

# Biomasse- verbrennungsanlagen – Probleme? Ursachen? Lösungen!

Kai Keldenich  
Fichtenau 7.10.2010



**EVONIK**  
INDUSTRIES

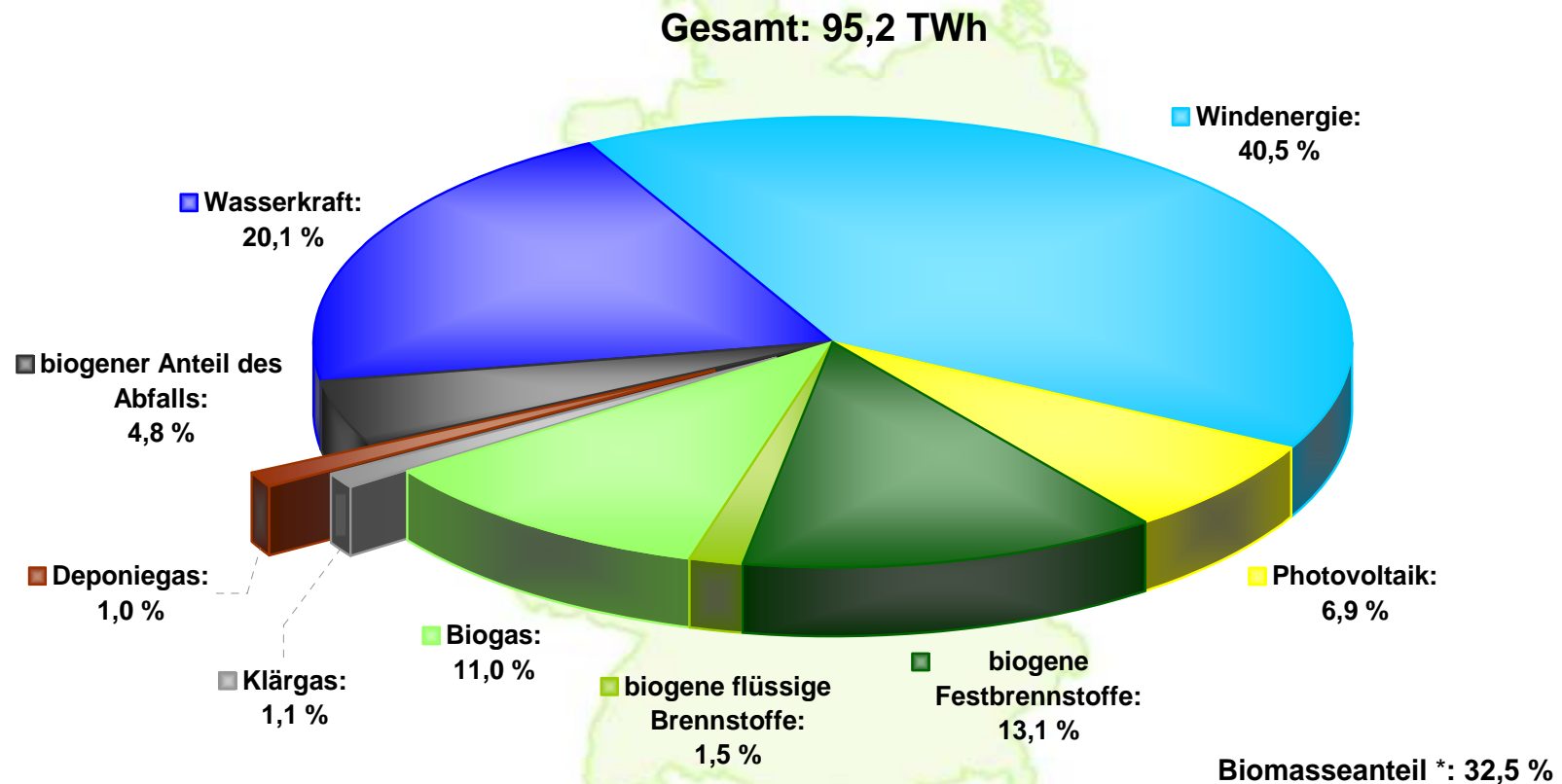
# Energie aus Biomasse(-Heiz)- Kraftwerken in Deutschland

## Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland von 1998 bis 2009

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Endenergieverbrauch (EEV)</b>	[%]											
Stromerzeugung (bezogen auf gesamten Bruttostromverbrauch)	4,7	5,4	6,4	6,7	7,8	7,5	9,2	10,1	11,6	14,2	15,2	16,4
Wärmebereitstellung (bezogen auf gesamte Wärmebereitstellung)	3,6	3,8	3,9	4,2	4,3	5,1	5,5	6,0	6,2	7,4	7,4	8,5
Kraftstoffverbrauch <sup>1)</sup> (bezogen auf gesamten Kraftstoffverbrauch)	0,2	0,2	0,4	0,6	0,9	1,4	1,8	3,7	6,3	7,2	5,9	5,5
<b>Anteil EE am gesamten EEV</b>	<b>3,2</b>	<b>3,4</b>	<b>3,8</b>	<b>4,1</b>	<b>4,5</b>	<b>5,0</b>	<b>5,9</b>	<b>6,8</b>	<b>8,0</b>	<b>9,5</b>	<b>9,3</b>	<b>10,1</b>
<b>Primärenergieverbrauch (PEV)</b>	[%]											
<b>Anteil EE am gesamten PEV<sup>2)</sup></b>	<b>2,6</b>	<b>2,8</b>	<b>2,9</b>	<b>2,9</b>	<b>3,2</b>	<b>3,8</b>	<b>4,5</b>	<b>5,3</b>	<b>6,3</b>	<b>7,9</b>	<b>8,1</b>	<b>8,7</b>

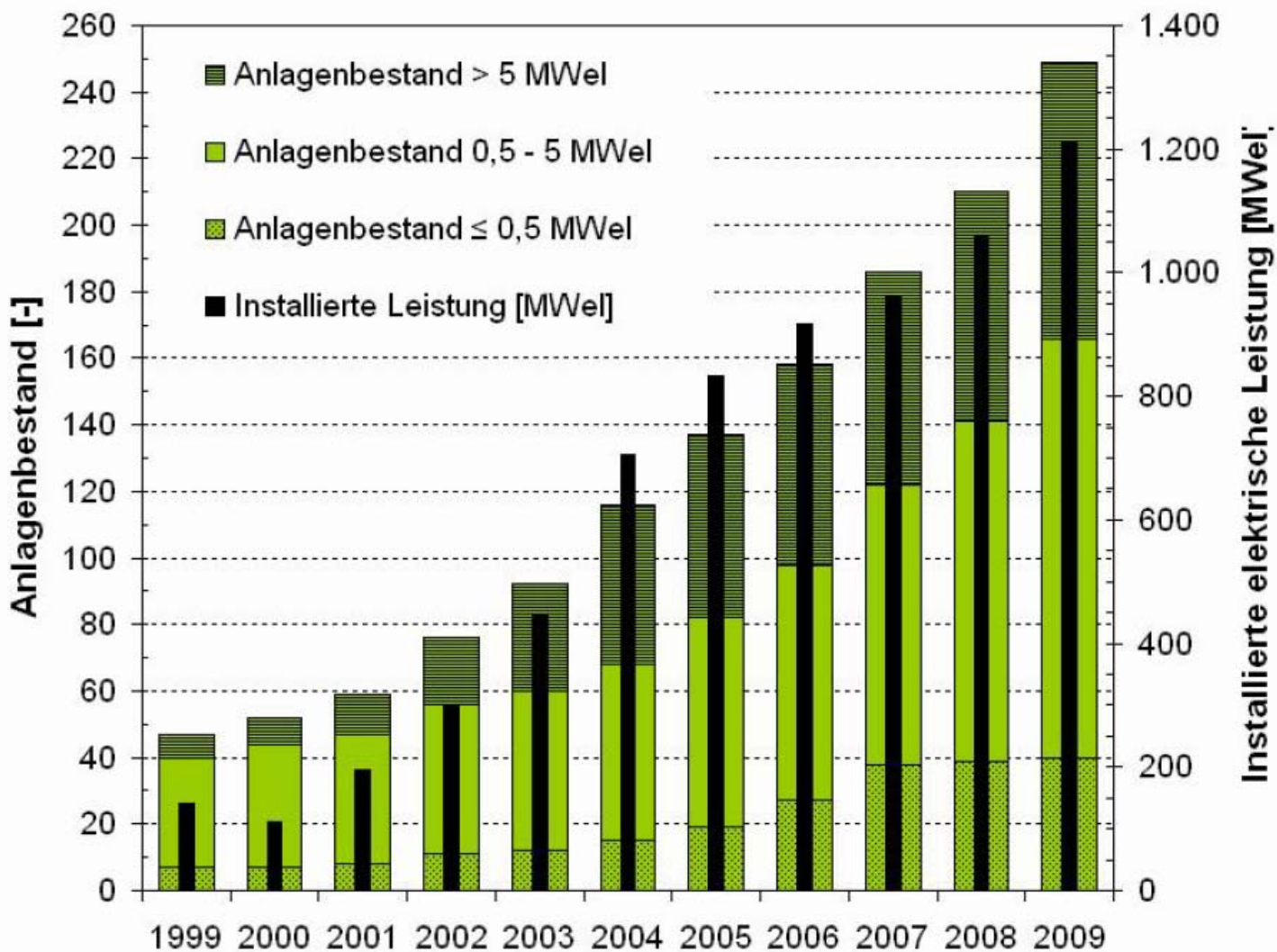
# Struktur der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009

## Struktur der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009



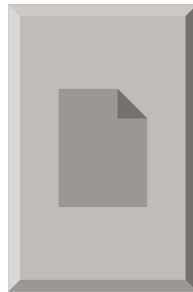
\* feste und flüssige Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas, biogener Anteil des Abfalls; Strom aus Geothermie aufgrund geringer Strommengen nicht dargestellt; Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Quelle: BMU-KI III 1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: September 2010; Angaben vorläufig

