



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

# Fragen und Probleme der Stroh- und Getreideverbrennung

**Dr. Ruth Brökeland  
C.A.R.M.E.N. e. V.**

**18. Januar 2005**

**Facharbeitskreis Biomasse, Köllitsch**



# Fragen und Probleme der Stroh- und Getreideverbrennung

---



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

- 1. Rechtliche Bedingungen**
  - Rechtliche Situation
  - Ausnahmegenehmigungen
- 2. Herkünfte halmgutartiger Biomasse**
  - Stoffquellen
  - Brennstoffformen
  - Bauarten von Feuerungsanlagen
- 3. Brennstoffeigenschaften, Emissionen**
  - Emissionsrelevante Inhaltsstoffe
  - Emissionen
  - Auswirkungen auf den Anlagenbetrieb
  - Technische Anforderungen
- 4. Fördermöglichkeit über MAP ?**

# Verbrennung von Stroh u. Getreide Rechtliche Situation I



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

## Verbrennung in Anlagen kleiner 100 kW<sub>FWL</sub>:

- **1. BImSchV (Kleingefeuerverordnung):**
  - § 3 Brennstoffe
  - 8. **Stroh oder ähnliche** pflanzliche Stoffe

### Erläuterungen:

Als stroh- oder strohähnliche Stoffe gelten Energiepflanzen, z. B. Schilf, Elefantengras, Heu, Maisspindeln.

Getreide ist **kein** zugelassener Brennstoff nach der **1. BImSchV** !

- **Entscheidung** über Zuordnung ist **Ländersache** !
- Stroh und Getreide dürfen **nicht** in Anlagen kleiner 15 kW eingesetzt werden (Pelletöfen !)
- **Staubgrenzwert** 150 mg/m<sup>3</sup>, keine Begrenzung für NO<sub>x</sub>
- **Änderung** der **1. BImSchV** steht bevor !  
(Zulassung als Regelbrennstoff ? schärfere Grenzwerte ?)

# Verbrennung von Stroh u. Getreide

## Rechtliche Situation II



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

### Verbrennung in Anlagen über $100 \text{ kW}_{\text{FWL}}$ :

- **4. BImSchV (Genehmigungsbedürftige Anlagen):**  
für **Stroh u. ähnliche pflanzliche Stoffe** gemäß Nr. 1.3  
(Anhang der 4. BImSchV) gilt für Anlagen:
  - ...ab  $1 \text{ MW}_{\text{FWL}}$  **förmliches Verfahren**,
  - ...unter  $1 \text{ MW}_{\text{FWL}}$  **vereinfachtes Verfahren**
- **erhöhter Aufwand** für Genehmigung und Emissionsüberwachung
- Emissionsmessung, Anwendung der **TA Luft**:
  - Staubgrenzwerte:**
    - $50 \text{ mg/m}^3$  kleiner  $1 \text{ MW}$
    - $20 \text{ mg/m}^3$  größer oder gleich  $1 \text{ MW}$
  - NO<sub>x</sub>-Grenzwerte:**
    - $0,50 \text{ g/m}^3$  kleiner  $1 \text{ MW}$
    - $0,40 \text{ g/m}^3$  größer oder gleich  $1 \text{ MW}$
- Benennung von **Stroh oder ähnliche pflanzliche Stoffe** nach TA Luft:  
z. B. Getreidepflanzen, Gräser, Miscanthus

# Erteilung von Ausnahmegenehmigungen



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

**Ausnahmegenehmigung** für dauerhaften Betrieb mit Getreide muss z. B. beim Landratsamt eingeholt werden:

- **Voraussetzungen: 1. BImSchV § 20 Zulassung von Ausnahmen**  
"Die zuständige Behörde kann auf Antrag Ausnahmen von den Anforderungen der §§ 3 bis 11 und des § 18 (Ableitbedingungen für Abgase) zulassen, soweit diese im Einzelfall wegen besonderer Umstände durch einen unangemessenen Aufwand oder in sonstiger Weise zu einer **unbilligen Härte** führen und **schädliche Umwelteinwirkungen nicht zu befürchten** sind."
- Einhaltung der Emissionsgrenzwerte reicht nicht aus, **Immissionsverhalten** in Nähe der Anlage wird mit betrachtet
- **Anzahl der erteilten Ausnahmegenehmigungen** seit Entscheidung des Länderausschusses Immissionsschutz (LAI) **rückläufig**



# Fragen und Probleme der Stroh- und Getreideverbrennung

---



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

- 1. Rechtliche Bedingungen**
  - Rechtliche Situation
  - Ausnahmegenehmigungen
- 2. Herkünfte halmgutartiger Biomasse**
  - Stoffquellen
  - Brennstoffformen
  - Bauarten von Feuerungsanlagen
- 3. Brennstoffeigenschaften, Emissionen**
  - Emissionsrelevante Inhaltsstoffe
  - Emissionen
  - Auswirkungen auf den Anlagenbetrieb
  - Technische Anforderungen
- 4. Fördermöglichkeit über MAP ?**

