



# Mischbrennstoffe Marktpotenzial und rechtliche Rahmenbedingungen

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

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



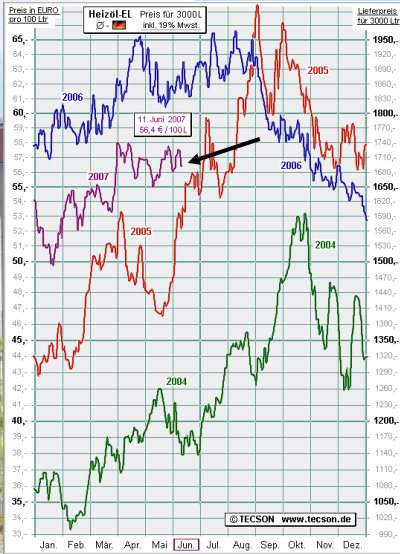
## Aktivitäten der TLL im Bereich biogener Festbrennstoffe

- 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)

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Preisentwicklung fossiler Energieträger



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

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Vergleich Brennstoffkosten für automatisch beschickbare KFA

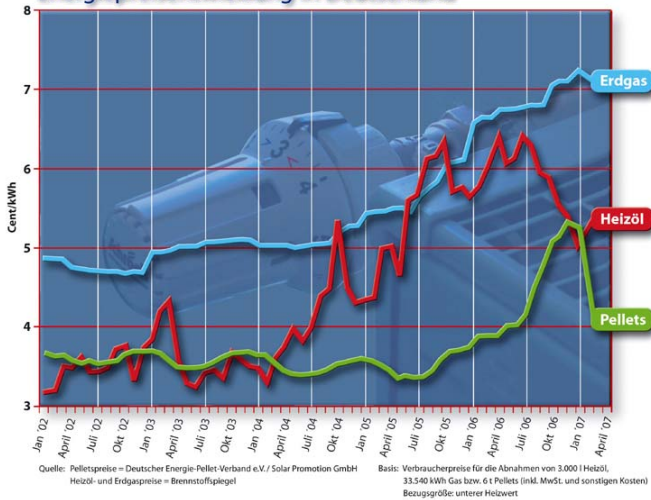
	Heizöl	Rapskuchen	Hackschnitzel (TM)	Holzpellets (TM)	Strohpellets (TM)	Getreide (TM)
Preis	0,6 €/l	130 €/t	80 €/t	230 €/t	150 €/t	130 €/t
Hu	10 kWh/l	6,9 kWh/kg	4,1 kWh/kg	5,3 kWh/kg	4,7 kWh/kg	4,7 kWh/kg
η [%]	90	80	85	90	80	85
Preis [c./kWh]	6,7	2,4	2,3	4,8	4,0	3,3

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Vergleich Preisentwicklung Holzpellets/fossile Brennstoffe