# Anlagenbestand und installierte elektrische Leistung (Stand Ende 2009)

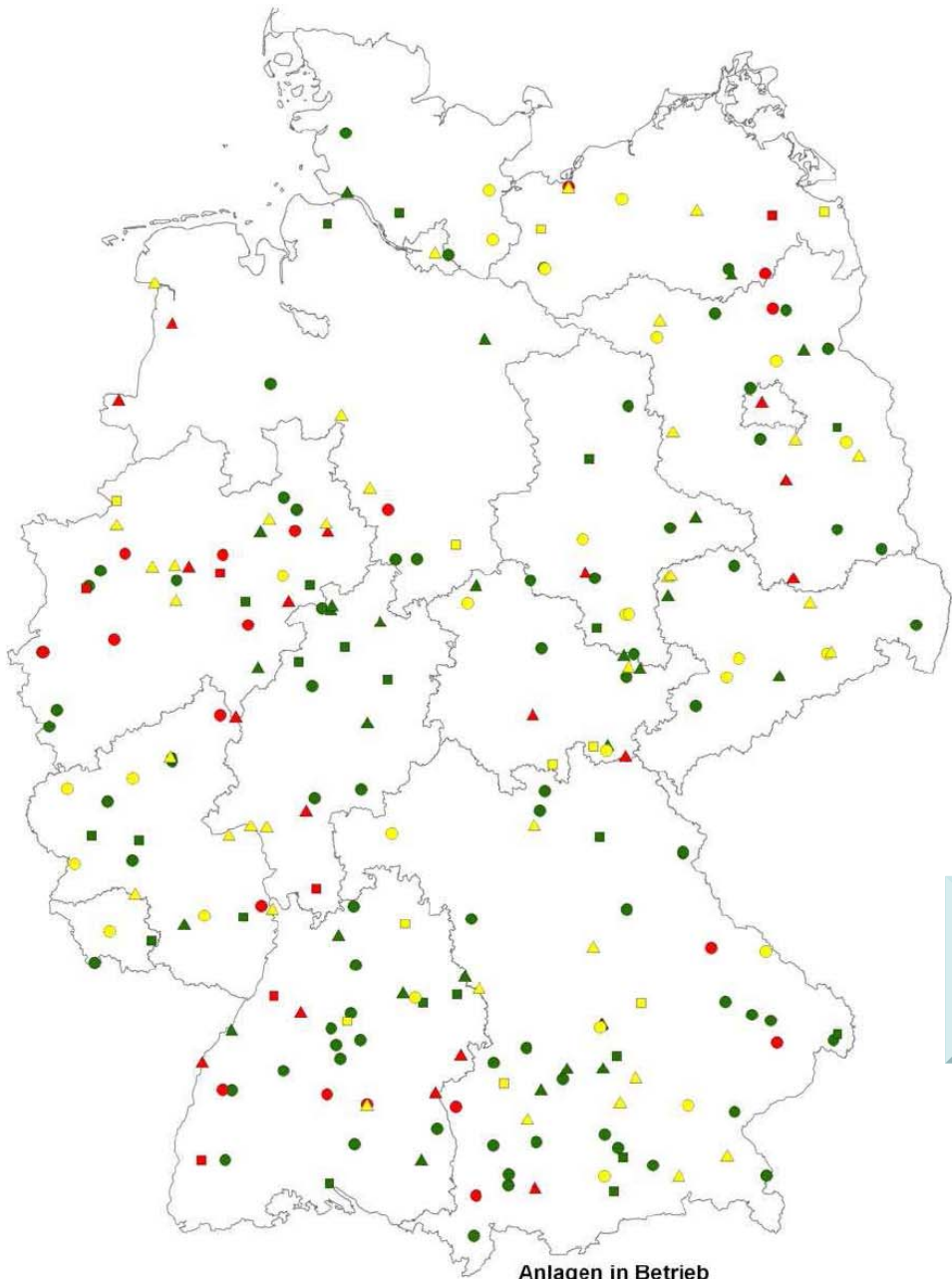


# Biomasse-(Heiz-)Kraftwerke in Deutschland

Auf Biomasse\_HKW\_Standorte.ppt wechseln



# Standort, Leistungs- und Brennstoffklasse der Biomasse(heiz)kraftwerke in Deutschland



Daten des DBFZ; Stand I/2010  
(ohne Gewähr auf Vollständigkeit)

**Anlagen in Betrieb**

Altholz	Gemischtholz	Wald + LPH
■ bis 0,5 MW	■ bis 0,5 MW	■ bis 0,5 MW
● bis 5 MW	● bis 5 MW	● bis 5 MW
▲ größer 5 MW	▲ größer 5 MW	▲ größer 5 MW

(ohne Zellstoff-/ Papierindustrie, ohne Kleinst-KWK-Anlagen < 10 kWel)  
Monitoring zur Wirkung der Biomasseverordnung auf Basis des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG),  
Deutsches BiomasseForschungsZentrum, Leipzig, 2010

# EVONIK INDUSTRIES

- **Energiegewinnung aus Biomasse**
  - Brennstoffe und Brennstoffuntersuchungen
  - Feuerung und Luftverteilung
  - Kesselproblematik und Korrosion
  - Beispiel zweier Anlagen

# Energiegewinnung aus Biomasse

Evonik New Energies ist spezialisiert auf die Verwertung von Biomasse aus Rest- und Althölzern als Energieträger und gehört in diesem Bereich mit ihren zehn Biomasseanlagen und 500.000 Tonnen Altholzverwertung im Jahr zu den drei größten Anbietern auf dem deutschen Markt.



# Biomasseanlagen in Evonik New Energies Träger- und Betriebsführungsgesellschaft

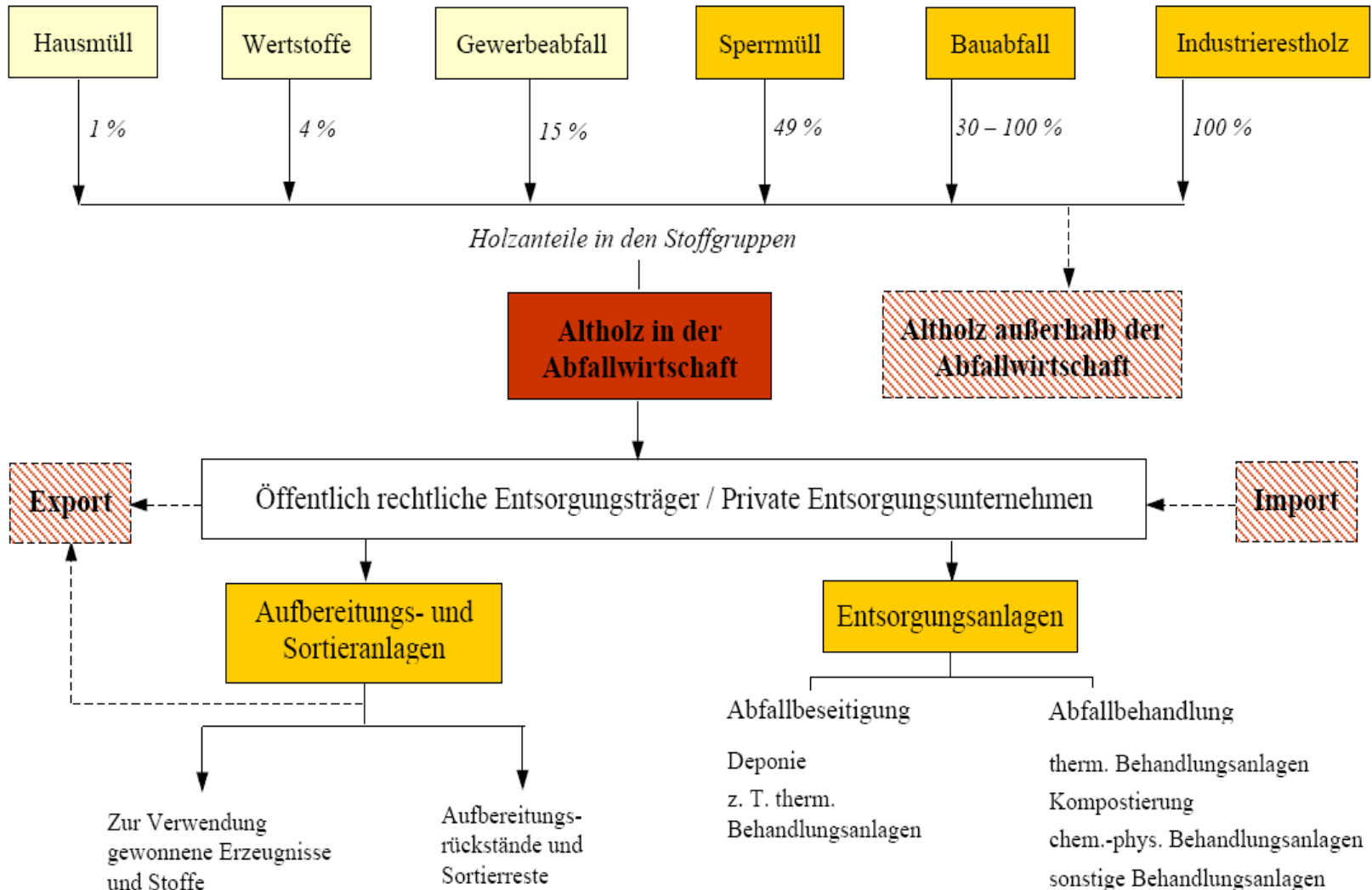


Anlage	Inbetriebnahme	Brennstoffart	Durchsatzleistung (Mg/a)	Elektrische Leistung (MW <sub>el</sub> )	Fernwärmeleistung (MW <sub>th</sub> )
Großaitingen	2002	A I - A III	45.000	5	-
Buchenbach	2002	AI – AII	30.000	1,2	3,3
Neufahrn	2003	A I - A III	45.000	5,3	10
Werl	2003	A I - A II	10.000	0,48	3,3
Buchen	2004	A I - A IV	60.000	7,1	10
Dresden	2004	A I - A IV	55.000	7,1	10
Neuwied	2004	A I - A IV	65.000	7,6	18
Traunreut	2004	A I - A III	50.000	5	11
Ilmenau	2005	A I - A III	45.000	5,3	10
Lünen	2006	A I - A IV	140.000	20	-
Warndt	2009	NawaRo - AI	40.000	1,8	6,5
<b>Gesamt</b>	-	A I - A IV	<b>595.000</b>	<b>66</b>	<b>81</b>

# EVONIK INDUSTRIES

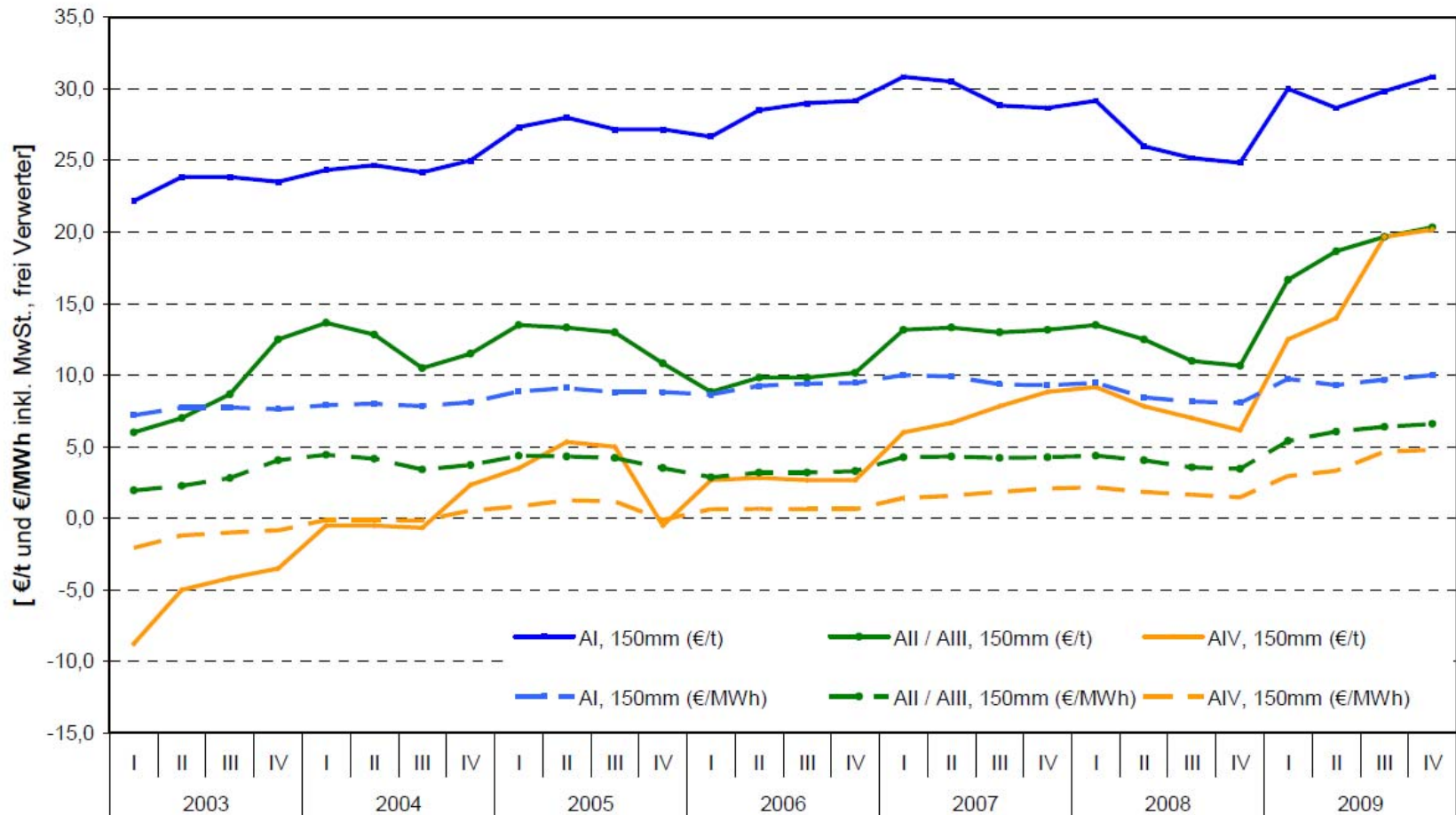
- **Energiegewinnung aus Biomasse**
  - **Brennstoffe und Brennstoffuntersuchungen**
  - **Feuerung und Luftverteilung**
  - **Kesselproblematik und Korrosion**
  - **Beispiel zweier Anlagen**