# Stoffquellen für halmgut- artige Biobrennstoffe I



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

<b>Stroh</b>	Koppelprodukt der Getreideernte, großes Potential, aber kein kostenloser Brennstoff !!
<b>Getreide-ganzpflanzen</b>	Korn u. Stroh werden genutzt, Anbau als Energiepflanze
<b>Getreide-körner</b>	schadhaftes Getreide, Mühlenausputz u. a.
<b>konv. Wiesenheu</b>	überständiges oder schadhaftes Heu, hoher Proteingehalt
<b>Landschafts-pflegeheu</b>	z. T. Entsorgungsproblem, hoher Proteingehalt
<b>Miscanthus u. a. Schilfarten</b>	Versuchsanbau als Energiepflanze, hohe Auswinterungsverluste im ersten Jahr, C <sub>4</sub> -Pflanzen, hoher Wasserbedarf

# Stoffquellen für halmgut- artige Biobrennstoffe II



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

<b>weitere:</b>	
<b>Gras</b>	frisch nicht zur Verbrennung geeignet, Biogasanlagen
<b>Straßen- grasschnitt</b>	wie Gras
<b>Treibgut (Treibsel, Teek)</b>	Schwemmmaterial, das am Fuß von Dünen und vor allem auf den Außenböschungen der See- und Stromdeiche abgesetzt wird; kurzzeitig großer Anfall, hoher Salzgehalt bei Meerwasser
<b>Hanf</b>	mögliche Energiepflanze
<b>Röhricht</b>	???



# Brennstoffformen von halmgutartigen Biomasse



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

		Häcksel	Rundballen	Quaderballen	Pellets/ Getreide
<b>Abmessungen</b>		2 – 5 cm	1,5 * 2,5 m	1,2 * 1,3 * 2,4 m	6 – 40 * 100 mm
<b>Lagerungsdichte (kg/m<sup>3</sup>)</b>		65 - 80	110 - 150	150 - 200	400 - 600
<b>Transport- eignung</b>	<b>nah</b>	-	++	++	++
	<b>fern</b>	--	+	++	++
<b>Feuerungstyp</b>		(1) Unterschub- (2) Vorschub- rostfeuerung	(1) Feuerung mit Scheibenteiler (2) Strohvergaser	(1) Zigarrenbrenner (2) Feuerung mit Scheibenteiler	Pellet- /Getreide- anlagen
<b>Leistungs- bereich</b>		(1) bis ca. 1 MW (2) alle Bereiche	(1) ab ca. 500 kW (2) 85 bis 400 kW	ab ca. 3 MW	bis max. 500 kW
<b>Brennraum- beschickung</b>		kontinuierlich	chargenweise	(1) kontinuierlicher Vorschub (2) chargenweise	kontinuierlich

verändert nach Strehler 1988 und Hartmann u. Kaltschmitt 2002

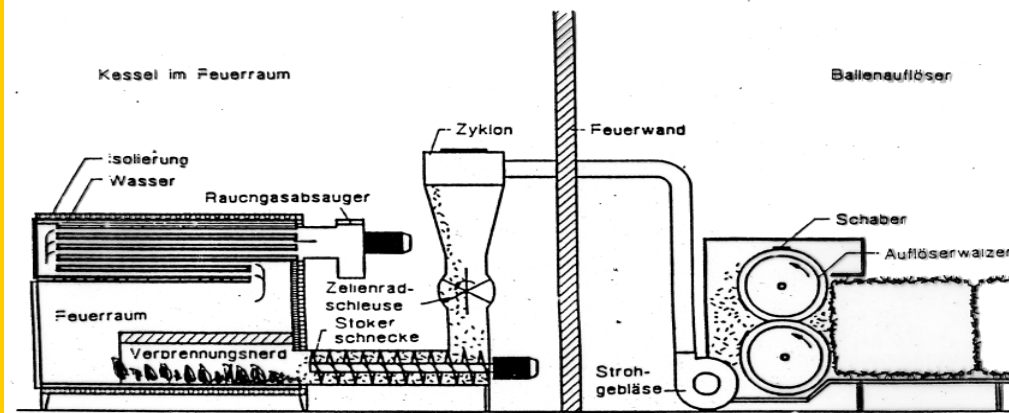
# Häckselverbrennung, Ballenauflöser



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

- Auflösen von Ballen durch langsam laufende Messer-/Schneidtrommeln, Vermeidung von Funkenbildung
- **Vorteil:** Zuführung der Häcksel über Schnecken und Verbrennung in Unterschub- und Rostfeuerungsanlagen möglich



# Strohvergaseranlage



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

- Strohvergaserkessel für Rundballen der Fa. Herlt
- Anlagen für 85 bis 400 kW erhältlich
- Beschickung über Frontlader