### Energiepreisentwicklung in Deutschland



Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Holzpelletproduktion D



- 1,2 Mio. t Produktionskapazität
- 35 Pelletierwerke
- Verdopplung geplant

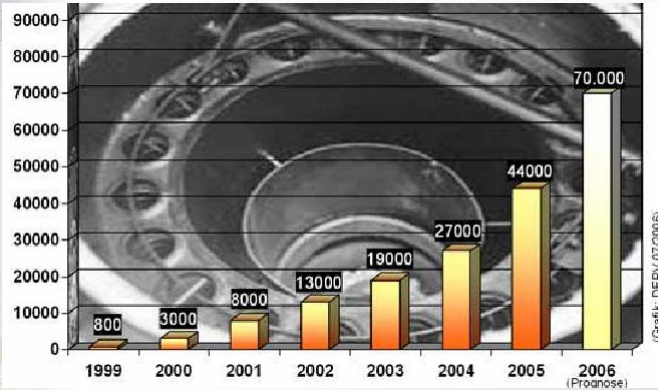
Quelle: DEPV

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



### Biogene Festbrennstoffe (Mantau, DEPV 2006)

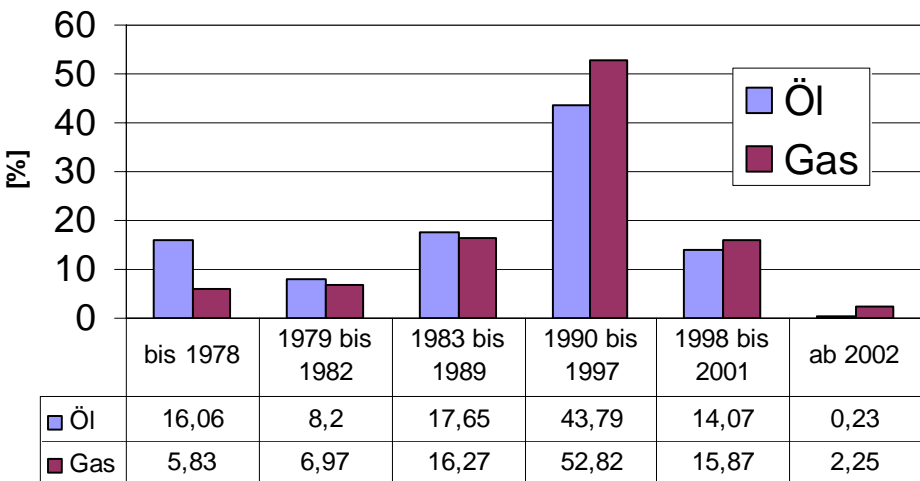
- 20,7 Mio. Fm Brennholzverbrauch
- 85 % als Scheitholz
- ca. 20 % der privaten Haushalte nutzen Brennholz



Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



### Altersstruktur Zentralheizungen

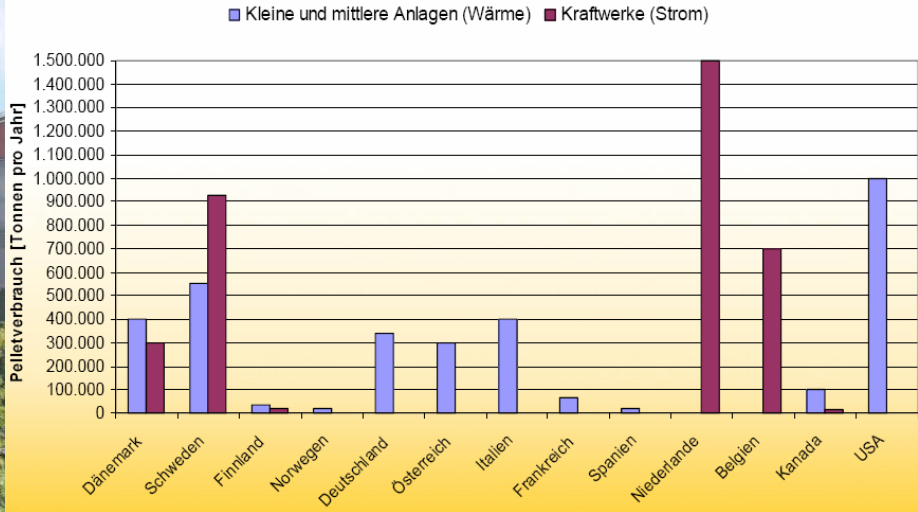


Quelle: Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Einsatz von Holzpellets in Europa (2005/06)



Quelle: proPellets Austria

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Optionen der energetischen Nutzung von Biomasse

**Wärme:** MAP, KfW  
höchste Effizienz der Biomasseverwertung  
= höchste Nettoenergieausbeute

**Elektroenergie:** EEG  
höherwertige Energieform; grund- und spitzenlastfähig

**Kraftstoffe:** 10 % Ziel der EU  
mittelfristig einzige Möglichkeit zur Herstellung regenerativer Kraftstoffe

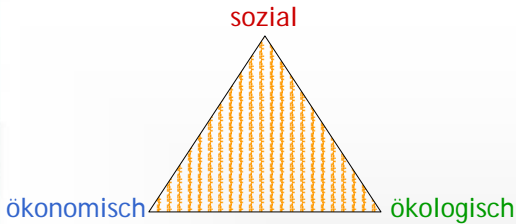


**Richtung der Nutzung gibt Gesellschaft (Politik) vor**

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Zieldreieck einer nachhaltigen Energieversorgung



