



---

# *Ascheproblematik in biomassebefeuelerten Wirbelschichtanlagen*

---

11tes Symposium Energieinnovation Graz 2010  
10.02. – 12.02.2010

Bernhard Gatternig  
Institut für Wärmetechnik  
Technische Universität Graz  
Österreich



## *Inhalt der Präsentation*

### *Einleitung*

- *Motivation zur Untersuchung des Ascheverhaltens*
- *Grundlagen der Wirbelschichtfeuerung*

### *Klassifizierung der Biomasseaschen*

- *Hauptbestandteile*
- *Schmelzverhalten*

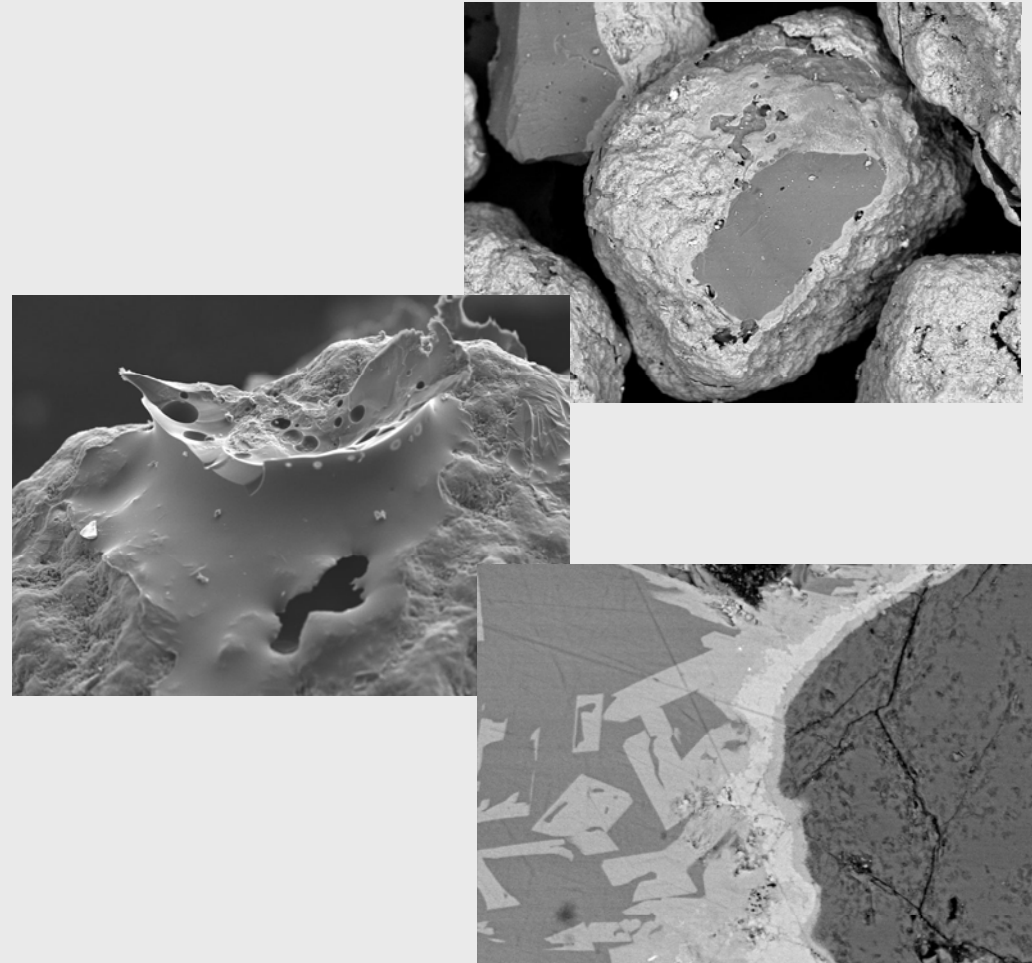
### *Beschreibung der auftretenden Phänomene*