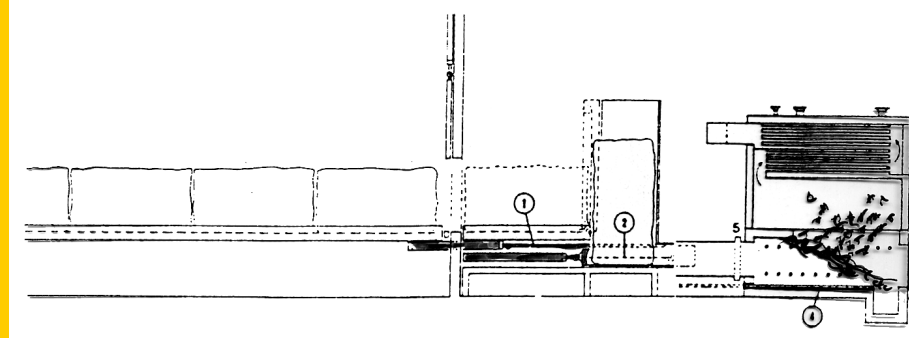


# Prinzip Scheibenteiler



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

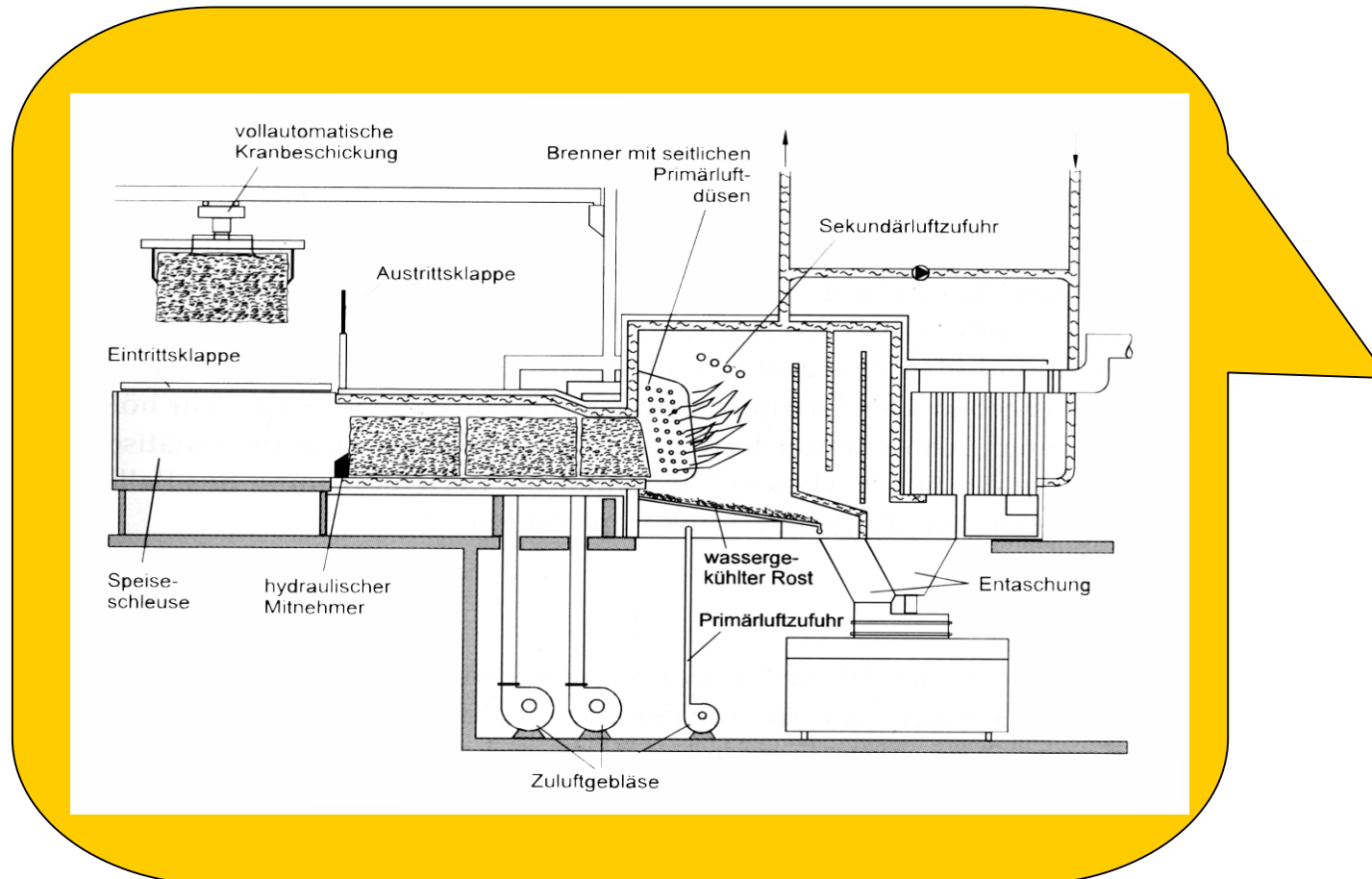


# Zigarrenbrenner



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland





# Anlagen für Getreide u. Strohpellets



**C.A.R.M.E.N.**

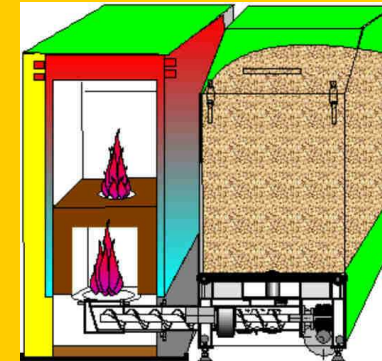
Dr. R. Brökeland



Fa. Baxi, Dänemark



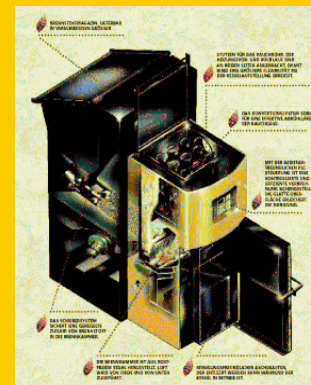
Fa. Gerlinger, Österreich



Fa. Reka, Dänemark



Fa. Passat, Dänemark



Fa. Agroflamm, Deutschland



# Fragen und Probleme der Stroh- und Getreideverbrennung

---



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

- 1. Rechtliche Bedingungen**
  - Rechtliche Situation
  - Ausnahmegenehmigungen
- 2. Herkünfte halmgutartiger Biomasse**
  - Stoffquellen
  - Brennstoffformen
  - Bauarten von Feuerungsanlagen
- 3. Brennstoffeigenschaften, Emissionen**
  - Emissionsrelevante Inhaltsstoffe
  - Emissionen
  - Auswirkungen auf den Anlagenbetrieb
  - Technische Anforderungen
- 4. Fördermöglichkeit über MAP ?**

# Emissionsrelevante Inhaltsstoffe naturbelassener Biobrennstoffe



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

Biobrennstoff	Heizwert (wf) (kWh/kg)	Aschegehalt (wf) (%)	Erweichungs- punkt (°C)	N (%)	Cl (mg/kg TS)	S (mg/kg TS)