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

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



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

### Anlagen bis 15 kW NWL

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

### Anlagen > 15 kW und < 100 kW NWL

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

**Einsatz von Getreide, Rapskuchen verboten**

(Ausnahmeregelungen nach § 20 möglich)

### Anlagen > 100 kW FWL

genehmigungsbedürftig nach 4. BImSchV (Grenzwerte TA Luft)

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



### Arbeitsentwurf zur Novellierung der 1. BImSchV

	Brennstoffe nach §3	NWL [kW]	Staub [g/m <sup>3</sup> ] (11 % O <sub>2</sub> )	CO [g/m <sup>3</sup> ] (11 % O <sub>2</sub> )
Stufe 1	naturbelassenes Holz Stroh, Getreide	ab 4 bis 500	0,1	1,0
		> 500	0,1	0,6
	Presslinge/Briketts aus naturbelassenem Holz (1)	ab 4	0,06	0,8
	„Industrieholz“ (2)	ab 50 bis 100	0,1	1,0
		> 100 bis 500	0,1	0,6
		> 500	0,1	0,4
Stufe 2 (1.1.2015)	alle	ab 4	0,02	0,4

1: nach DIN 51731 bzw. DINplus-Zertifizierung!

2: gestrichenes, lackiertes, beschichtetes Holz; Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten (Holzbe-, verarbeitung)

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



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

Anlagengröße	relevante Vorschrift	Bezugs-sauerstoff Vol. %	Emissionsgrenzwerte				
			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

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



# Pelletnormen

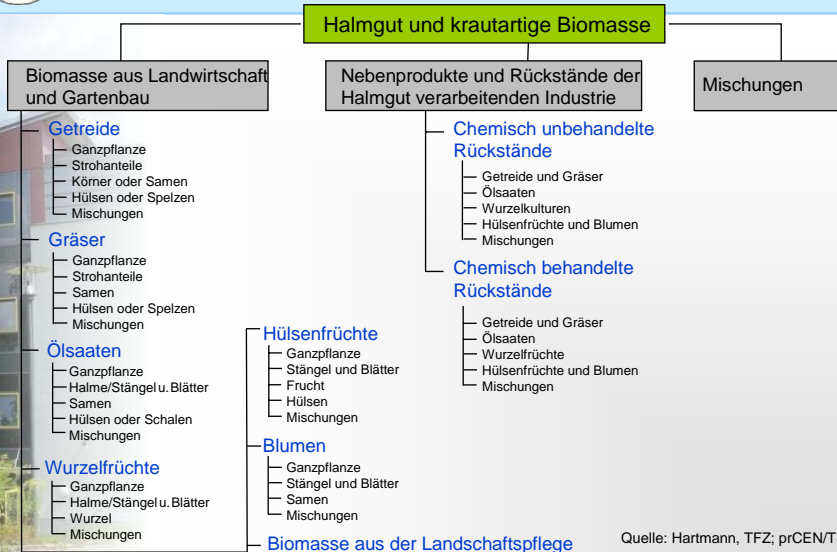
Brennstoffeigenschaften		DIN 51731	DIN plus	ÖNORM M 7135	
				Pellets	Briketts
Durchmesser	[mm]	mehrere Klassen*	4 ≤ d < 10	4 bis 20	> 20 bis 120
Länge	[mm]		≤ 5d	≤ 100	≤ 400
Rohdichte D	[kg/dm³]	1,0 ≤ D ≤ 1,4	≥ 1,12	≥ 1,0	
Wassergehalt	[%]	≤ 12	≤ 10	≤ 12	
Aschegehalt	[%]	≤ 1,5	≤ 0,5	≤ 0,5	
Heizwert H <sub>u</sub>	[MJ/kg]	17,5 ≤ H <sub>u</sub> ≤ 19,5	≥ 18,0	≥ 18,0	
Presshilfsmittel	[%]	nicht gestattet	≤ 2 <sup>1)</sup>	≤ 2	
Abrieb	[%]	k.A.	≤ 2,3	≤ 2,3	k.A.
<b>Grenzwerte</b>					
Schwefel	[%]	0,08	0,04	0,04	
Stickstoff	[%]	0,3	0,3	0,3	
Chlor	[%]	0,03	0,02	0,02	
Cadmium	[mg/kg]	0,5	k.A.	k.A.	
Chrom	[mg/kg]	8	k.A.	k.A.	
Arsen	[mg/kg]	0,8	k.A.	k.A.	
Kupfer	[mg/kg]	5	k.A.	k.A.	
Quecksilber	[mg/kg]	0,05	k.A.	k.A.	
Blei	[mg/kg]	10	k.A.	k.A.	
Zink	[mg/kg]	100	k.A.	k.A.	
EOX	[mg/kg]	3	k.A.	k.A.	



Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Brennstoffklassifikation nach Herkunft und Quellen: **Halmgutbrennstoffe**



Quelle: Hartmann, TFZ; prCEN/TS 14961

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



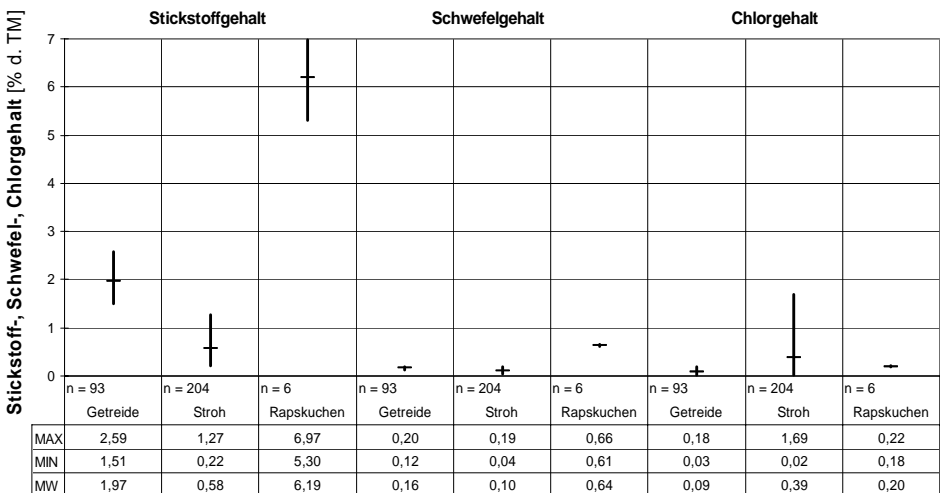
## Probleme bei Verbrennung von Biomassen

- Wassergehalt, Abmaße, Energiedichte, Inhomogenitäten
- emissionsrelevante Inhaltsstoffe: N, Cl, S, Mineralien
- Emissionen: (Fein-)Staub, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, Cl-Verbindungen
- hoher Ascheanfall/Verschlackung
- Korrosion (HCl)
- Geruch (An- und Abfahrprozesse)

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Emissionsrelevante Inhaltsstoffe