- *Mechanismen*
- *Auswirkungen auf den Prozess*

### *Überblick über mögliche Gegenmaßnahmen*

- *Prozessführung*
- *Änderung der Aschezusammensetzung*

### *Zusammenfassung*





## Einleitung

Biomasseaschen

Ascheprobleme

Gegenmaßnahmen

Fazit

## Motivation zur Untersuchung des Ascheverhaltens

- Biomasse besitzt großes Potential als erneuerbarer Energieträger
    - *Aktuell 10-15% der Primärenergie weltweit (Kahn, 2009)*
    - *Über 30% bis 2100 (Nakicenovic, 2000)*
  - Wirbelschichtfeuerung gut geeignet
    - *Hohe Brennstoffflexibilität*
    - *Niedrige Heizwerte (Asche-, Wassergehalt)*
  - Erweitertes Brennstoffspektrum
    - *Biogene Reststoffe*
    - *Energiepflanzen*
- Alkalireiche Aschen



## Grundlagen der Wirbelschichtfeuerung

### Einleitung

Biomasseaschen

Ascheprobleme

Gegenmaßnahmen

Fazit

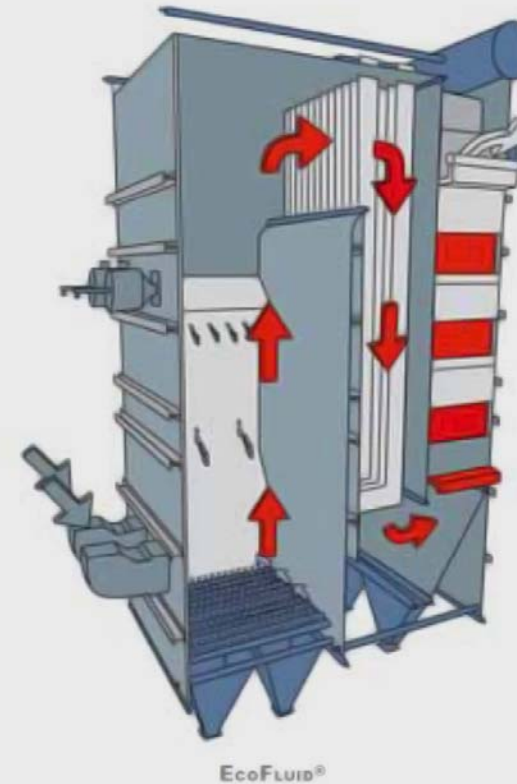
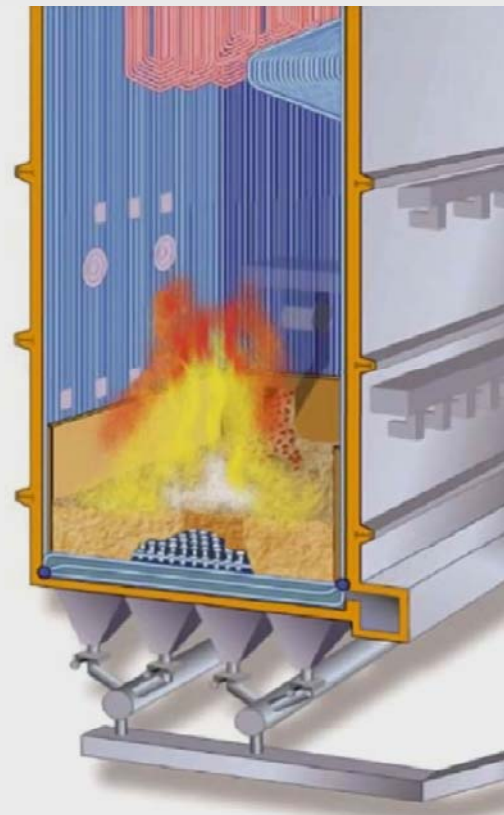