Nadelholz allg.	5,23	<b>0,79</b>	1.398	0,14	<b>87</b>	234
Laubholz allg.	5,11	<b>0,55</b>	1.265	0,49	<b>163</b>	402
Getreidestroh allg.	4,78	<b>5,68</b>	<b>960</b>	0,47	<b>2.503</b>	737
Rapsstroh	4,76	<b>6,20</b>	1.273	0,84	<b>4.668</b>	2.703
Getreideganz- pflanzen allg.	4,76	<b>4,24</b>	<b>886</b>	<b>1,16</b>	<b>1.807</b>	1.370
Roggenkörner	4,74	2,04	<b>710</b>	<b>1,91</b>	863	1.058
Weizenkörner	4,72	2,69	<b>687</b>	<b>2,28</b>	426	1.025
Triticalekörner	4,70	2,06	<b>730</b>	<b>1,68</b>	692	1.067
Rapskörner	<b>7,35</b>	<b>4,60</b>	-	<b>3,94</b>	-	1.000
Landschafts- pflegeheu allg.	4,83	<b>5,71</b>	1.061	<b>1,14</b>	<b>3.112</b>	1.581
konv. Wiesenheu allg.	4,74	<b>7,09</b>	<b>918</b>	<b>1,26</b>	<b>7.588</b>	1.650

wf = wasserfrei

aus Hartmann u. a. 2000: Naturbelassene biogene Festbrennstoffe – umweltrelevante Eigenschaften und Einflussmöglichkeiten





# Emissionen bei Halmgutverbrennung

---



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

Große **Abweichungen** der Brennstoffeigenschaften und Inhaltsstoffe im Vergleich zu Holzbrennstoffen:

- höherer **Aschegehalt**
- niedrigerer **Ascheerweichungspunkt**
- **Getreide**: höhere Gehalte an **Stickstoff**; auch durch Kulturmaßnahmen lässt sich N-Gehalt nicht senken
- höhere Gehalte an **Chlor** (besonders **Stroh**) und **Schwefel**