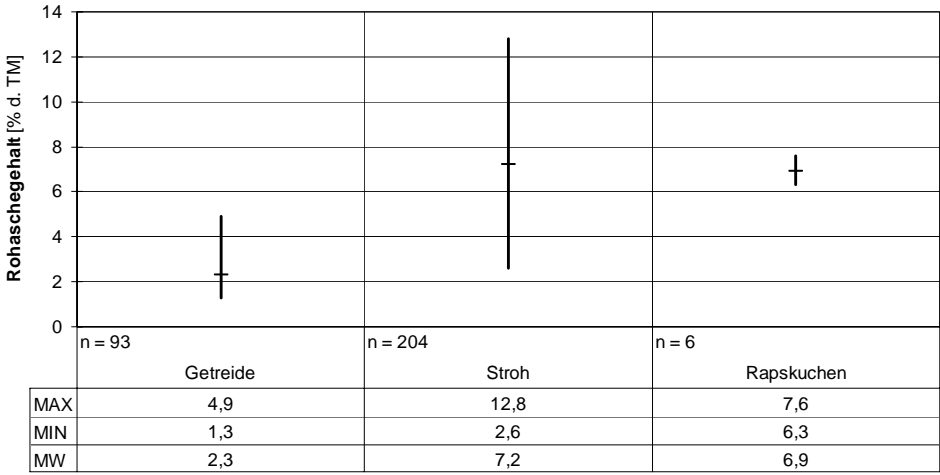


Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Aschegehalte

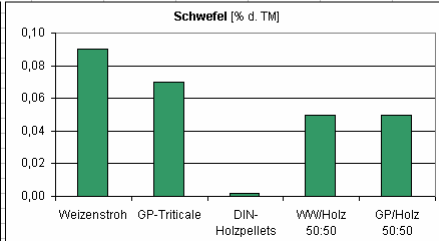
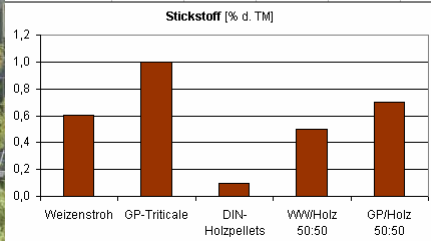
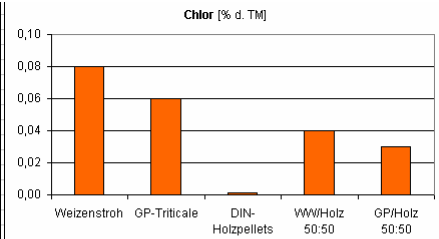
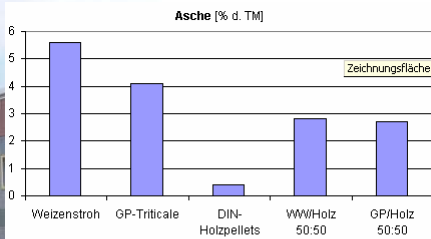
### Rohaschegehalte



Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Inhaltsstoffe bei Mischbrennstoffen



Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker

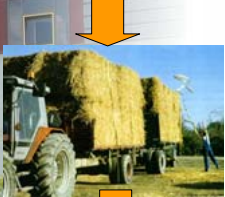


### Logistik der Strohbereitstellung - Ballenlinie



1. Verdichten  
→ Homogenität

energetische Verwertung  
oder  
Stoffliche Nutzung

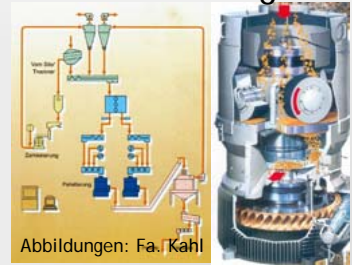


2. Transport  
→ Energiedichte

Pelletierung



3. Lagerung  
→ Qualität



Abbildungen: Fa. Kahl



### Strohbereitstellungskosten I (Heston-Ballen; Vetter, TLL)

1 Nährstoffwert

• Stickstoff, Phosphor, Kalzium, Magnesium 8,40 € / t (84 % TM)

2 Strohpressen

- Invest.-kosten der Presseinrichtungen
- Einsatzzeiten (d/a, h/d)
- Umsetz- und Rüstzeiten
- Schlaggrößen 18,40 € / t
- Schwadabstände
- Strohertrag

3 Qualitätssicherung

- Wassergehalt 2,00 € / t
- Störstoff- und Beikrautanteil

4 Transport

- Entfernung Feld - Lager 12,00 bis 15,00 € / t
- Technik / Pressdichte / Lagerungsdichte

5 Verluste

- ca. 5 % Verluste 2,00 € / t

**Σ 43,00 bis 46,00 € / t**

evtl. Zwischenlagerung verursacht Zusatzkosten für Ein- und Auslagerung, Lagerfläche, Transport, etc.