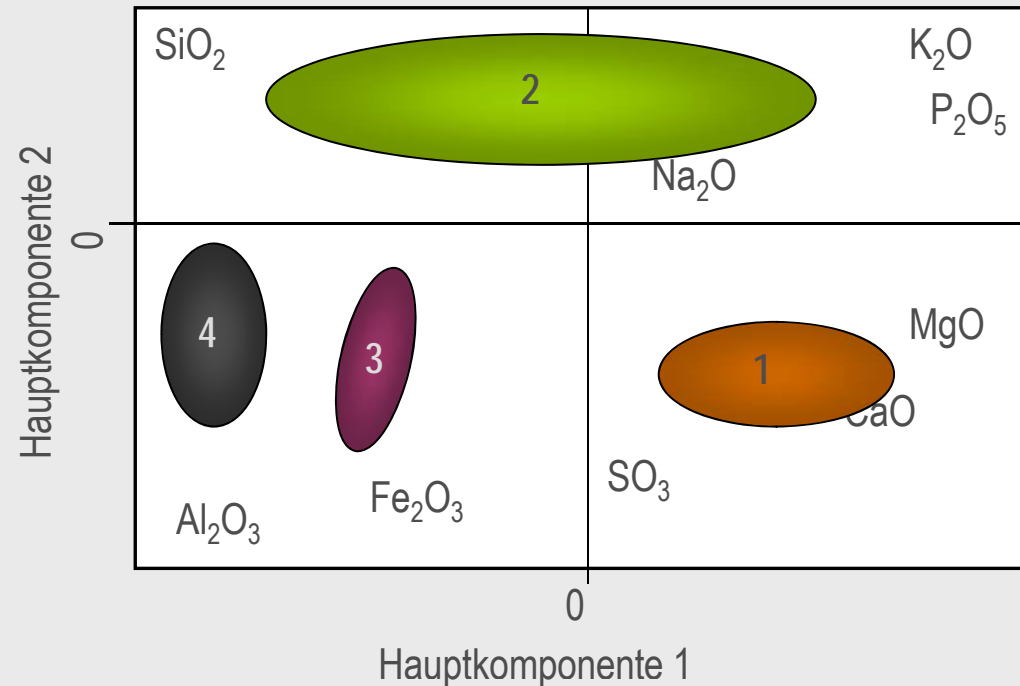
Abb.1: Schema einer Wirbelschichtfeuerung

(Quelle: Austrian Energy & Environment, Produktfolder)



## Klassifizierung von Biomasse

- Einleitung
- Biomasseaschen**
- Ascheprobleme
- Gegenmaßnahmen
- Fazit



1. Holz und holzartige Biomasse
2. Halmgutartige Biomasse
3. Biogene Abfallstoffe
4. Kohle, Torf

Abb.2: Einteilung von Brennstoffen gemäß ihrer Aschekomponenten

(Quelle: Öhmann, 2000)



## Schmelzverhalten

Einleitung

Biomasseaschen

Ascheprobleme

Gegenmaßnahmen

Fazit

- Elemente mit positivem Einfluss:
  - Kalzium
  - Magnesium
- Negativer Einfluss:
  - Silizium
  - Kalium

