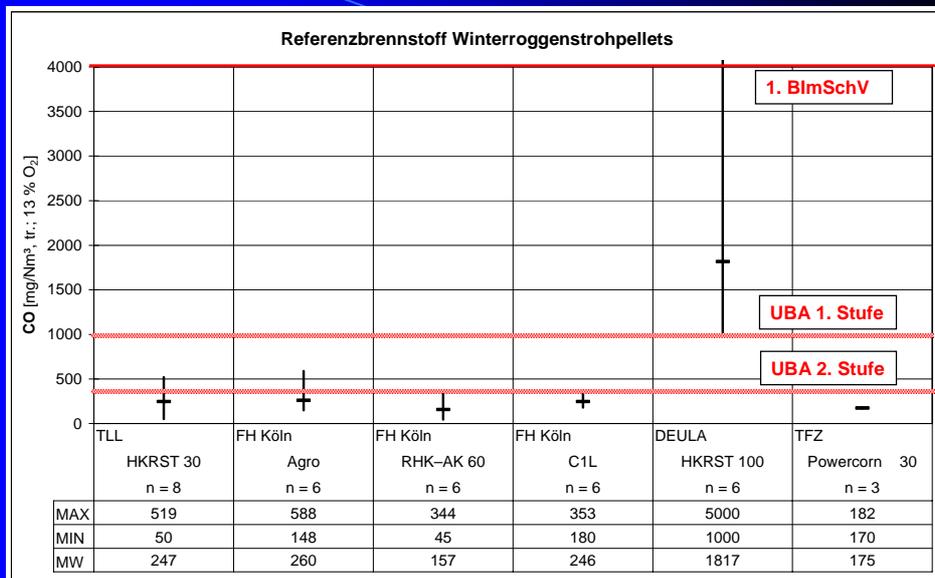


Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Kohlenmonoxid-Emissionen - Anlagenvergleich

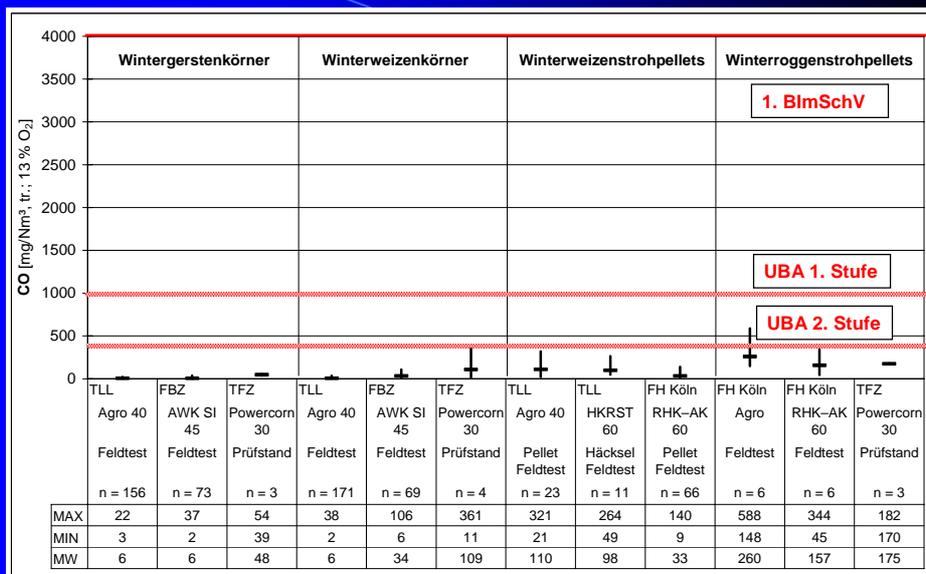


Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Kohlenmonoxid-Emissionen - Vergleich Referenzbrennstoffe