## Strohbereitstellungskosten II - Pelletierung

1 Strohpreis	• Art, Lieferentfernung, Lagerung	50 bis 60 €/t
2 Auflösung	• Invest.kosten der Auflöseeinrichtungen	40 bis 60 €/t
Vermahlung	• Einsatzzeiten (d/a) und Durchsatz (t/h)	
Konditionierung	• Energiekosten (Strom, Dampf)	
Pressen	• Presshilfsmittel	
3 Art des Gebindes	• Sackware, Big Bags, lose Ware	
4 Transport	• Entfernung Pelletieranlage - Heizanlage • Technik / Pressdichte / Lagerungsdichte • Abnahmemengen	
5 Abschreibung, Betriebsstunden		$\Sigma$ 130 bis 170 €/t

Quelle: Keller, Pilz, Zypro, Lange & Meyer

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



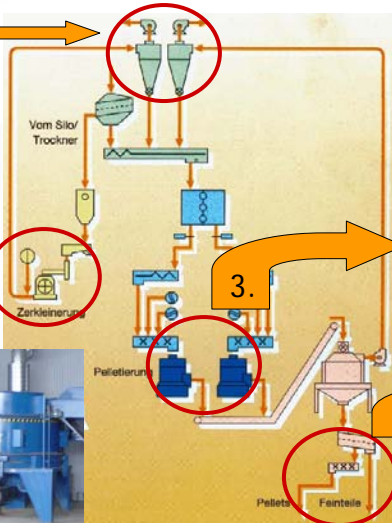
## Pelletierschema

2. ZSS

1.

3.

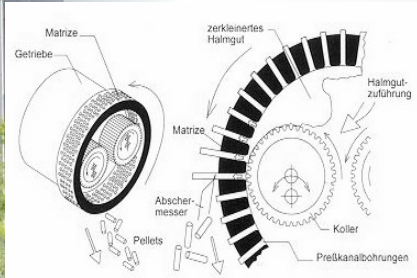
4. Abkühlen/Abpacken



Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker

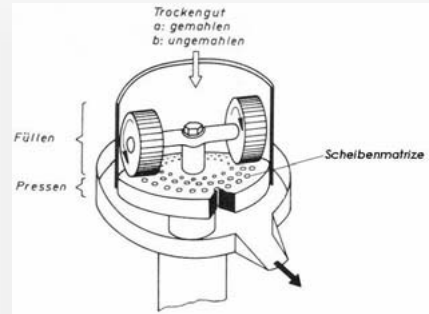
## Ringmatrize

- Matrize rotiert um 2-3 Koller



## Flachmatrize

- starre Matrize
- rotierende Koller (2-4)



Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker

## Zuschlagstoffe nach 1. BImSchV

- Festigkeit erhöhen bzw. Abrieb minimieren (z. B. Melasse)
- Ascheschmelzverhalten beeinflussen (z.B. Kalk, Tonmehl)
- Heizwert erhöhen (z.B. Rapskuchen, Glycerin)
- Dampfkonditionierung

### Zu beachten:

Presslinge nach Absatz 1 Nr. 5a oder Briketts aus Brennstoffen nach Absatz 1 Nr. 6 bis 8 dürfen nicht unter Verwendung von Bindemitteln hergestellt sein. Ausgenommen davon sind Bindemittel aus Stärke, pflanzlichem Paraffin oder aus Melasse.

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Untersuchungen zu möglichen Zuschlagstoffen

Stroh-/Ganzpflanzenart	Matrize <sup>1)</sup>	Bemerkungen
Winterweizenstroh	6°mm	ohne Zuschlagstoffe
Winterweizenstroh	8°mm	ohne Zuschlagstoffe
Winterweizenstroh	6°mm	2%-Melasse
Winterweizenstroh	6°mm	0,5-1,0%-Mehl
Winterweizenstroh	6°mm	3%-Tonmehl
Winterweizenstroh	6°mm	2%-Melasse, 3%-Tonmehl
Winterroggenstroh	6°mm	ohne Zuschlagstoffe
Winterroggenstroh	8°mm	ohne Zuschlagstoffe, großes Sieb
Winterroggenstroh	6°mm	2%-Melasse
Winterroggenstroh	6°mm	3%-Tonmehl
Winterroggenstroh	6°mm	2%-Melasse, 3%-Tonmehl
<u>Triticaleganzpflanze</u>	8°mm	ohne Zuschlagstoffe, kleines Sieb
<u>Triticaleganzpflanze</u>	6°mm	ohne Zuschlagstoffe, kleines Sieb
<u>Triticaleganzpflanze</u>	6°mm	3%-Tonmehl