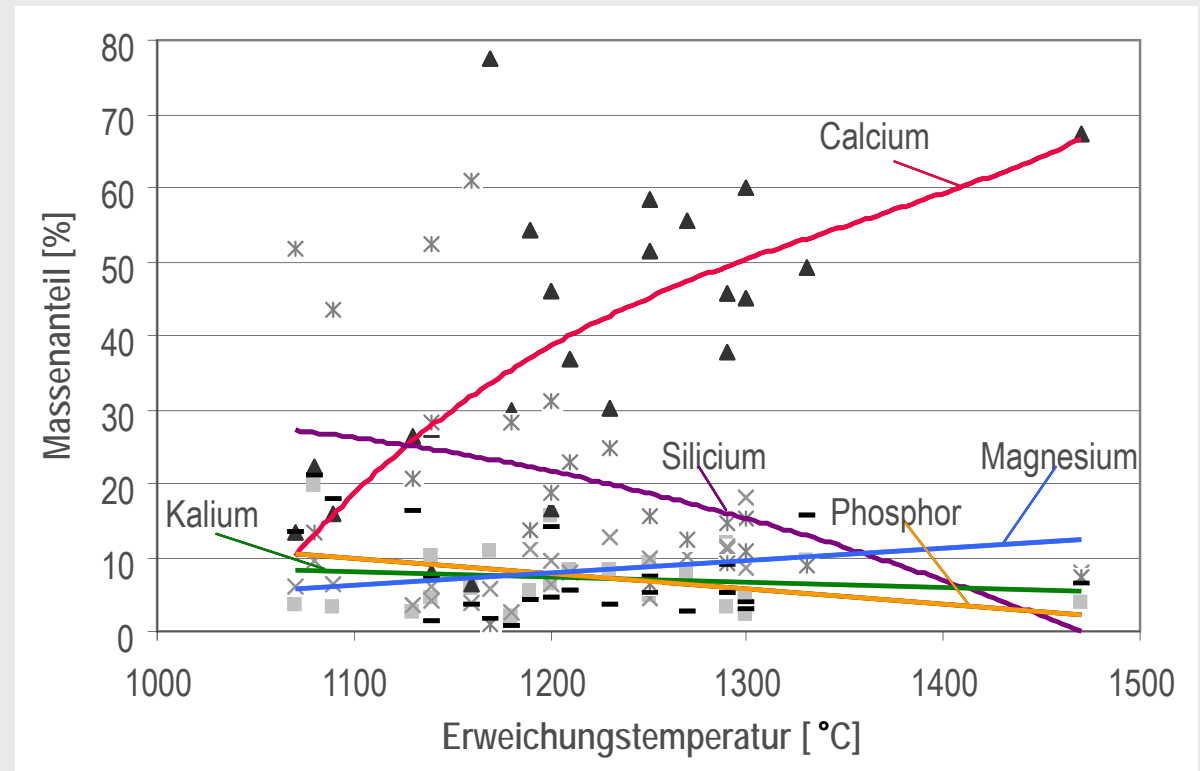


Abb.3: Einfluss der Aschekomponenten auf das Schmelzverhalten  
(Quelle: Eigene Messungen)



## Verschlackung und Fouling

Einleitung

Biomasseaschen

Ascheprobleme

Gegenmaßnahmen

Fazit

- Ablagerungen auf Heizflächen und im Rauchgaskanal
- Herabsetzen des Wärmeübergangs
- Änderung der Strömungsverhältnisse
- Blockade des Rauchgaszuges

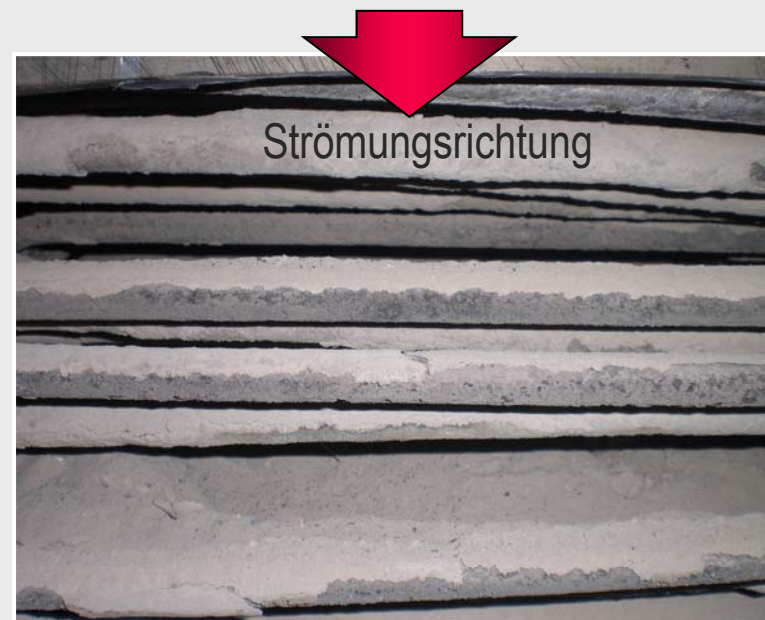
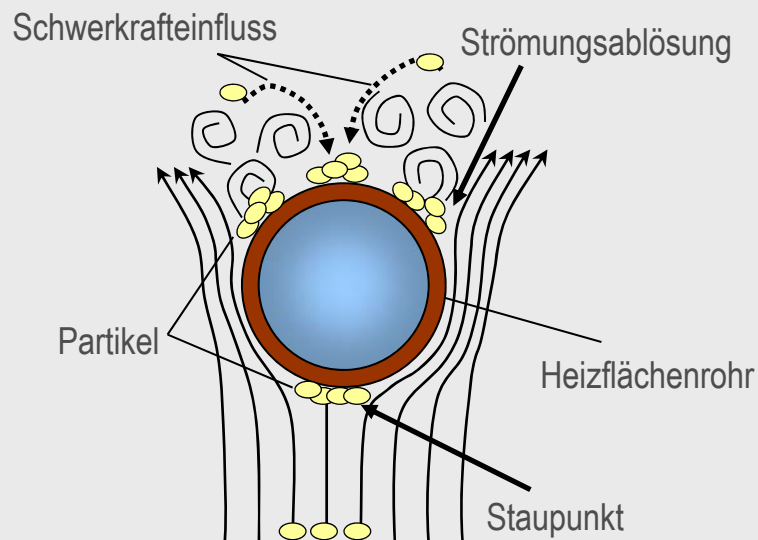