# Abfallstämmige Altholzfraktionen





# Preisentwicklung unterschiedlicher Holzqualitäten

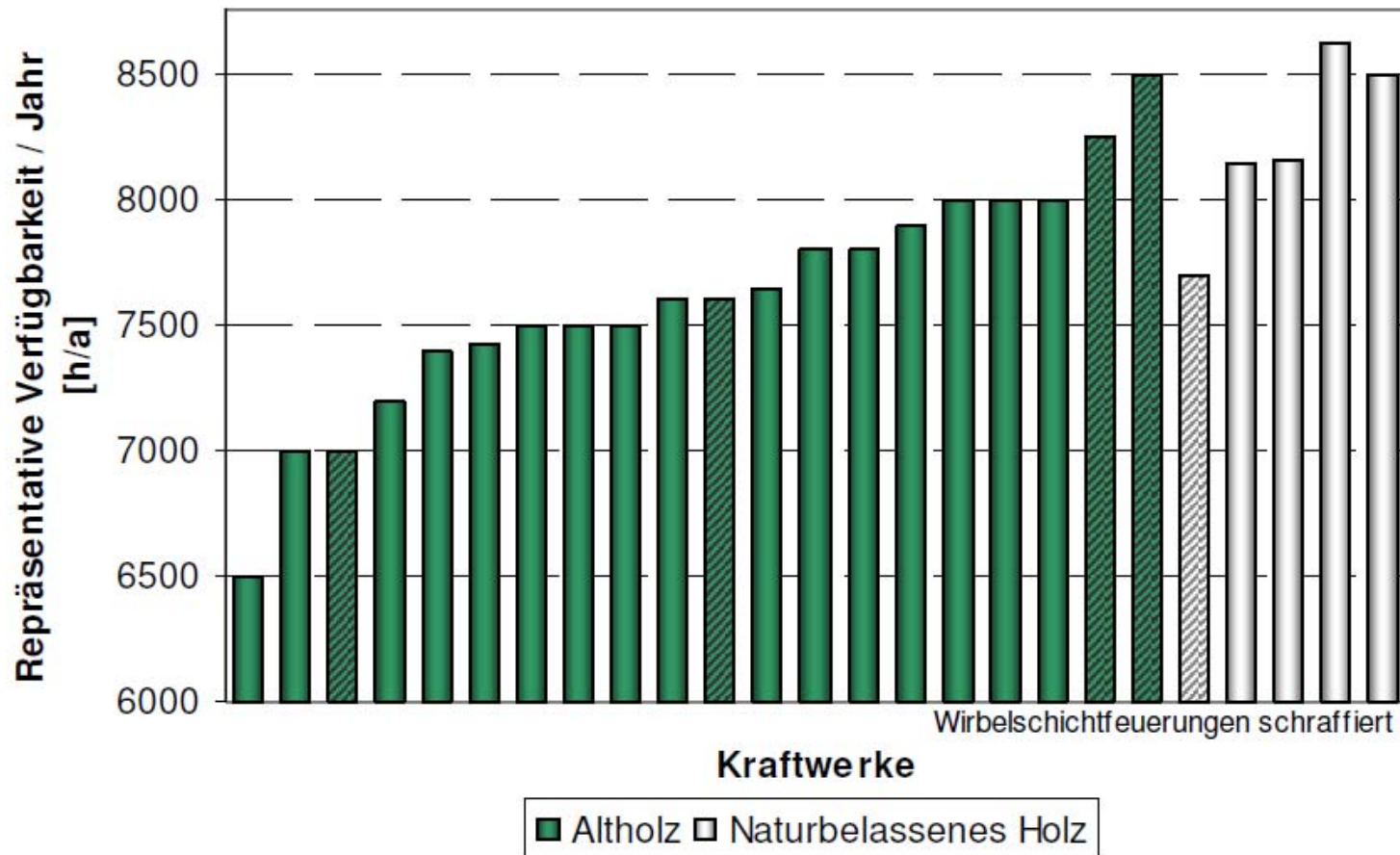


Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse; BMU, DBFZ Leipzig; 2010

Datenbasis: EUWID

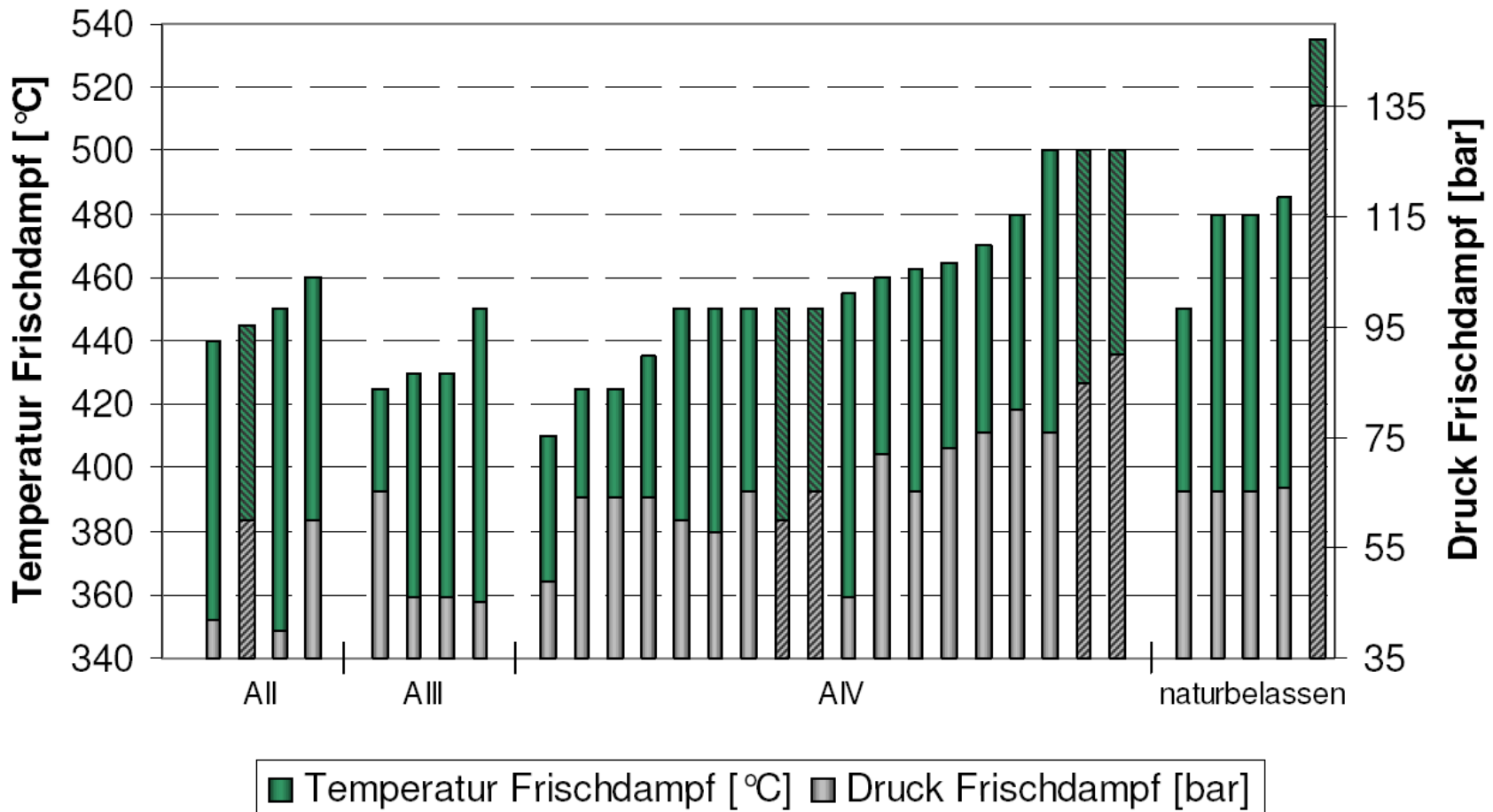
# VGB Forschungsprojekt Nr. 302

## Repräsentative Verfügbarkeiten der begutachteten Kraftwerke



# VGB Forschungsprojekt Nr. 302

## Frischdampfparameter der begutachteten Kraftwerke



Wirbelschichtfeuerungen schraffiert

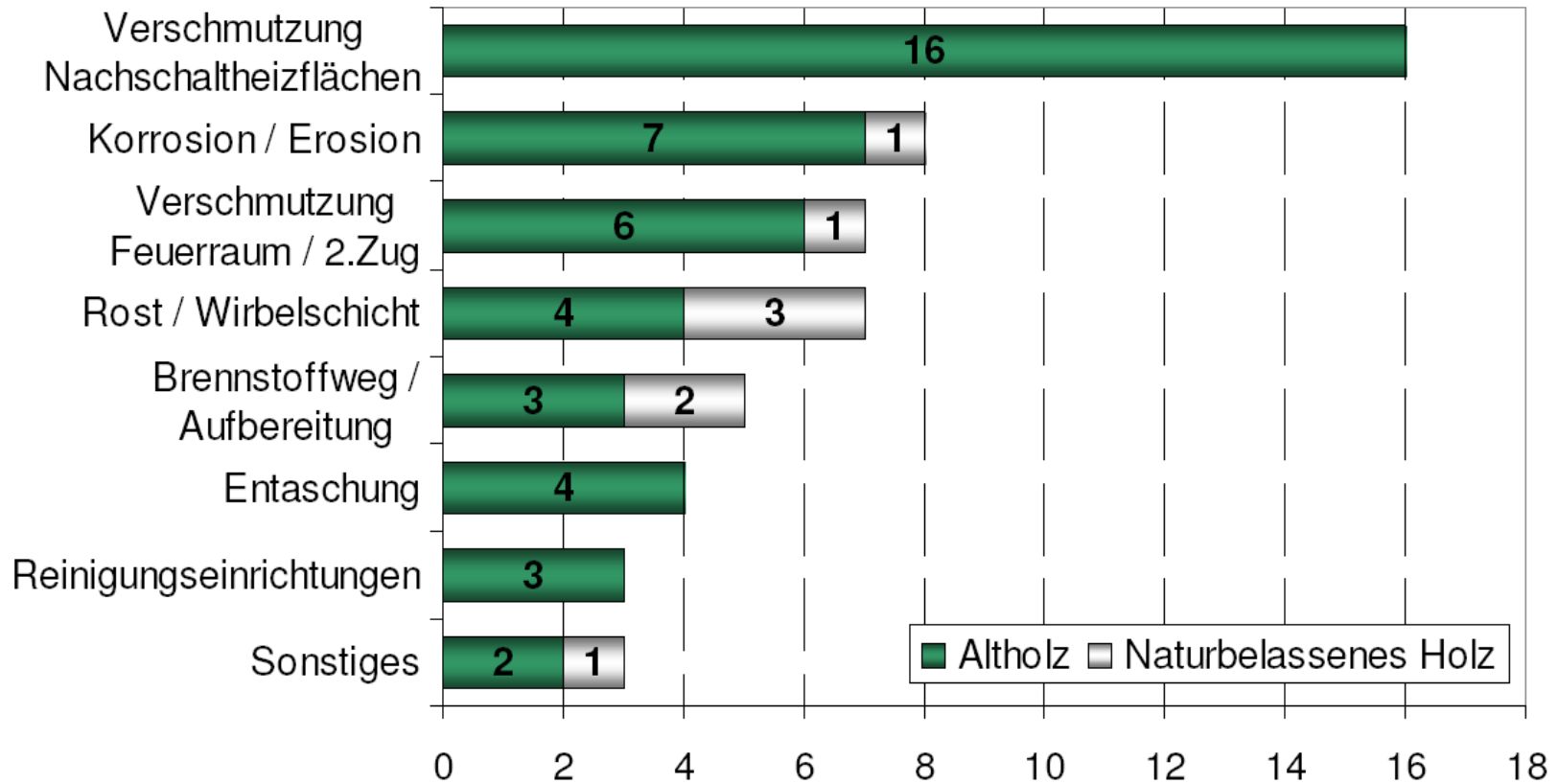
VGB Forschungsprojekt Nummer 302, Untersuchung von Biomasse- und Altholzheizkraftwerken im Leistungsbereich von 5 bis 20 MWel zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit (Teil I)