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Überblick Hersteller Getreidefeuerungsanlagen (Stand: 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
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

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Praxisbeispiel I - TLPVG, Butteltstedt



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



Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Praxisbeispiel II - Landwirt



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



Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Praxisanlage III - Landwirt



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

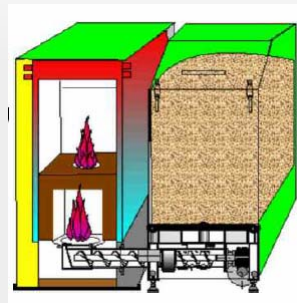
Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Praxisanlage IV



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



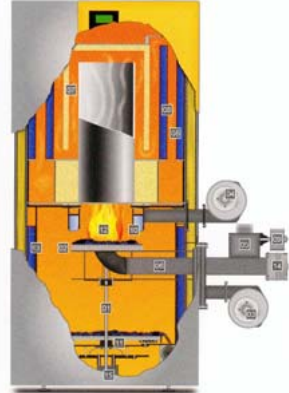
Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Primärseitige Entwicklungen - Entwicklung neuer Feuerungssysteme



Wassergekühlter Vorofen



Fa. IHT

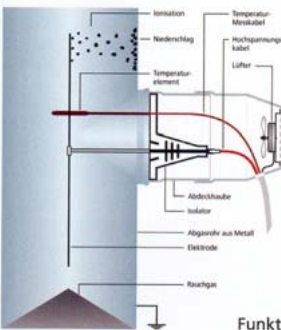
Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Sekundärmaßnahmen - Staubabscheidung, elektrostatisch

KUTZNER + WEBER

Partikelabscheider Zumik@on

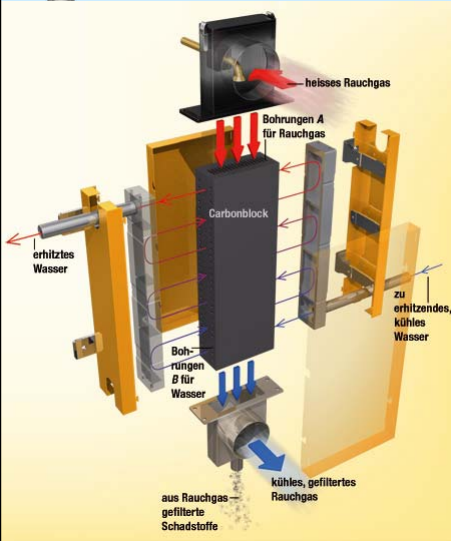


ILK, Dresden

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Sekundärmaßnahmen - Staubabscheidung, Kondensation, Wäscher



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



Hydrocube, Fa. Schröder

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## Zusammenfassung

1. **Mischbrennstoffe wirtschaftlich interessanter Brennstoff**
2. **Biogene Festbrennstoffe**  
= Regionale Wertschöpfung + aktiver Klimaschutz
3. **Feuerungstechnik:**  
Optimierung/Neuentwicklung Verbrennungstechniken  
Markteinführung Sekundärmaßnahmen (Staubabscheidetechniken)  
Notwendigkeit von Brennstoffnormen
4. **Novellierung der 1. BImSchV für KFA**  
Mischbrennstoffe nicht explizit aufgeführt, Grenzwertverschärfung
5. **TA Luft Anlagen**  
rechtliche Einordnung ab 100 kW in 4. BImSchV benachteiligt  
Getreide/Stroh gegenüber Holz  
Mitverbrennung in Kraftwerken

Dipl.-Ing. (FH) Denis Peisker



## 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 20.11.2005