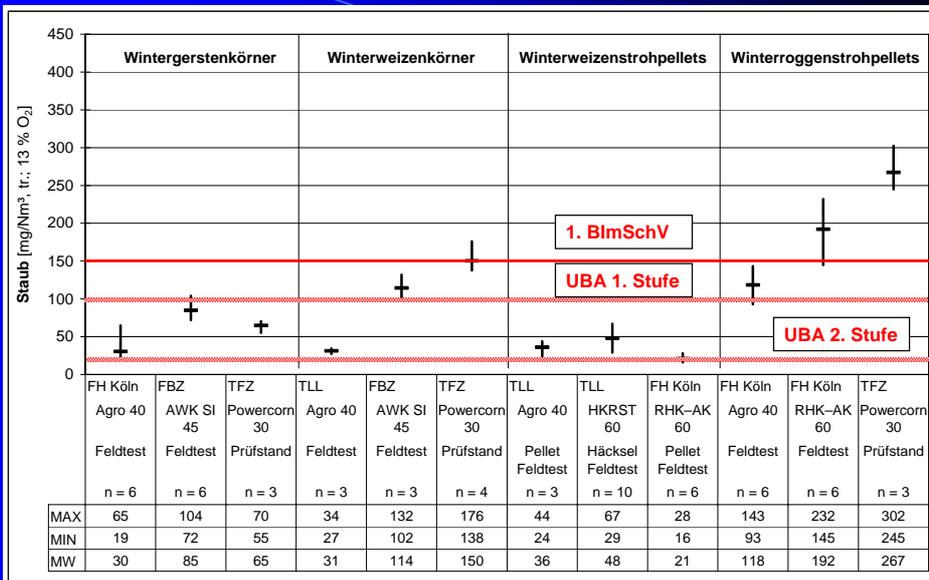


Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Gesamtstaub-Emissionen – Vergleich Referenzbrennstoffe

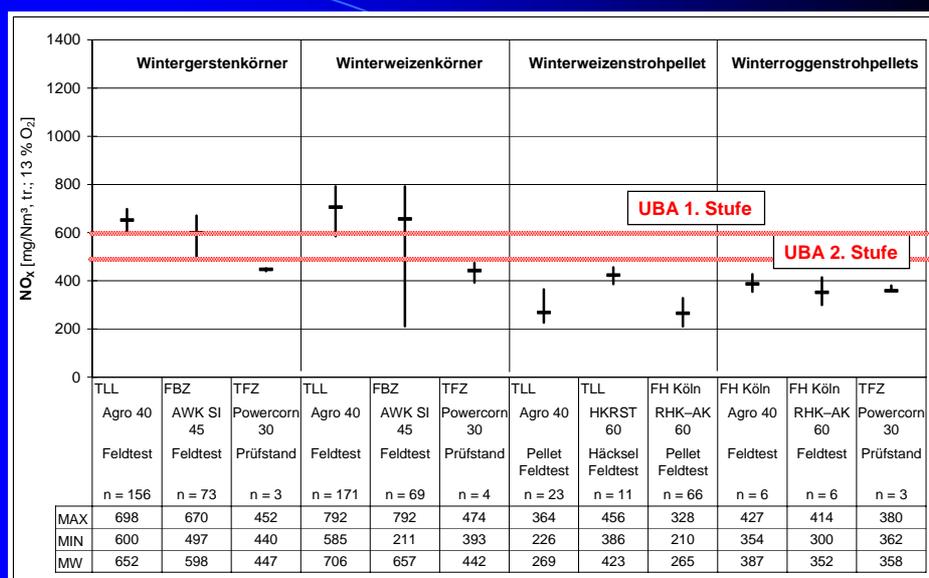


Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Stickoxid-Emissionen – Vergleich Referenzbrennstoff



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Vorschubrostfeuerung Fa. REKA - Reka-HKRST 60, 54 kW_{th}