VGB-Fachtagung  
 Dampferzeuger, Industrie- und Heizkraftwerke  
 Papenburg, 2. Sept. - 4. Sept. 2008  
 VGB PowerTech e.V., Essen

# VGB Forschungsprojekt Nr. 302

## Reisezeitbegrenzende Kriterien

### Kessel und Verschmutzungsverhalten



**Anzahl der Nennungen "reisezeitbegrenzend"**

- **Korngrößenverteilung:**

hohe Feinanteile im Brennstoff erhöhen das Verschmutzungsrisiko; Gefahr von Entmischungen

- **Mineralische Anteile:**

maßgeblich für Verschleiß in der Fördertechnik und hohe Entsorgungskosten verantwortlich

- **Chlorgehalt:**

Risiko der Hochtemperatur-Chlor-Korrosion; Reduzierung des Ascheerweichungspunktes

- **Heizwert:**

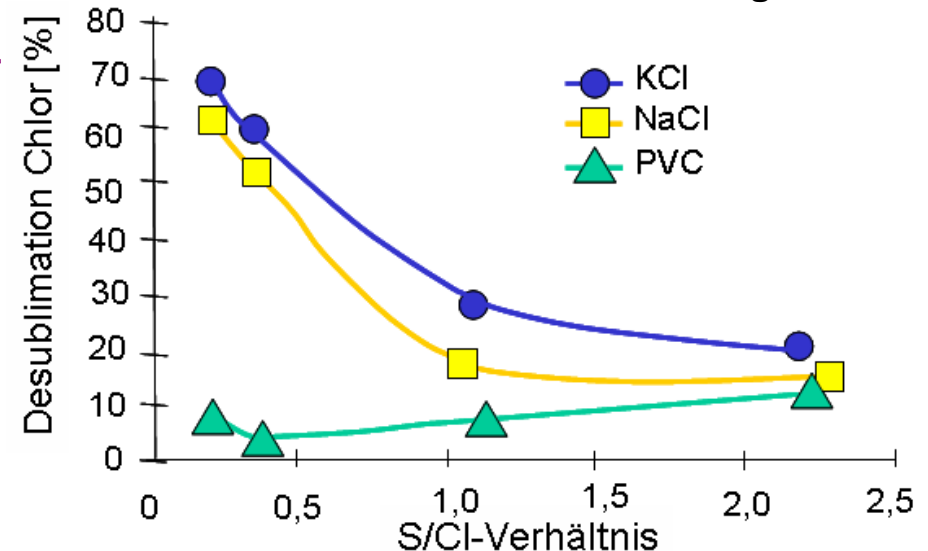
Bestimmt die benötigte Brennstoffmenge für eine definierte Sollleistung

# Einfluss S/Cl-Verhältnis

- Erstellung von Chlorbilanzen an den eigenen Anlagen
- Anteil der anorganischen Chlorverbindungen im Brennstoff führen zu Korrosionsproblemen
- Feuerführung ist auf den Brennstoff anzupassen

**S-Gehalt beeinflusst die Freisetzungsrates von Chlor**

- **hoher S/Cl-Verhältnis**  
⇒ Cl ins Rauchgas
- **niedriges S/Cl-Verhältnis** ⇒  
Cl in Stäube und Beläge



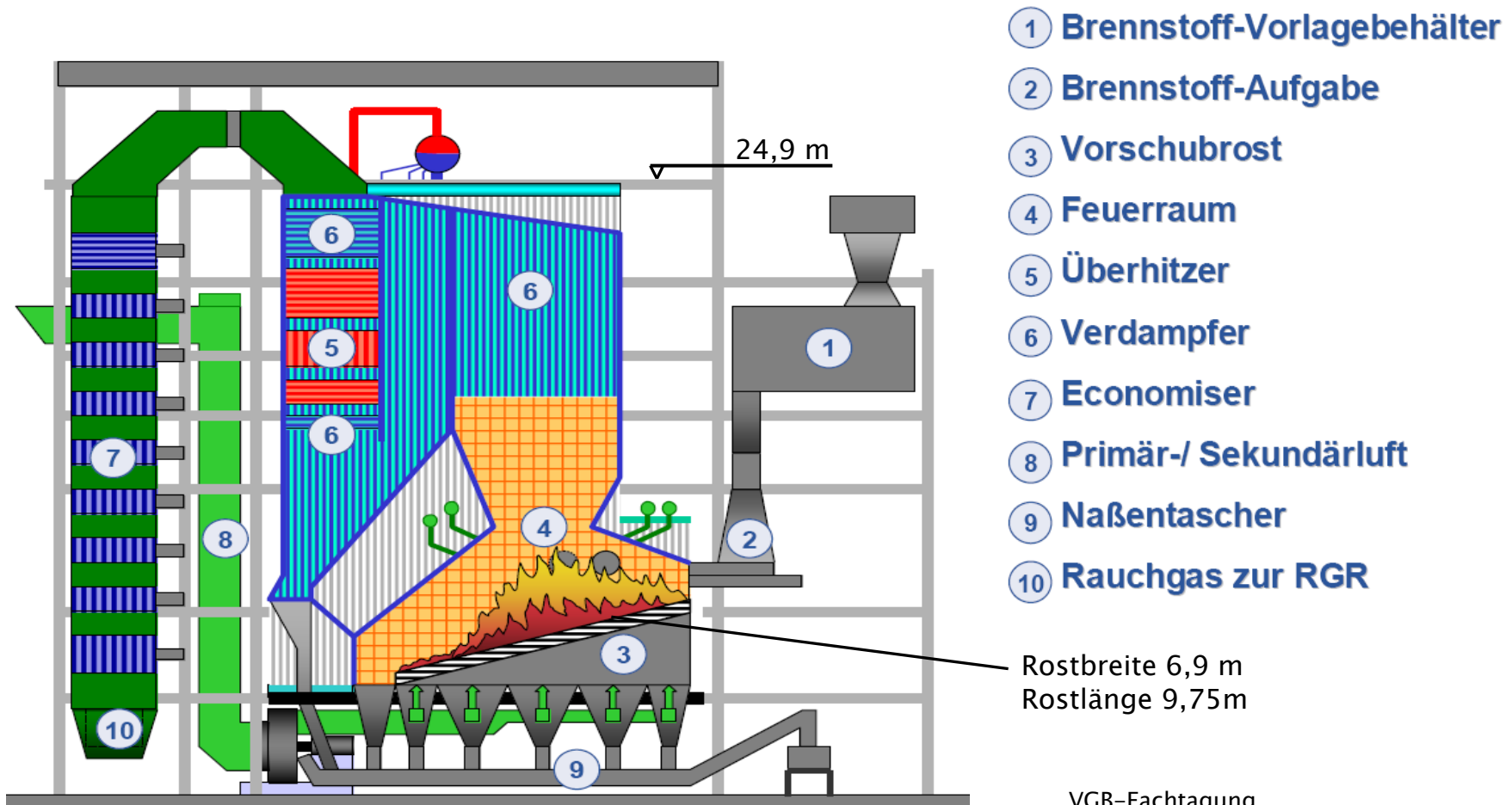
Aus: Schirmer, M.: *Freisetzungsverhalten von Chlor unter Berücksichtigung von Schwefel- und Alkaligehalt*, 10. Fachtagung Thermische Abfallbehandlung, Berlin, 2005, S. 295-306

# EVONIK INDUSTRIES

- **Energiegewinnung aus Biomasse**
  - Brennstoffe und Brennstoffuntersuchungen
  - **Feuerung und Luftverteilung**
  - Kesselproblematik und Korrosion
  - Beispiel zweier Anlagen

# Rostfeuerung für Biomasseanlagen

67 MW<sub>th</sub>

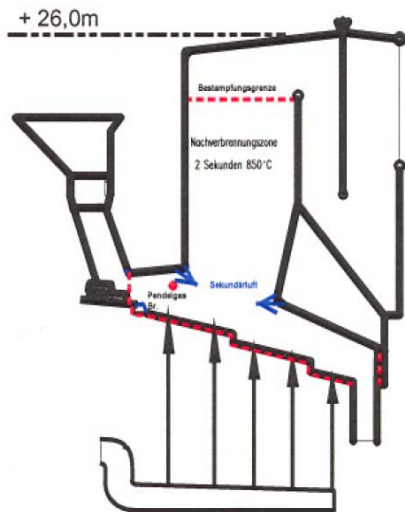


VGB-Fachtagung  
Dampferzeuger, Industrie- und Heizkraftwerke  
Papenburg, 2. Sept. - 4. Sept. 2008; U. Mester  
D. Simon Standardkessel GmbH, Duisburg

# Siedlungsabfallfeuerungen mit Schubrostsystem

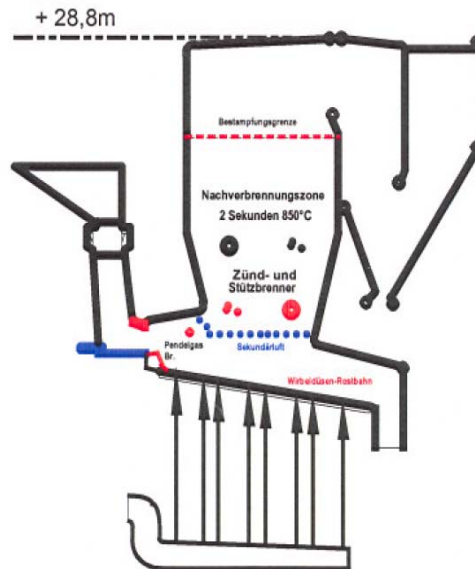
## Durchsatz : 20 Mg/h bei ca. 52,1 MWth