**Auswirkungen** auf Emissionen bei der Verbrennung:

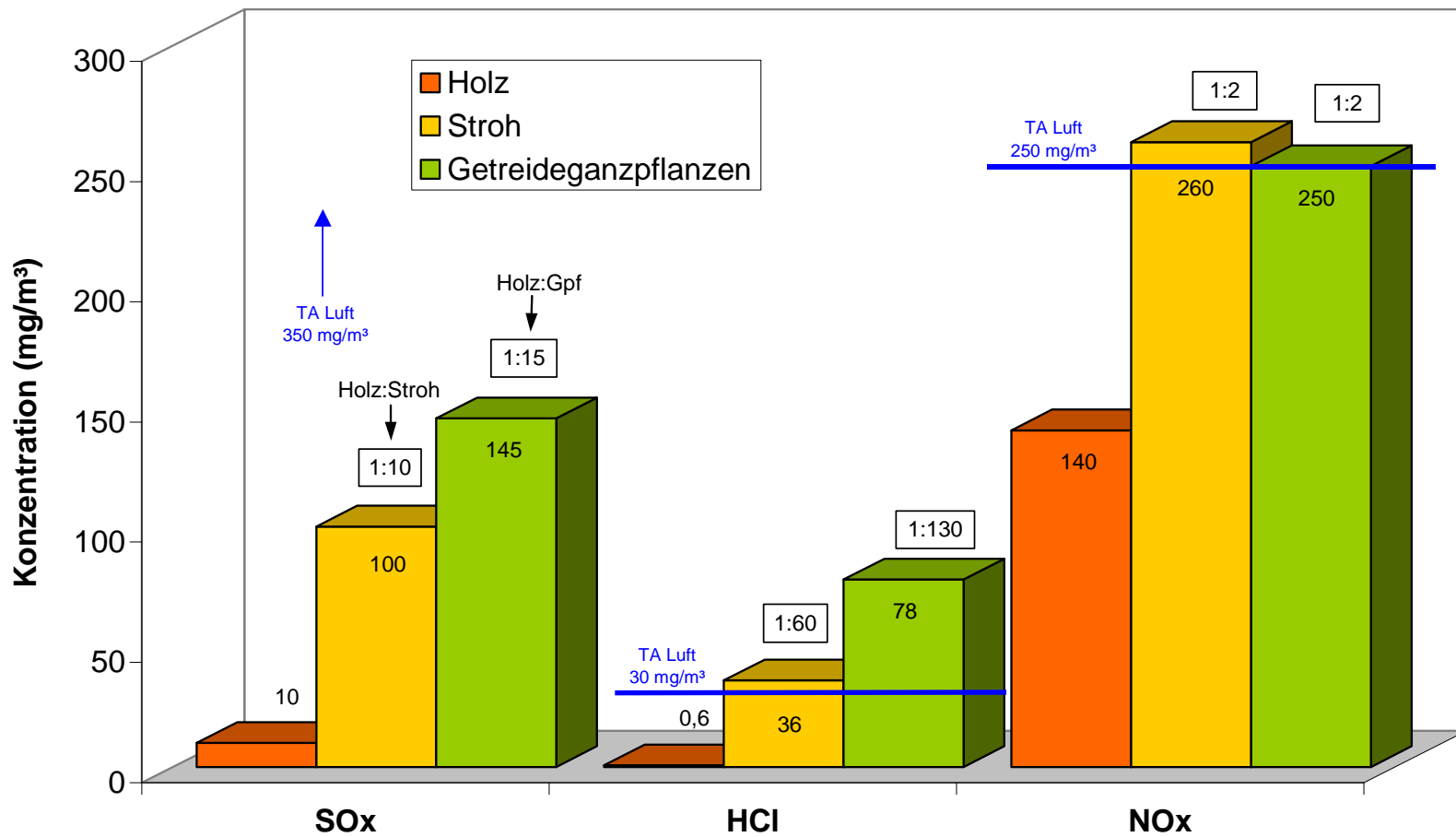
- hohe **Staubgehalte**, Grenzwerte der 1. BImSchV werden i.d.R. nicht eingehalten
- **Getreide**: sehr hohe **NO<sub>x</sub>-Emissionen** (jedoch kein Grenzwert nach 1. BImSchV)
- hohe **Chloremissionen und -korrosionen** möglich
- **SO<sub>x</sub>-Emissionen** bleiben unter Grenzwert
- **CO-Emissionsgrenzwerte** werden **problemlos** eingehalten