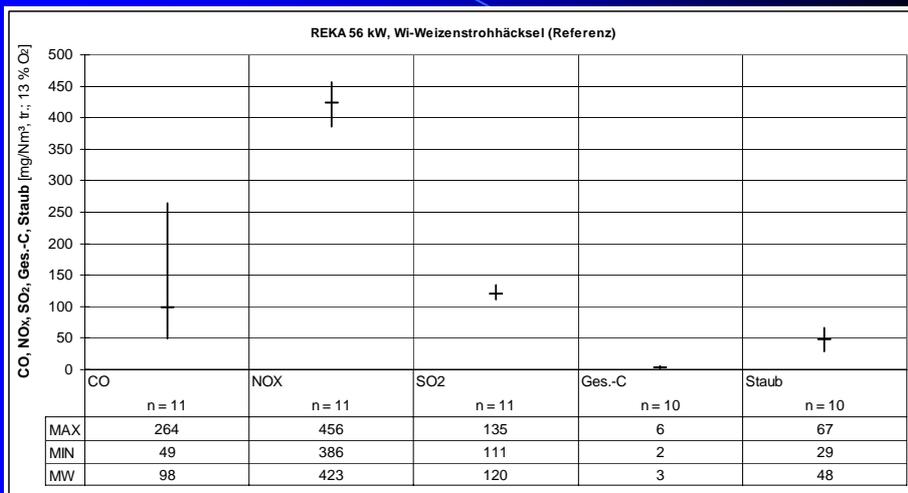


Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Vorschubrostfeuerung Fa. REKA - Reka-HKRST 60, 54 kW_{th}

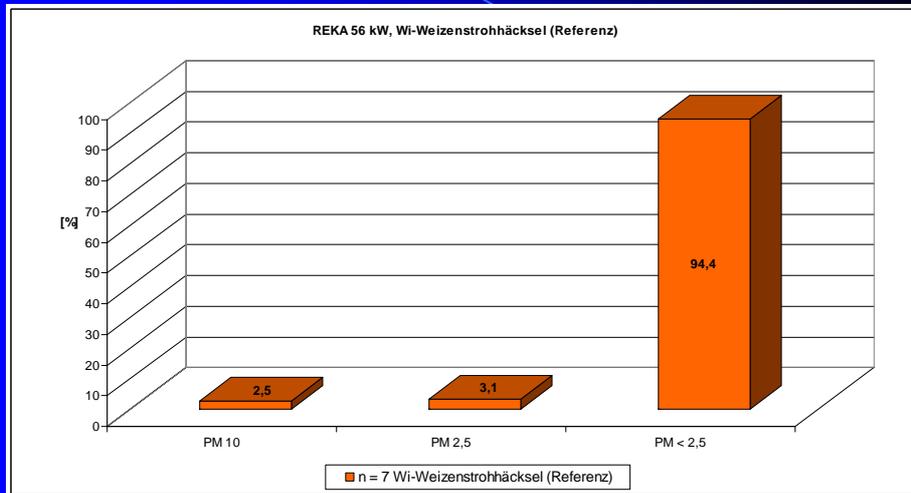


Hering, Th.; Peisker, D.; Dr. Vetter A.

Stand der Halmgutverbrennung



Vorschubrostfeuerung Fa. REKA - Reka-HKRST 60, 54 kW_{th}



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

Stand der Halmgutverbrennung



Brennmuldenfeuerung - Fa. Linka, Dk

Wärmeversorgung von

Ställen: 5000 m²,
 Büro u. Sozialgebäude: 400 m²
 Brennstoff: Strohballen aufgelöst
 Leistung: 400 kW_{th}
 Fernwärmenetz: 400 m



Hering, Th.