1980



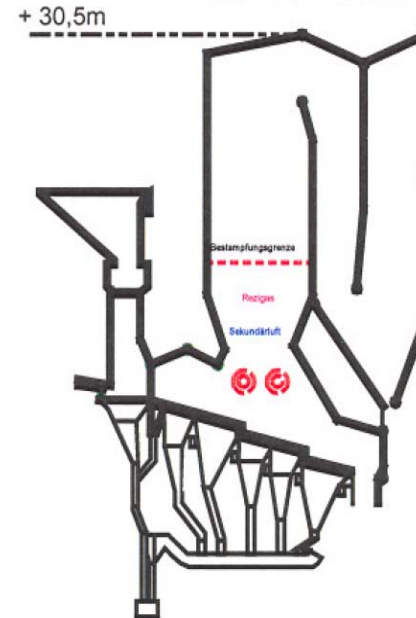
Rostbreite 5 m

1990



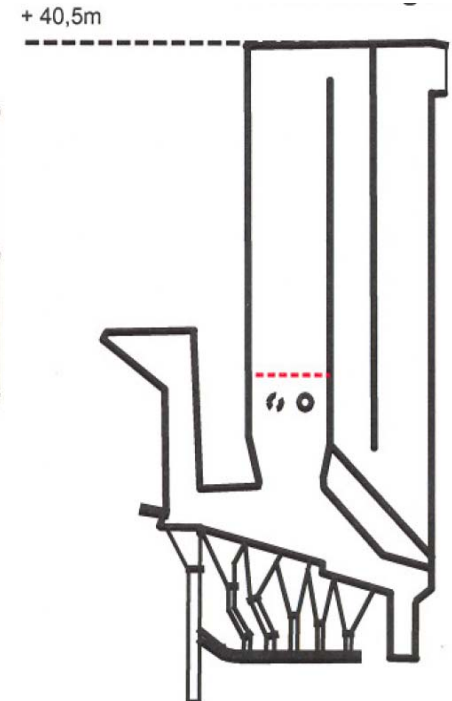
Rostbreite 4,4 m

1995



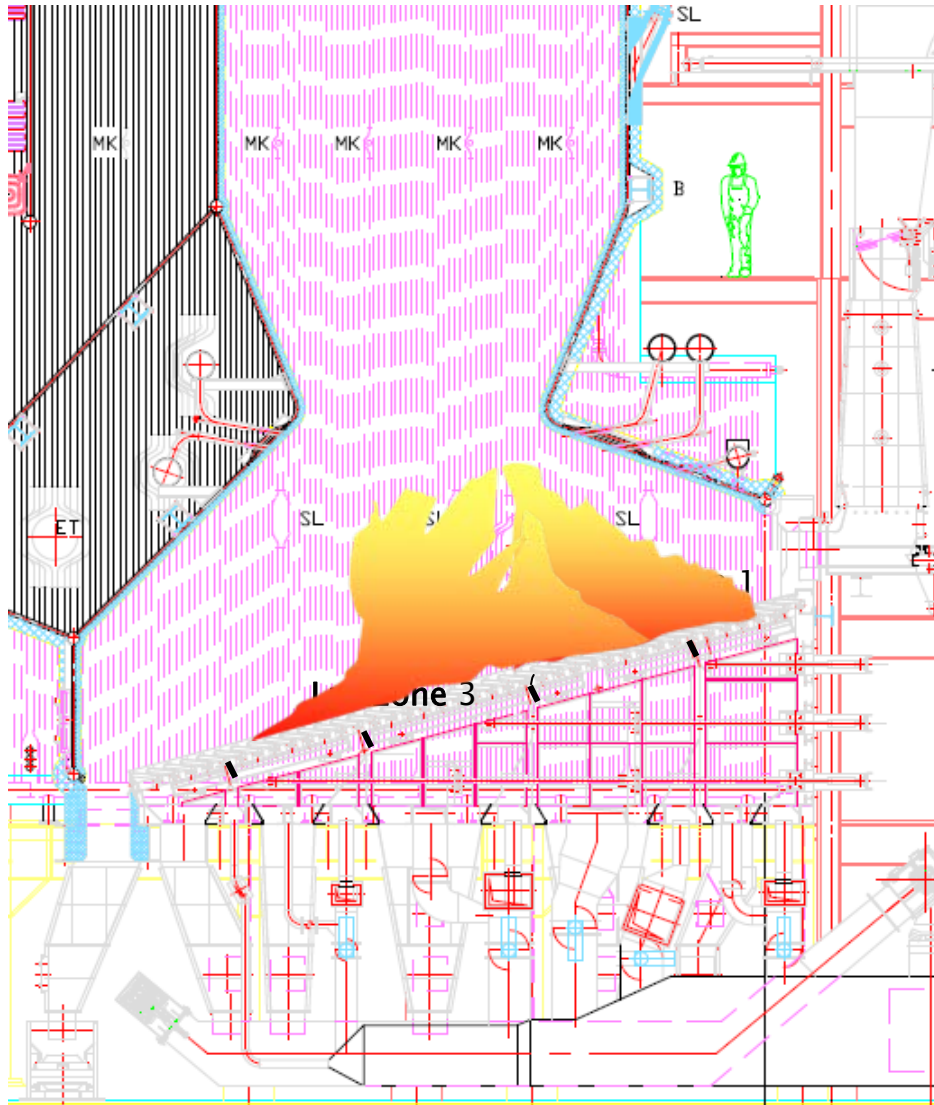
Rostbreite 6,3 m

2000



Rostbreite 6,3 m

\* Quelle: EuPla 2000



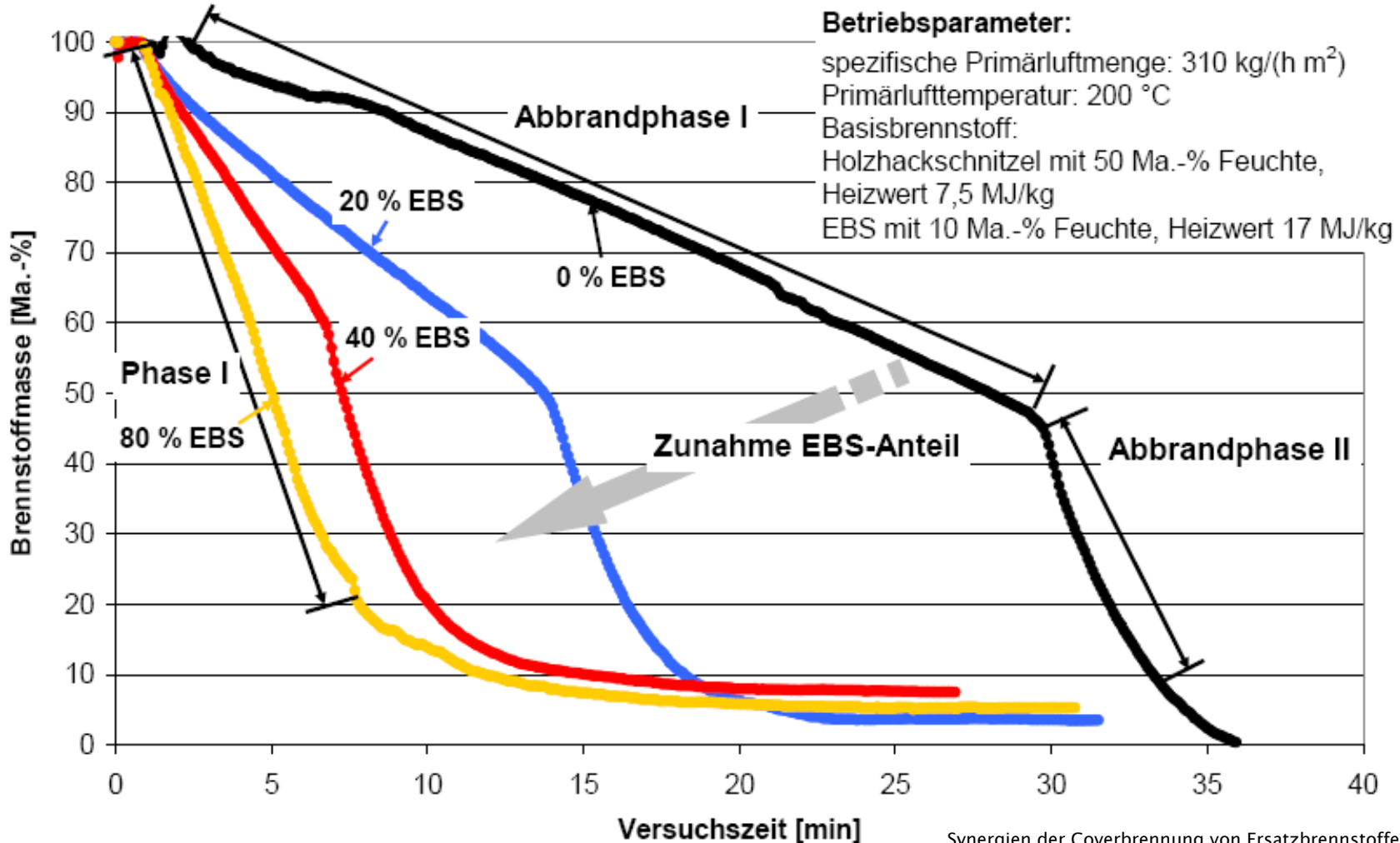
Aufbau einer Gleichverteilung  
des Brennstoffes und einer hinreichend  
dicken Brennstoffschicht

Verschieben der Feuerlage von  
Luftzone 1 und 2 auf Luftzone 2 und 3

Kontrolle der Nachverbrennung oberhalb  
der Einschnürung durch Nachweis der  
Temperaturverteilung

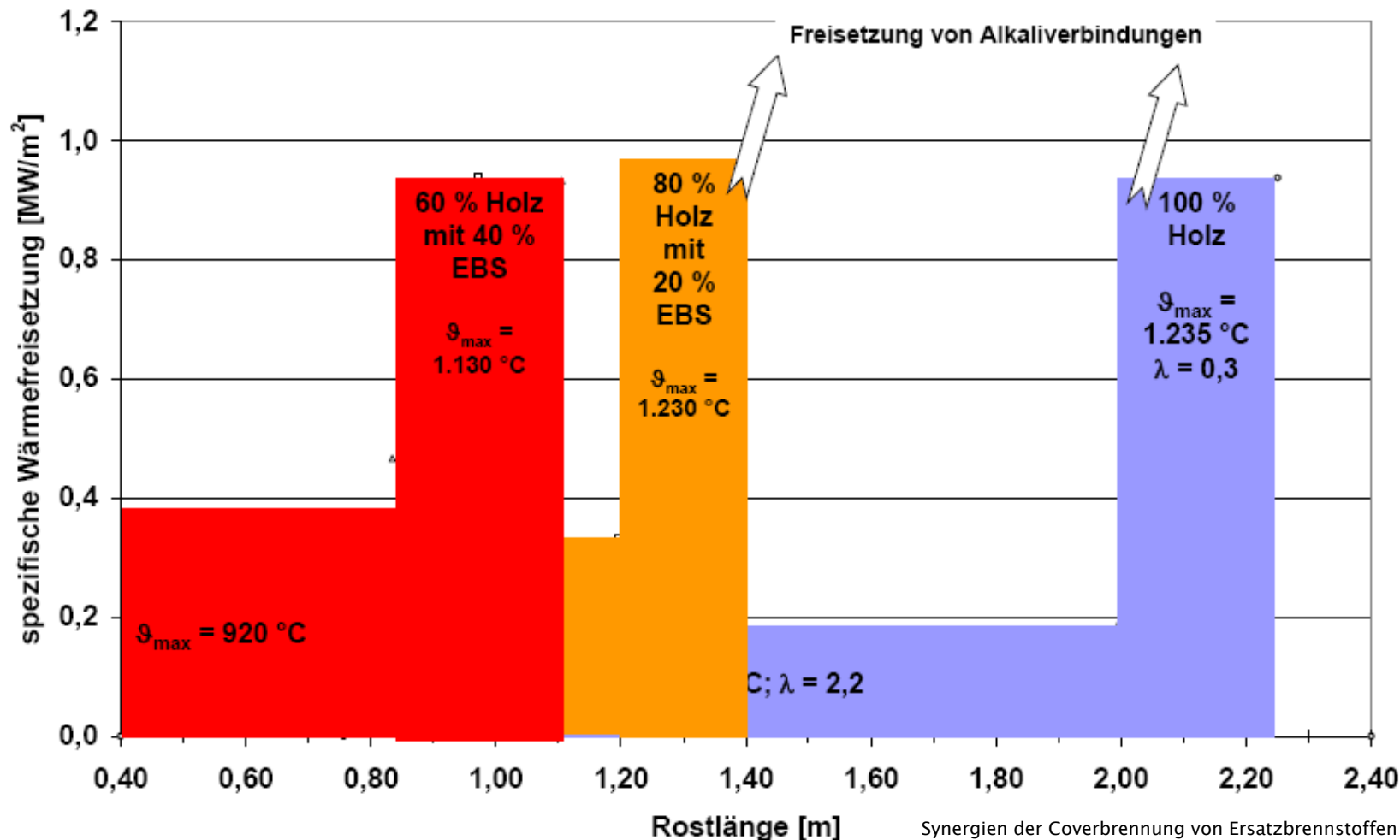
# Abbrandverhalten unterschiedlicher Brennstoffe

## Festbettreaktor KLEAA, Versuchsergebnisse



# Feuerlage auf dem Rost in Abhängigkeit des Abbrandverhaltens

## Festbettreaktor KLEAA, Versuchsergebnisse



# Primärluftaufteilung und Verteilung der rezirkulierten Rauchgase



Nur zentrale Summenmessungen für Primär-, Sekundärluft und rezirkuliertes Rauchgas

Fünf Primärluftzonen mit 6 Regelklappen und 14 Handklappen

Drei Rezi-Gas Zonen mit 6 Handklappen

Drei Bewegungszonen des Rostes

Oder der Glaube des Ingenieurs an die Klappenstellung

# Feuerbild und Einstellung der Feuerung

rechte Rostbahn



linke Rostbahn



# Feuerbild und Einstellung der Feuerung

rechte Rostbahn



linke Rostbahn



# Primärluftverteilung und Roststabverschleiß problematisch

- Druckverlust des Rostes nicht oder nicht mehr vorhanden
- Luftverteilung nur noch von der Brennstoffdicke und Brennstoffschicht abhängig
- Messung und Steuerung der Luft- und Rezigasmengen muss möglich sein



# EVONIK INDUSTRIES

- **Energiegewinnung aus Biomasse**
  - Brennstoffe und Brennstoffuntersuchungen
  - Feuerung und Luftverteilung
  - **Kesselproblematik und Korrosion**
  - Beispiel zweier Anlagen