# Brennstoffabh. Emissionen luftverunreinigender Stoffe (gemittelte Werte)



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland



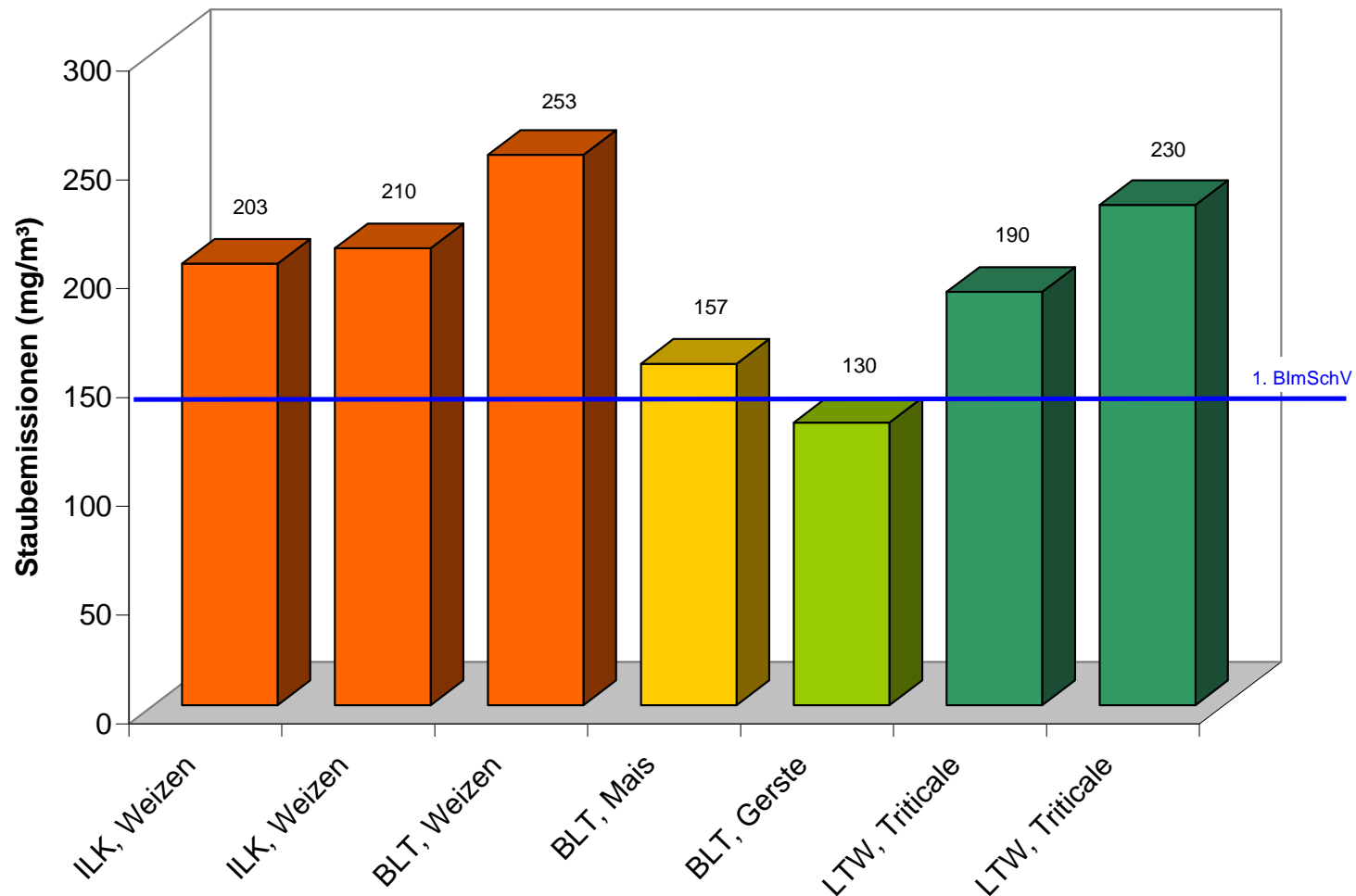
aus Friß u. Huber (o. J.): Emissionen bayerischer Biomassefeuerungsanlagen; LfU

# Staubemissionen bei Getreideverbrennungsversuchen



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland



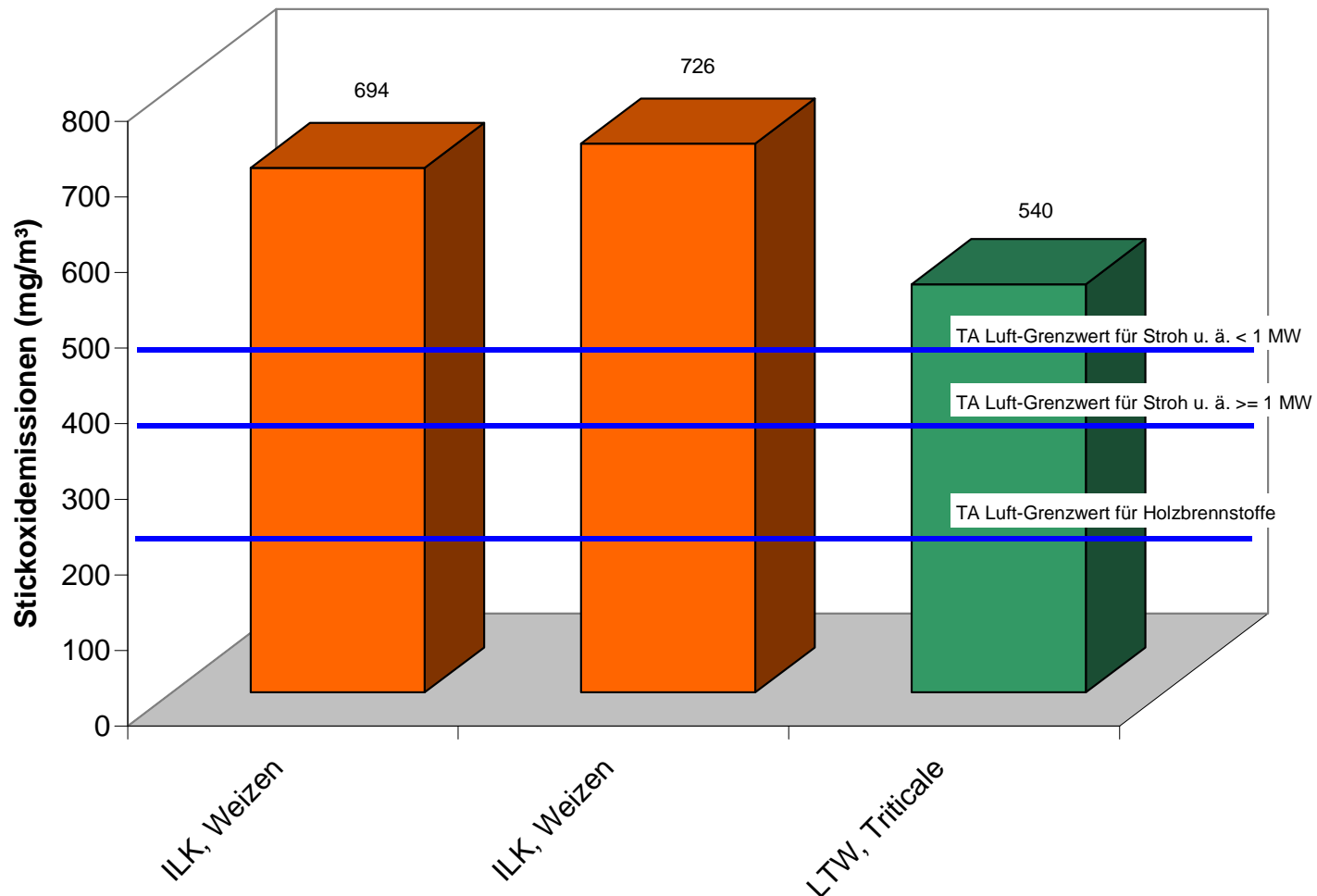
ILK = Institut für Luft- und Kältetechnik, Dresden; BLT = Bundesanstalt für Landtechnik, Wieselburg; LTW = Landtechnik Weihenstephan