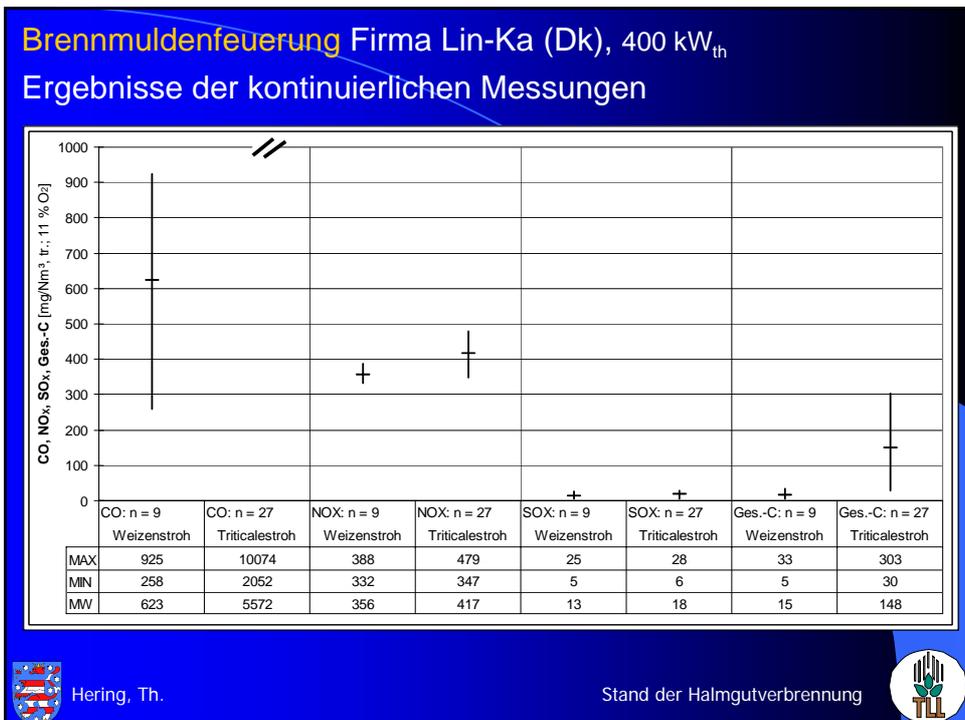
Stand der Halmgutverbrennung





Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



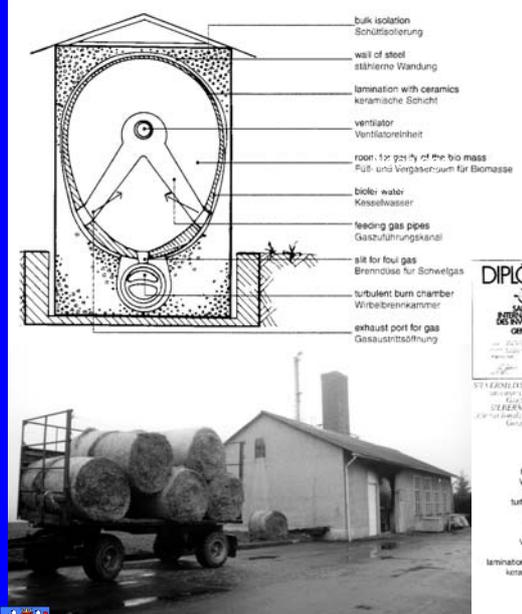
Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung

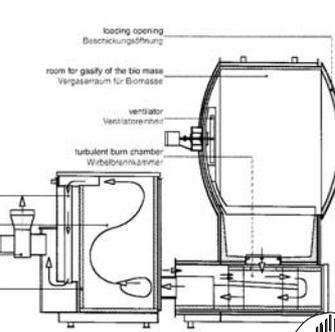


diskontinuierliche Stroh-Ganzballen-Vergasung (Rundballen)

Firma Herlt, Vielist (D),
145 kW



STEFAN JUNG, D.L.L. - UNIVERSITÄT
DUISBURG ESSEN
FAKULTÄT FÜR INGENIEURWISSENSCHAFTEN
LEHRGEBIET FÜR VERFAHRENSTECHNIK
UND ANLAGENLEHRE
VERFAHRENSTECHNIK
ZUR FACHRICHTUNG: VERFAHRENSTECHNIK
UND ANLAGENLEHRE
SEITE 20/21