Abb.5: Fouling am Wärmetauscher einer zirkulierenden Wirbelschicht am IWT



## Hochtemperaturkorrosion an Wärmetauscherrohren

Einleitung

Biomasseaschen

Asche**probleme**

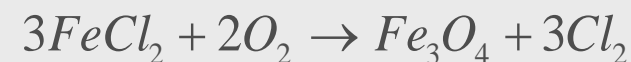
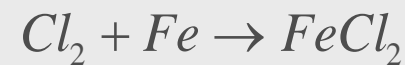
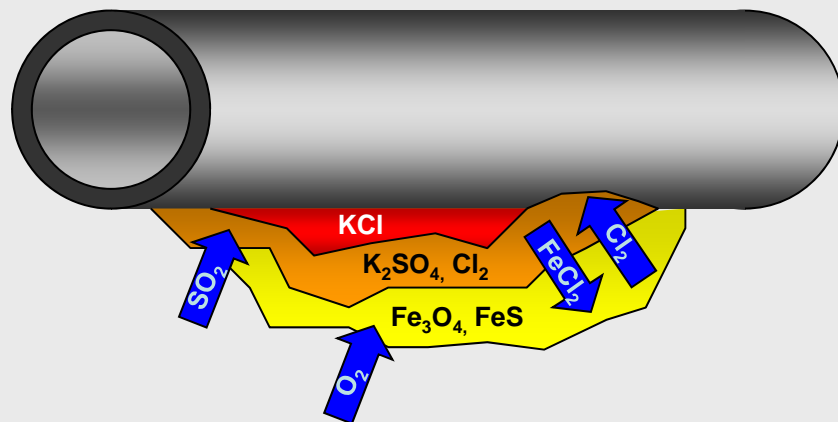
Gegenmaßnahmen

Fazit

- Angriff auf metallische Werkstoffe
- Chlor als Hauptverantwortlicher
- Schwächung der Rohrwände
- Maximum zwischen 450°C und 550°C



Mechanismus:



(Quelle: Kahn, 2009)





## *Agglomeration des Bettmaterials*

Einleitung

Biomasseaschen

**Ascheprobleme**

Gegenmaßnahmen

Fazit

- Zusammenbacken einzelner Bettmaterialpartikel
- Bildung großer Agglomerate
- Zusammenbrechen der Fluidisierung



Abb.7: Agglomerate aus dem L.A.P.I.S. Reaktor am IWT



## Agglomeration des Bettmaterials

Einleitung

Biomasseaschen

Asche**probleme**

Gegenmaßnahmen

Fazit

Coating

a)



Ac

Schmelz

a)