# Fuel composition and fouling structure on boiler tube

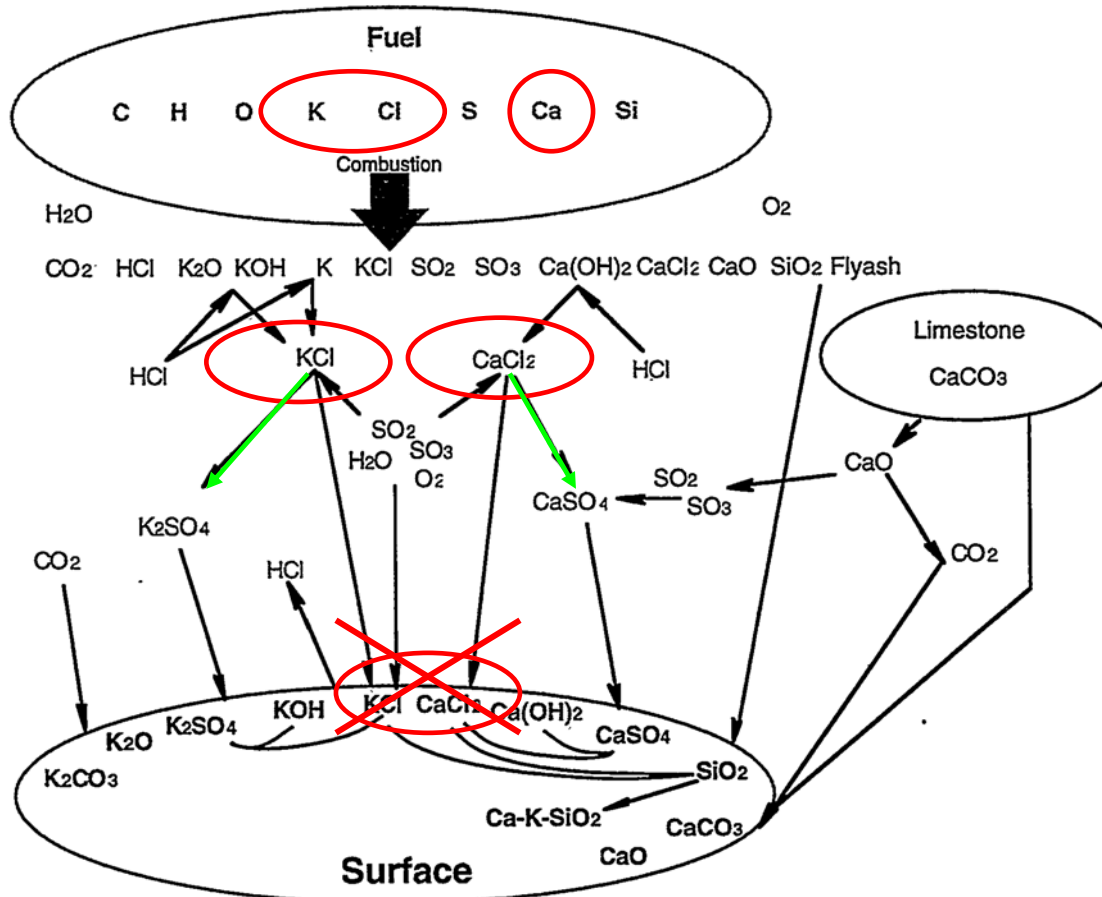
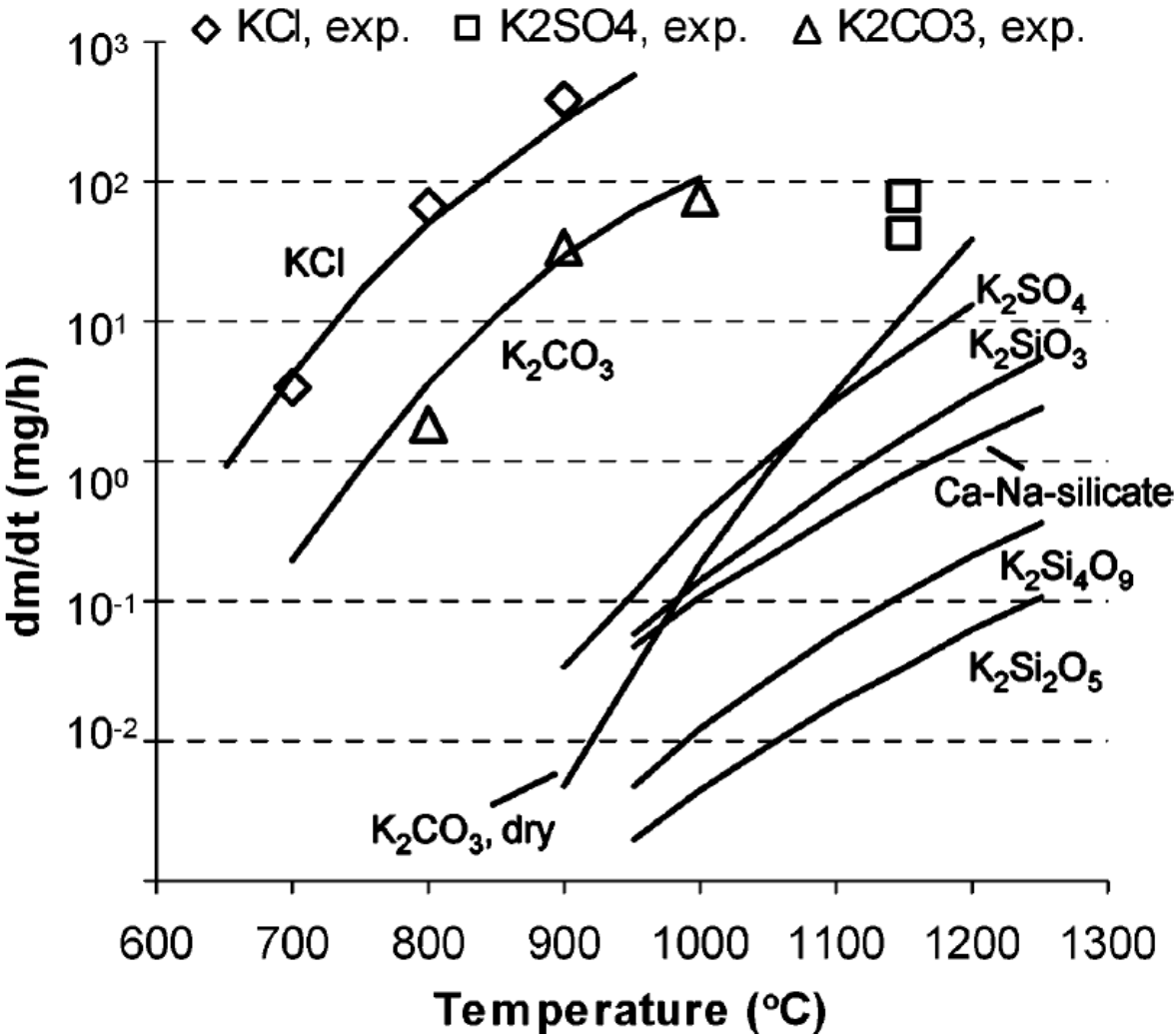


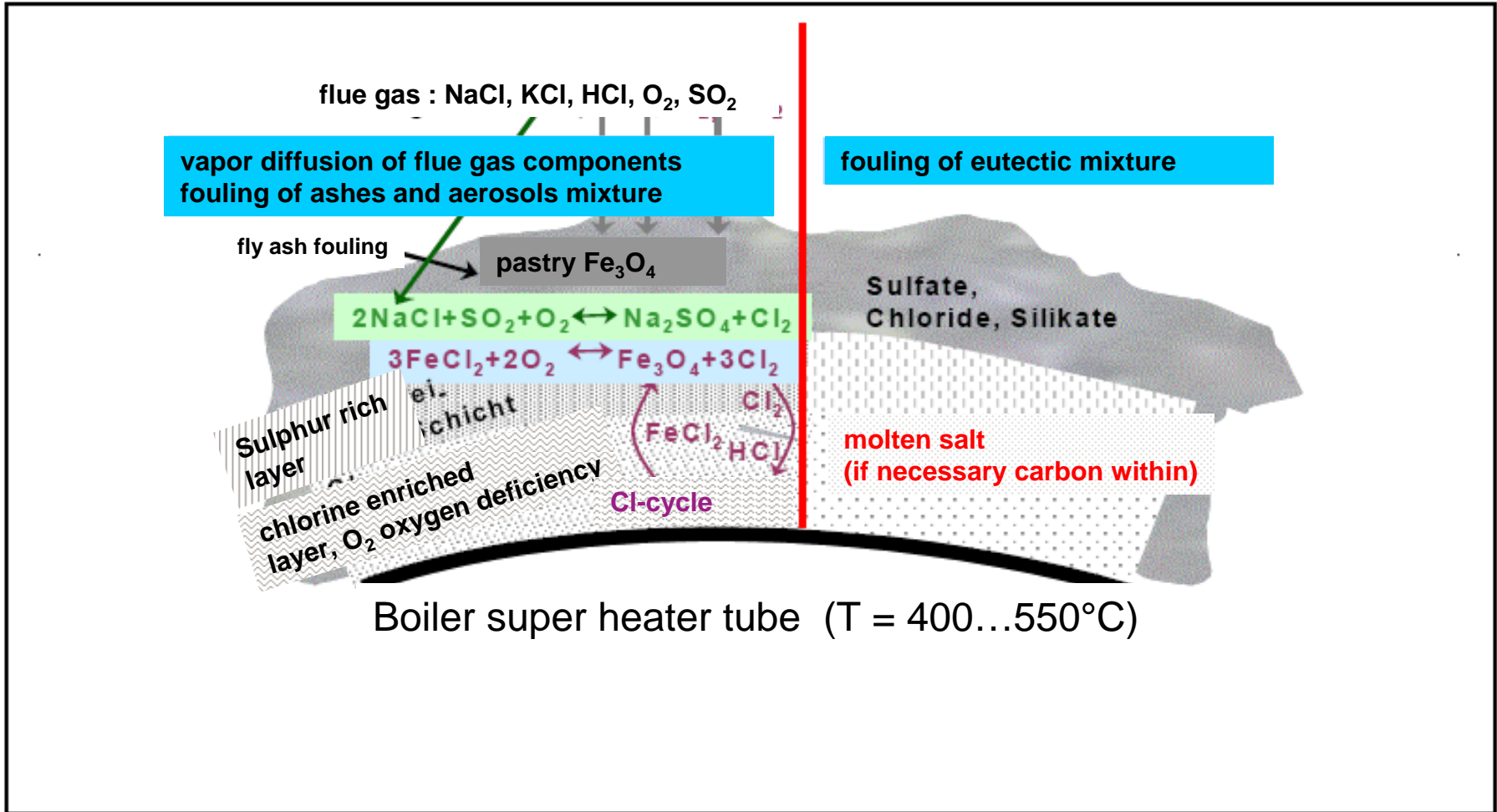
Figure 121 Simplified conceptual interactions among selected fouling elements in biomass.