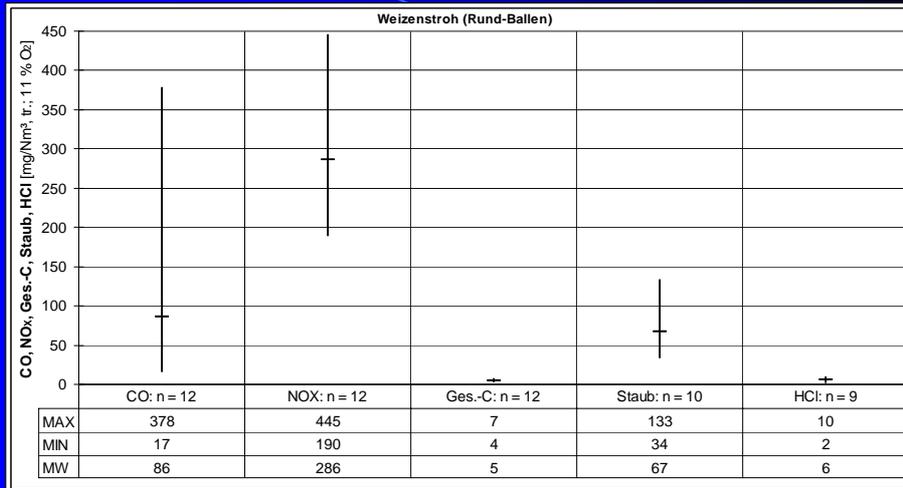


Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Einziger deutscher Hersteller Fa. Herlt, Vielist (Wiesenburg)



Quelle: Messbericht UBG, April 2005



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

A Inhalte der Untersuchungen

B Ergebnisse der Brennstoffuntersuchungen

C Rechtliche Rahmenbedingungen

D Ergebnisse der Emissionsuntersuchungen

E Perspektiven und Handlungsbedarf



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



weitere Entwicklungen

1. Entwicklung von neuen Feuerungssystemen (Praxis)



Fa. IHT



Fa. Hargassner



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



E Perspektiven - weitere Entwicklungen

2. Entwicklung von Abscheidetechnologien – Brennwerttechnik



Fa. Guntamatic, Fa. Schröder, TLL/TLUG



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung

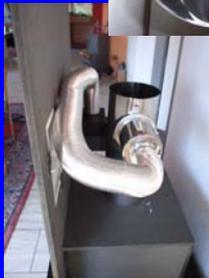


E Perspektiven - weitere Entwicklungen

3. Entwicklung von Abscheidetechnologien – elektrostatische Abscheider (Praxisreife Prototypen)



Bioenergie-Technik,
Starnberg



EMPA, Zürich



ILK, Dresden; TLL Jena



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



E Perspektiven - weitere Entwicklungen

4. Erprobung innovativer Brennstoffe, Feuerungssysteme und Abscheidetechniken TLL – TZNR Dornburg bei Jena



Misch-Wäge-Anlage



wassergekühlte Vorschubrostfeuerung mit Rauchgasrezirkulation + Filter



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



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 |



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Handlungsbedarf

1. Differenzierte Grenzwerte für Anlagen für halmgutartige Bioenergieträger gegenüber holzartigen Brennstoffen.
2. Anhebung der Leistungsgrenze genehmigungspflichtiger Anlagen für Halmgüter von 100 kW auf 1 MW (gleiche Leistungsgrenzen für die Genehmigungspflicht von Anlagen mit Biobrennstoffen).

| Feuerungswärmeleistung | Holz | Stroh und Halmgut | Getreide |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| bis 15 kW | 1.BImSchV | 1.BImSchV-Verbot | 1.BImSchV-Verbot |
| 15 bis 100 kW | 1.BImSchV | 1.BImSchV | nur mit Sondergenehmigung |
| 100 kW bis 1 MW | 1.BImSchV | 4.BImSchV mit TA Luft | 4.BImSchV mit TA Luft |
| über 1 MW | 4.BImSchV mit TA Luft | 4.BImSchV mit TA Luft | 4.BImSchV mit TA Luft |



Hering, Th.

Stand der Halmgutverbrennung



Weitere Informationen unter

www.tll.de/nawaro

t.hering@dornburg.tll.de

bzw.