Ges

Asc

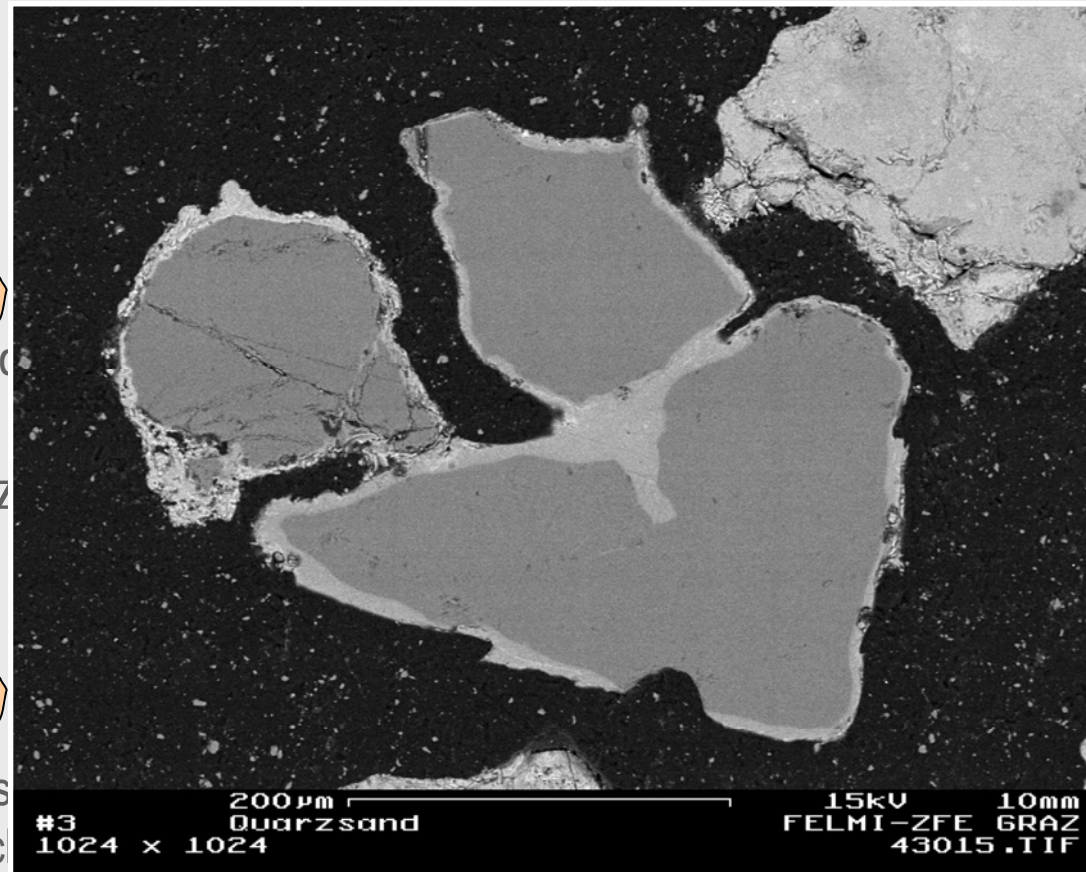


Abb.8: Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Agglomerats



## Übersicht möglicher Gegenmaßnahmen

Einleitung

Biomasseaschen

Ascheprobleme

**Gegenmaßnahmen**

Fazit

- Ansatz: Mobilisierung der Alkalichloride verhindern
- Prozessführung
  - *Temperatursenkung (<770°C)*
  - *Bettmaterialtausch*
- Ändern der Aschezusammensetzung
  - *Bettmaterial*
  - *Additive*
  - *Brennstoffmischung*



## Eingriff über die Prozessparameter

Einleitung

Biomasseaschen

Ascheprobleme

Gegenmaßnahmen

Fazit

- Stand der Technik:
  - Senkung der Betttemperatur
  - Hohe Bettmaterial-Recyclingraten
- Neue Ansätze:
  - Onlineüberwachung
  - Bedarfsgerechter Einsatz

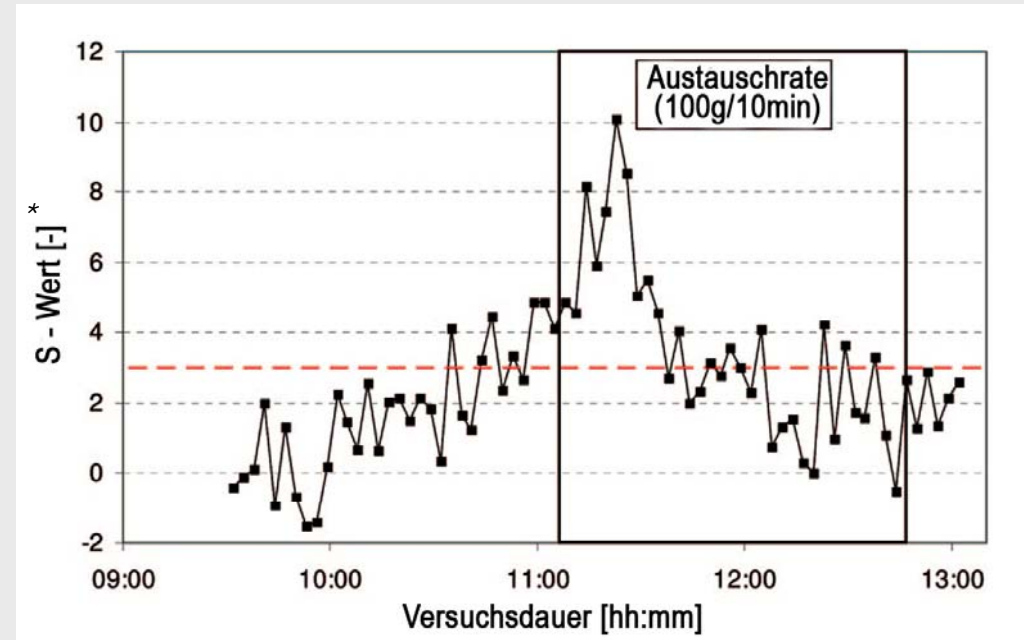


Abb.12: Bettmaterialtausch basierend auf online Überwachung  
(Quelle: Bartels, 2009)