# Abdampfen von Kaliumverbindungen in Abhängigkeit von der Temperatur



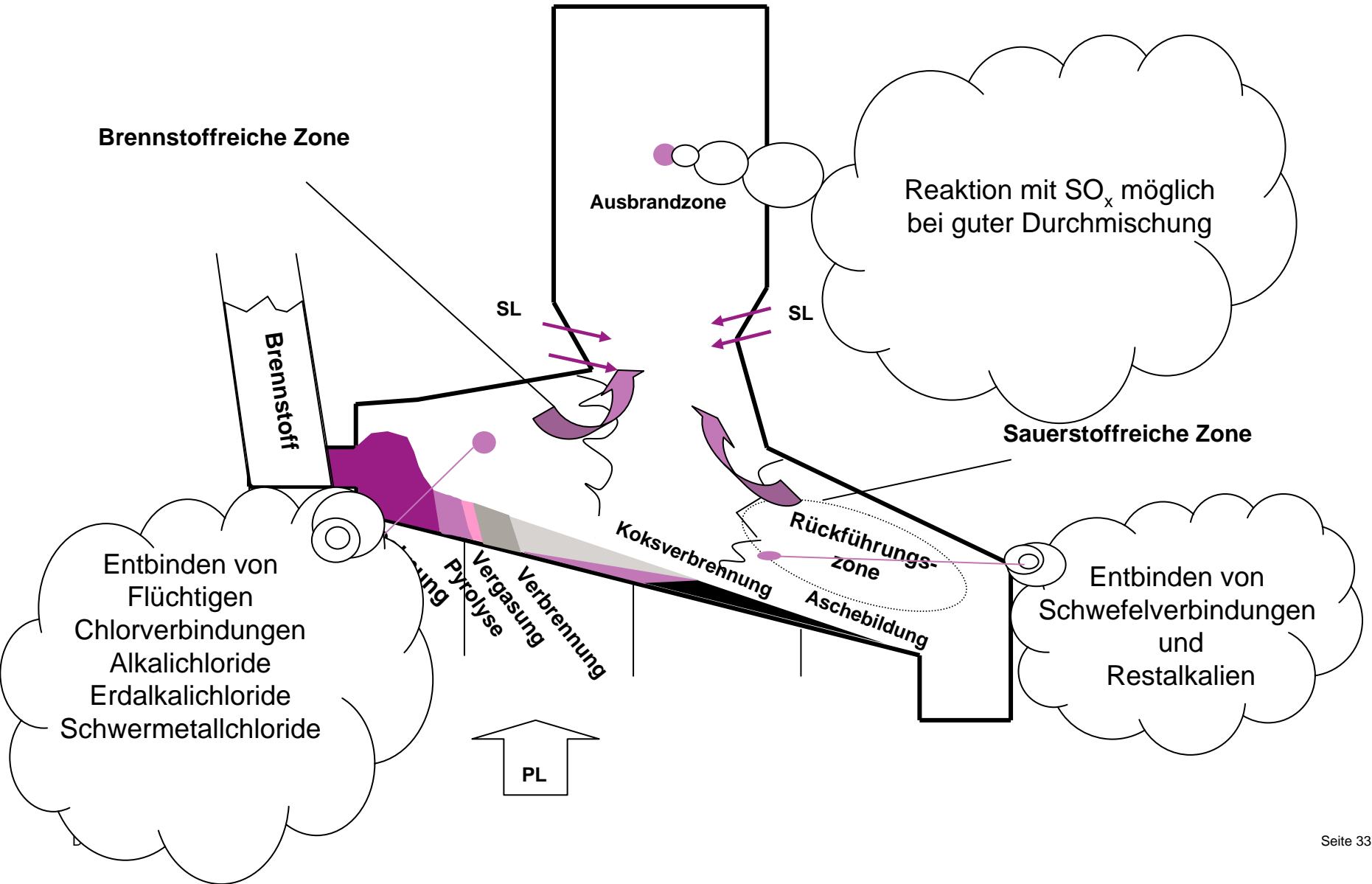
Transformation and Release to the Gas Phase of Cl, K, and S during Combustion of Annual Biomass  
 p.A.Jensen et.al. Energy & Fuels 2004, 18, 1385-1399

# Chlorine induce active oxidation Corrosion mechanisms



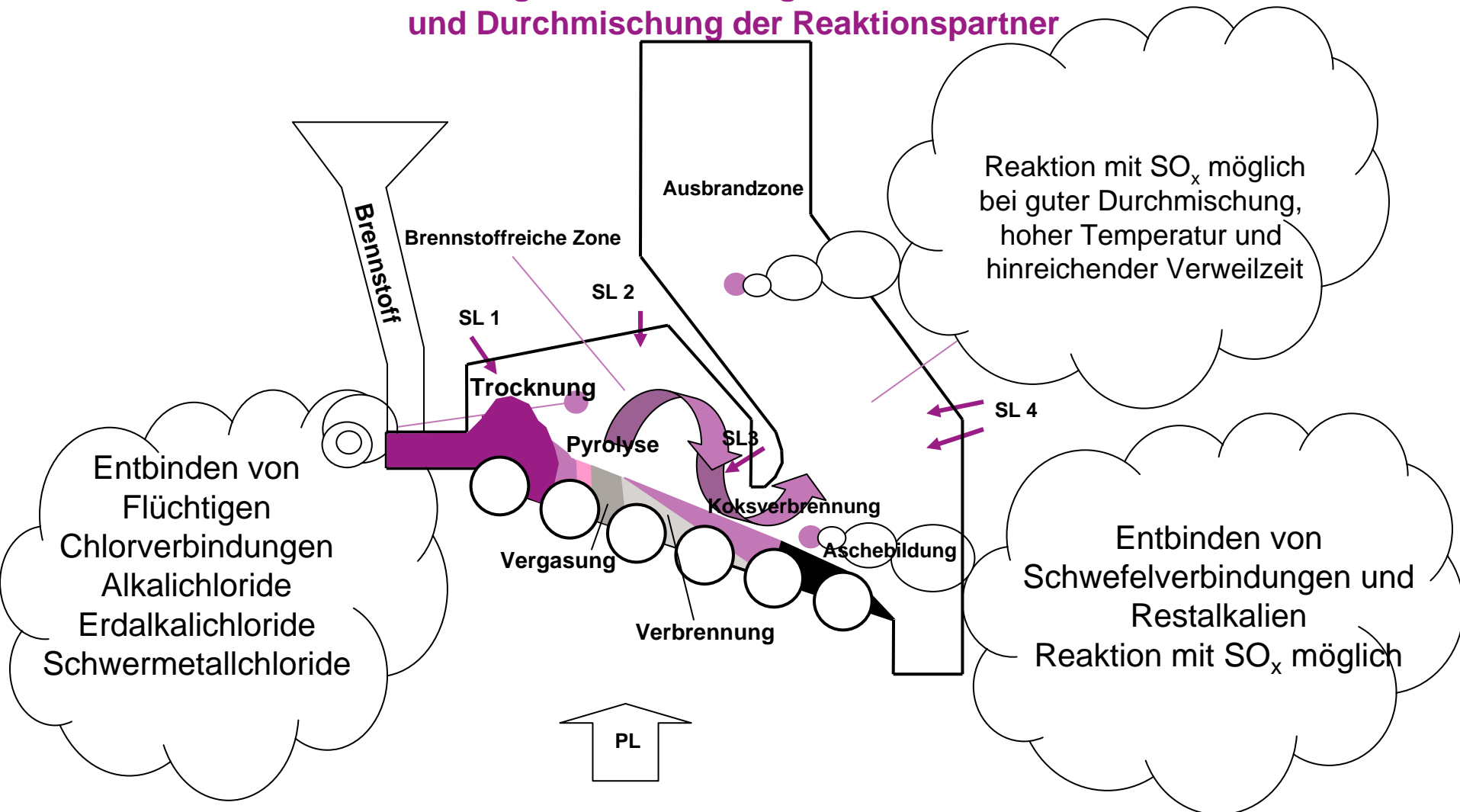
Modell der Korrosionsvorgänge unter Belägen [Born, 2004]

# Mittelstromfeuererung



# Gleichstromfeuerung

Ergebnis vollständiger Ausbrand  
und Durchmischung der Reaktionspartner



# EVONIK INDUSTRIES

- **Energiegewinnung aus Biomasse**
  - Brennstoffe und Brennstoffuntersuchungen
  - Feuerung und Luftverteilung
  - Kesselproblematik und Korrosion
  - **Beispiel zweier Anlagen**

# Dampfparameter von Strohanlagen

## Plant and operational data for Masnedø CHP

---

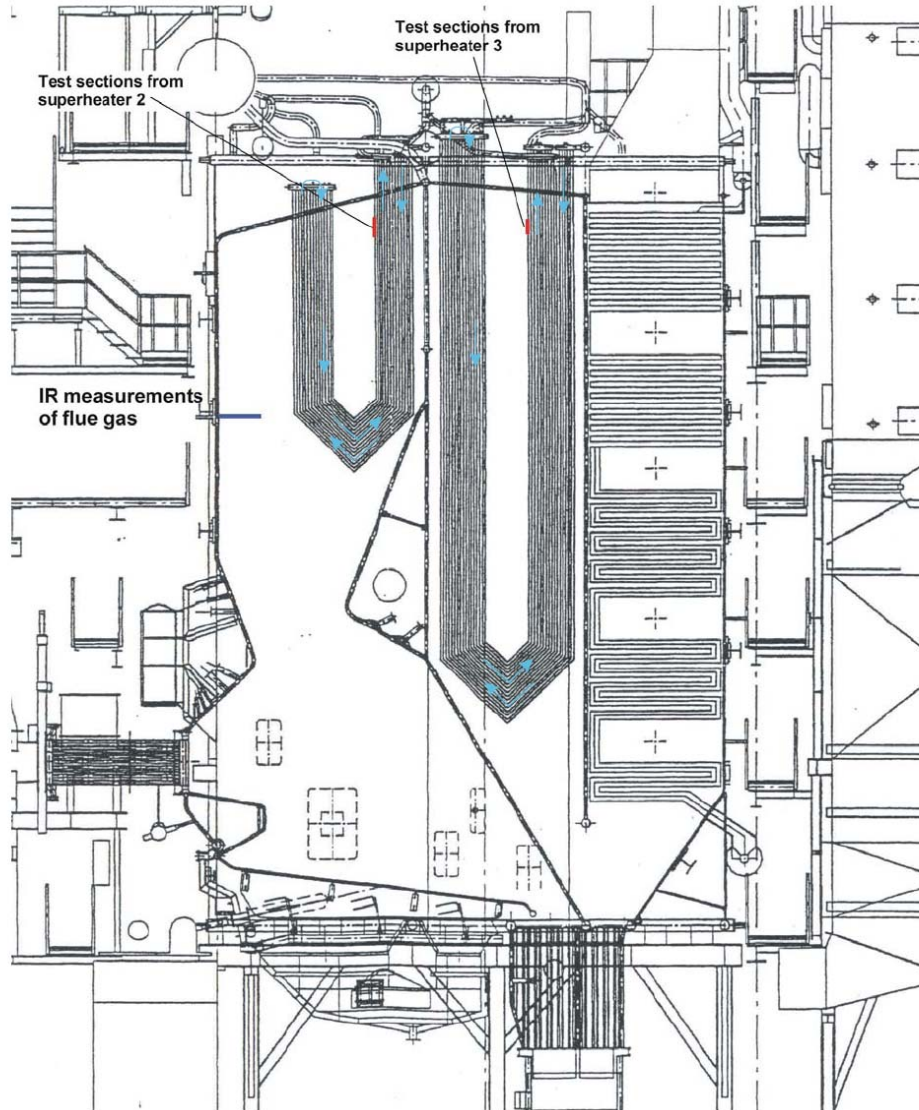
Unit capacity	33.2 MW <sub>th</sub>
Electrical capacity	8.3 MW
District heat capacity	20.8 MJ/s
Steam outlet data (SH2)	455°C, 93 bar
Steam outlet data (SH3)	522°C, 92 bar
Maximal steam production	43.2 tons/h
Combustion stoichiometry <sup>a</sup>	1.3
Fuel (primary)	straw
Fuel (secondary)	wood chips
Straw consumption (full load)	8.1 tons/h

---

<sup>a</sup>Air/fuel ratio (overall).