# Stickoxidemissionen bei Getreideverbrennungsversuchen in Kleinfeuerungsanlagen



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland



ILK = Institut für Luft- und Kältetechnik, Dresden; LTW = Landtechnik Weihenstephan

# Auswirkungen auf Anlagenbetrieb I



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. P. Brügge



- auch große Schlackestücke können bei ungünstigen Betriebsbedingungen entstehen und zusammen mit der Asche die Luftzuführung im Brennraum stark behindern



Fotos:  
Brüggemann



# Auswirkungen auf Anlagenbetrieb I

---



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

- **hohes Ascheaufkommen und Verschlackungen** im Brennraum; Luftzuführung wird behindert, erhöhter Wartungs- und Reinigungsaufwand
- **große Unterschiede** bei unterschiedlichen **Getreidearten**, -sorten und -herkünften
- **Geruchsemissionen**; andere, z. T. unangenehmere Gerüche als bei Holzheizungen (Teillastbereich)
- **Rapskörner brennen besser** als andere Getreidearten, verursachen aber noch **stärkere Geruchsbelästigungen**
- z. T. **glasiger, porzellanartiger Überzug** an kälteren Bauteilen (sogar an Messgeräten) beobachtet (Versinterung)





# Auswirkungen auf Anlagenbetrieb II

---



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

- durch **Chlor** im Brennstoff kann es zu **Korrosionen** kommen, z. B. an kälteren Teilen des Wärmetauschers; **sehr widersprüchliche Erfahrungen** der Hersteller !
- **deutlich verminderte Kesselleistung** im Vergleich zu Holzbrennstoffen; Luftführung wird durch dichtere Lagerung von Getreide, Ausputz u. ä. behindert
- **Anlagenbetreiber** sind grundsätzlich **zufrieden** (günstiger Brennstoff), wenig Interesse an emissionsmindernden Maßnahmen
- Entwicklungsstand von Getreide- und Halmgutverbrennungsanlagen hinkt dem von Holzfeuerungsanlagen weit hinterher; großes technisches **Entwicklungspotential**



# Technische Anforderungen I

---



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

- **Brennstoffbereitstellung, -lagerung, -zuführung:**  
...seit langem **in landwirtschaftlicher Praxis eingeführt**, keine technischen Schwierigkeiten
- **Staubemissionen:**  
...können langfristig wahrscheinlich bei den meisten Anlagen nur mit **sekundären Entstaubungseinrichtungen** eingehalten werden;  
z. B. **Gewebefilter, kleine Elektrofilter** (erhöhte Investitionen !)
- **Verschlackungen vermindern durch:**  
...Zugabe von **Brandkalk** (1 bis 2%)  
...Einbau von **Ascheschiebern** (ständiges Bewegen der Asche)  
...**Wasserkühlung** des Brennraumes (Vermeiden der Ascheschmelze)
- **NOx-Emissionen:**  
...wirtschaftliche **Entstickung** bei Kleinanlagen **nicht möglich**