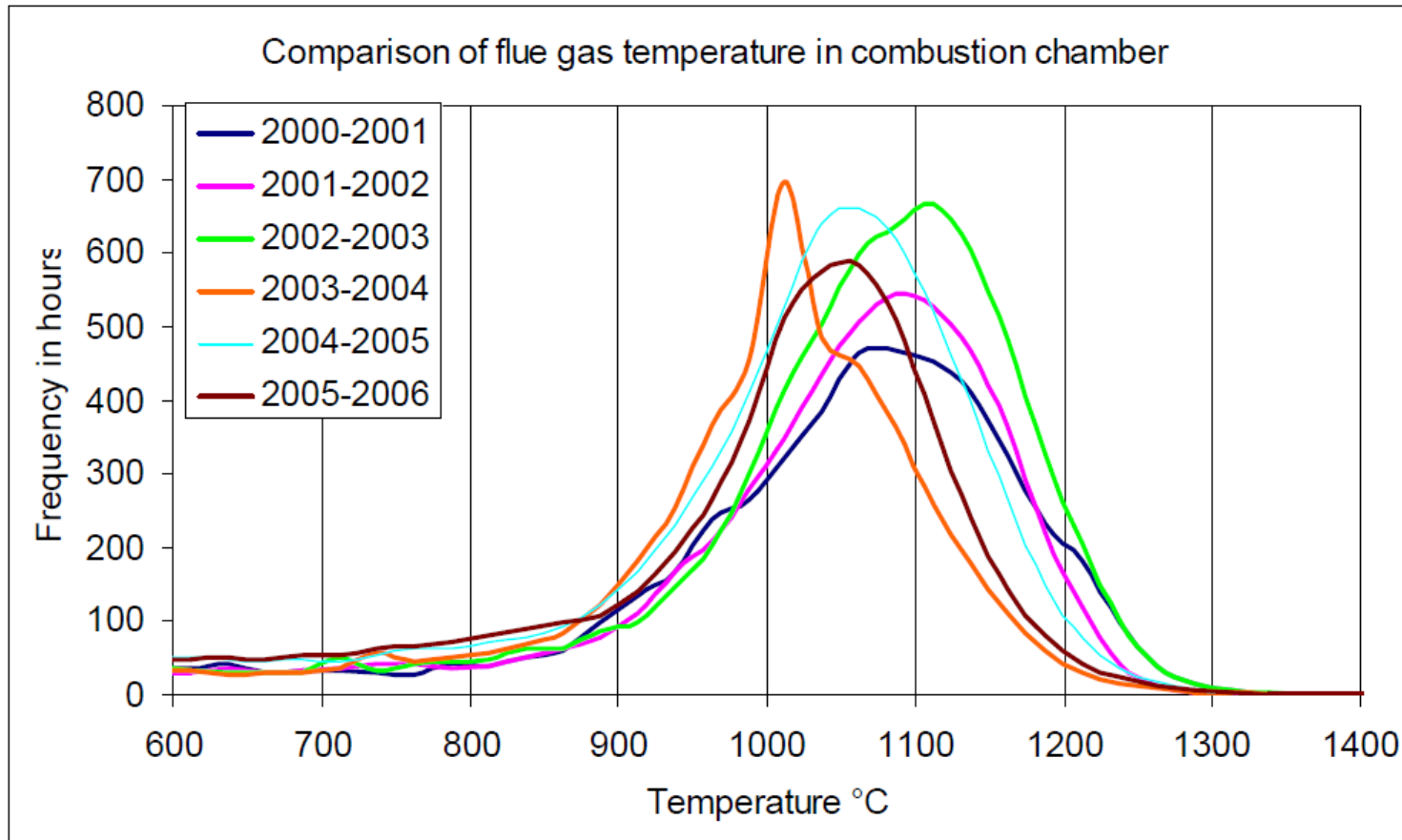
Influence of deposit formation on corrosion  
at a straw fired boiler, L.A.Hansen et. Al.,  
Fuel Processing Technology 64 (2000) 189-209

# Aufbau der Strohfederung mit Überhitzer im 1. und 2. Zug



**Schematic diagram of Maribo Saksøbing CHP Plant showing position of superheater sections investigated. The arrows show the flow for the banks 2-7 in superheaters 2 and 3.**

# Rauchgastemperaturen im 1. Zug



# Zusammenfassung der Temperaturdaten

Table 2: *Summary of temperature data*

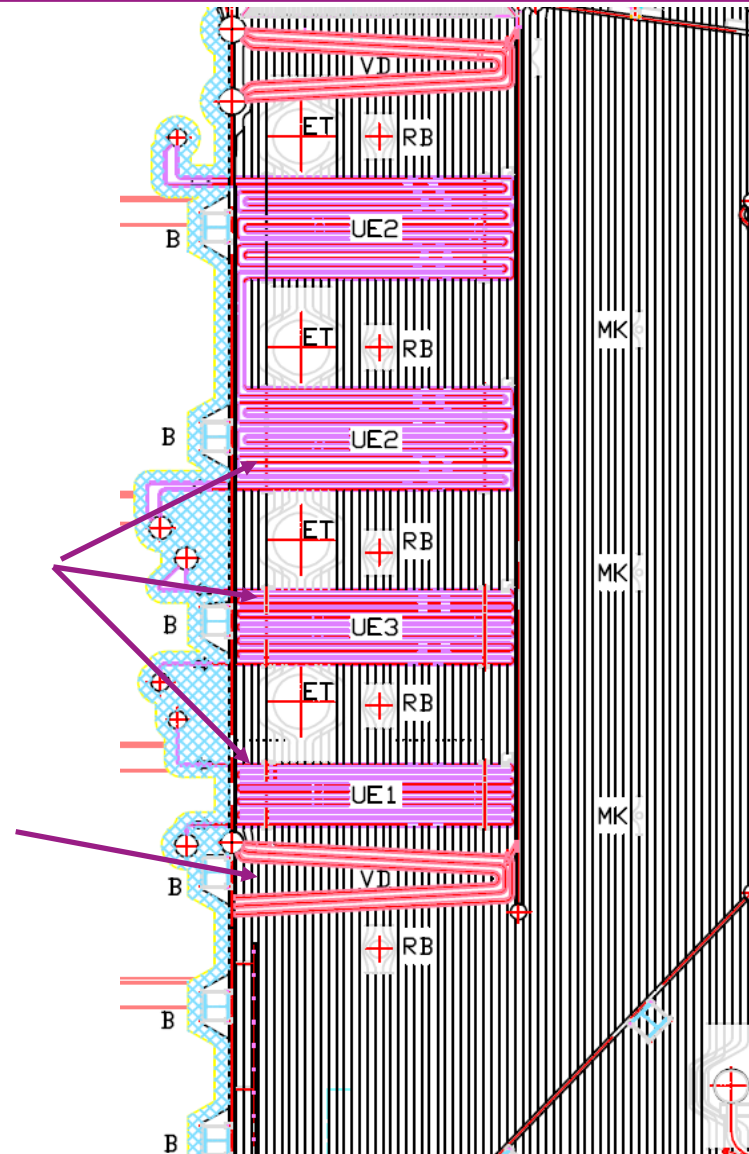
	Exposure (hours)	Peak temp. for superheater 2 (°C)	Peak temp. for superheater 3 (°C)	Peak temperature for flue gas (°C)	20% of results over x°C	10% of results over x°C
2000-2001	4535	500	543	1075	1160	1199
2001-2002	4749	510	538	1090	1151	1181
2002-2003	5840	507	542	1110	1162	1195
2003-2004	4550	487	547	1010	1095	1132
2004-2005	5933	511	543	1090	1127	1161
2005-2006	5146	513	543	1055	1109	1143
2000-2002	9283	502	542	1090	1155	1189
2002-2004	10390	507	543	1115	1140	1177
2004-2006	11078	512	543	1055	1119	1153
2000-2004	19674	505	542	1075	1148	1183
2001-2006	26217	508	543	1065	1134	1169
2000-2006	30752	507	543	1066	1138	1174

1. The superheater tubes for all the straw-fired plants have a lower corrosion rate compared to the test superheater from Masnedø and the probe from Rudkøbing. Grained boundary corrosion attack was predominant for both superheater 2 and superheater 3. These results can be extrapolated to give corrosion rates after longer exposure times. Thus after 100,000 hours superheater 3 will have a metal loss of 3.9 mm and superheater 2 of 1.3 mm.
2. No signs of preferential corrosion of the weld-tube zone for TP347H tube around the Böhler SAS 2IG welds were seen for superheater 3. Interdendritic attack of the weld was observed in this area, however this corrosion is similar to grain boundary corrosion of the tube.

# Zusammenfassung der Daten



# Übergang zweiter und dritter Zug einer Altholzanlage



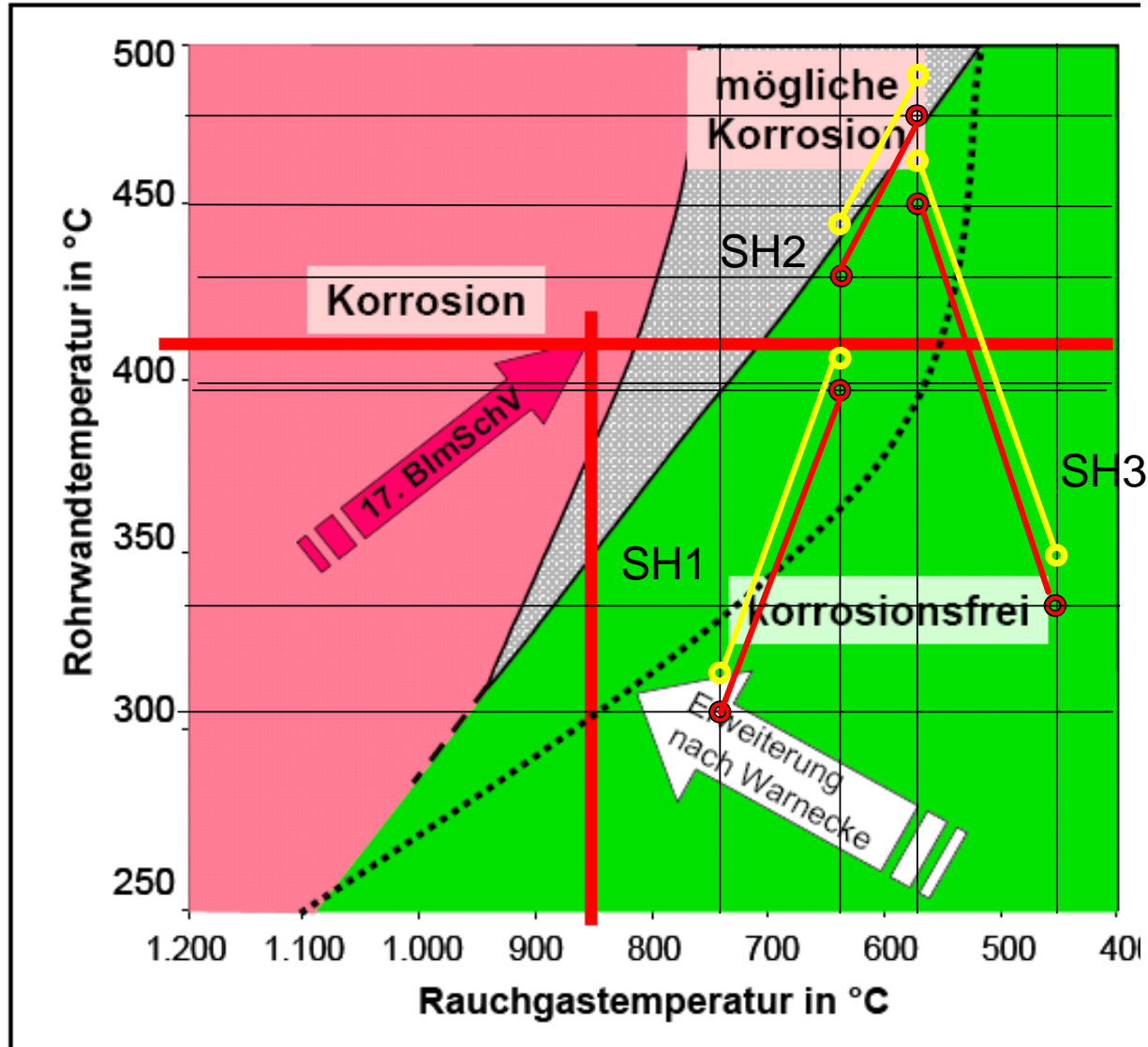
Überhitzerteilung  
90 mm

Schutzverdampfer  
Teilung 90 mm

Belegung des  
Schutzverdampfers



# Korrosionsdiagramm



- Energiegewinnung aus Biomasse und Abfall ist Stand der Technik, jedoch bei den Biomasseanlagen besteht noch deutlicher Nachholbedarf bei der Technik.
- Kundenspezifische Energieversorgung für Industrie und Liegenschaften hilft, die Umwelt zu entlasten und die Energiekosten zu senken.
- Brennstoffe führen, je nach Aufbereitungstiefe und Zusammensetzung, zu Änderungen in der Feuerung.
- Steuerung von Feuerung und Luftversorgung muss daher möglich sein.
- Hoher Wirkungsgrad nur anzustreben bei gleichzeitig hoher (Kessel-)Verfügbarkeit.





**EVONIK**  
**INDUSTRIES**