# Technische Anforderungen II



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

- **Chloremissionen:**  
...HCl wird augenscheinlich **an Feinstaub adsorbiert**  
(Staubabscheidung !)
- **Chlorkorrosion:**  
...Taupunktunterschreitung vermeiden,  
**höhere Kesselwassertemperaturen**  
...Einsatz von **korrosionsbeständigem Material**
- **unterschiedliche Getreidequalitäten:**  
...**Anpassungsmöglichkeiten** bei Wechsel der Brennstoffqualitäten  
wäre sehr wichtig (Feuerungsregelung)
- **Geruch:**  
...**kein** Betrieb im **Gluterhalt**  
...Einsatz von **Pufferspeichern**  
...eventuell **GeruchsfILTER** (z. B. Biofilter)



# Fragen und Probleme der Stroh- und Getreideverbrennung

---

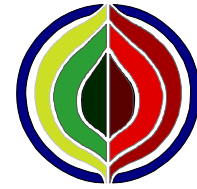


**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

- 1. Rechtliche Bedingungen**
  - Rechtliche Situation
  - Ausnahmegenehmigungen
- 2. Herkünfte halmgutartiger Biomasse**
  - Stoffquellen
  - Brennstoffformen
  - Bauarten von Feuerungsanlagen
- 3. Brennstoffeigenschaften, Emissionen**
  - Emissionsrelevante Inhaltsstoffe
  - Emissionen
  - Auswirkungen auf den Anlagenbetrieb
  - Technische Anforderungen
- 4. Fördermöglichkeit über MAP ?**

# Marktanreizprogramm des Bundes



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

- **Förderfähig sind:**
  - ...**automatisch beschickte Anlagen** zur Verfeuerung von **fester Biomasse** ab  $3 \text{ kW}_{\text{NWL}}$
  - ...**Wärmenetze** ab Kesselnennwärmeleistung von  $100 \text{ kW}$
  - ...**Scheitholzvergaserkessel** mit Pufferspeicher ab  $15 \text{ kW}_{\text{NWL}}$
- **Förderhöhe:**
  - automatische Anlagen: **60 Euro/kW** (mind. 1.700 Euro)
  - Wärmenetze: **50 Euro/Meter**
  - Scheitholzanlagen: **50 Euro/kW** (mind. 1.500 Euro)
- **Voraussetzung:**
  - ...Vorhaben darf **noch nicht begonnen** worden sein
  - ...Betrieb in Deutschland mindestens **7 Jahre**
  - ...Einhaltung von **strenger Emissionsgrenzwerte**, Nachweis über Einzelgutachten oder Baumusterprüfung

# Marktanreizprogramm des Bundes



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

	<b>bis 1.000 kW</b> 13% O <sub>2</sub>	<b>ab 1.000 kW</b> 11% O <sub>2</sub> (TA Luft-Werte)
<b>Brennstoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- naturbelassenes Holz</li> <li>- Stroh oder ähnlich</li> <li>- Holz aus Be- und Verarbeitung ohne Holzschutzmittel und halogenorganische Verbindungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- naturbelassenes Holz</li> <li>- Stroh oder ähnlich</li> <li>- Holz aus Be- und Verarbeitung ohne Holzschutzmittel und halogenorganische Verbindungen</li> </ul>
<b>CO (Nennlast)</b>	< 250 mg/Nm <sup>3</sup>	<b>Holz:</b> < 150 mg/Nm <sup>3</sup> <b>Stroh:</b> < 250 mg/Nm <sup>3</sup>
<b>CO (Teillast)</b>	< 250 mg/Nm <sup>3</sup>	<b>Holz:</b> bis 2,5 MW keine Teillastmessung <b>Stroh:</b> bis 2,5 MW keine Teillastmessung
<b>Staub</b>	< 50 mg/Nm <sup>3</sup>	<b>Holz:</b> 100 mg/Nm <sup>3</sup> bei FWL < 2,5 MW 50 mg/Nm <sup>3</sup> bei FWL < 5 MW 20 mg/Nm <sup>3</sup> bei FWL ≥ 5 MW  <b>Stroh:</b> 50 mg/Nm <sup>3</sup> bei FWL < 1 MW 20 mg/Nm <sup>3</sup> bei FWL ≥ 1 MW
<b>Wirkungsgrad</b>	≥ 88 % (Mindestförderung ≥ 90%)	--

# Marktanreizprogramm des Bundes

---



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

## **Problem für die Getreide- bzw. Halmgutverbrennung:**

- ...**Prüfstandsmessungen** müssen **mit Getreide bzw. Halmgut** durchgeführt werden (meistens Holz)
- ...**Einhaltung** der **niedrigen Staubgrenzwerte** bei Prüfstandsmessung
- ...**Strohvergaserkessel** der Fa. Herlt wird **nicht automatisch** beschickt

Ende des Vortrags

---



**C.A.R.M.E.N.**

Dr. R. Brökeland

**Vielen Dank für Ihr  
Interesse !!**

**Bitte stellen Sie Ihre  
Fragen !**