\*) S-Wert definiert den Grad der Abweichung der Druckschwankungen von einem Referenzzustand



## Ändern der Aschezusammensetzung

Einleitung

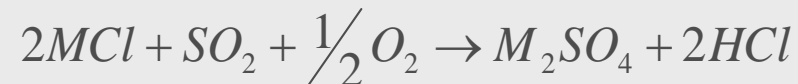
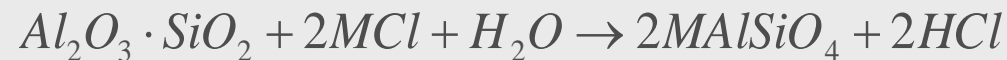
Biomasseaschen

Ascheprobleme

Gegenmaßnahmen

Fazit

- Einbringung neuer Reaktionspartner für Alkalien
  - *Metalle (Al, Fe,...)*
  - *Schwefel*
- Bildung neuer Verbindungen mit unproblematischem Verhalten



(„M“ entspricht Kalium oder Natrium)



## Mögliche Additive und Bettmaterialien

Einleitung

Biomasseaschen

Ascheprobleme

Gegenmaßnahmen

Fazit

Tabelle 1: Zusatzstoffe zur Reduzierung von Ascheproblemen

Gruppe	Bezeichnung	Chemische Formel
Silikate	Olivin <i>Reduziert Agglomerationen</i>	$(\text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$
	Kaolin	$\text{Al}_4(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$
	Feldspat	$(\text{Ca}, \text{K}, \text{Na})(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_8$
Karbonate	Kalkstein	$\text{CaCO}_3$
	Dolomit	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
	Magnesit	$\text{MgCO}_3$
Sulfate	Ammoniumsulfat	$[\text{NH}_4]_2\text{SO}_4$
	<i>Reduziert Fouling/Korrosion</i> Aluminiumsulfat	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
	Eisensulfat	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$



## Brennstoffmischungen

Einleitung

Biomasseaschen

Ascheprobleme

**Gegenmaßnahmen**

Fazit

- Mischung biogener Brennstoffe
  - *Ca reiche Biomassen (z.B. Holz,...)*
  - *Si reiche Biomassen (z.B. Reishülsen,...)*
  - *Al reiche Biomassen (z.B. Klärschlamm,...)*
- Zufeuerung von Biomasse in Kohleanlagen
  - *Hoher Schwefelgehalt*
  - *Hoher Gehalt an Al und Si*
- Vorteile:
  - *Keine Zugabe von Inertmaterial*
  - *Einsatz günstiger Biomassen (Abfallstoffe etc.)*
  - *Nutzung vorhandener Anlagen (Co-Combustion)*

→ Verwendung von Brennstoffmischungen wäre eine besonders kostengünstige Variante



## Zusammenfassung

Einleitung

Biomasseaschen

Ascheprobleme

Gegenmaßnahmen

Fazit

- Großes Potential für energetische Nutzung von Biomasse
- Wirbelschichtfeuerung besonders geeignet
- Biomasseaschen reich an Alkalien und Chlor
- Ascheprobleme bei der Feuerung von Biomasse
  - *Fouling*
  - *Korrosion*
  - *Agglomeration*
- Gegenmaßnahmen zu deren Vermeidung
  - *Temperatur senken, Bettmaterial tauschen*
  - *Aschezusammensetzung verändern (Al oder S zugeben)*
- Biogenes Brennstoffband erweitern und Wirtschaftlichkeit erhöhen

*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!*





## Bildung der Coatings

Einleitung

Biomasseaschen

Asche**probleme**

Gegenmaßnahmen

Fazit

- Mechanische oder chemische Vorgänge
- Stetiges Wachstum der Schichten
- Anreicherung von K, Ca und Si

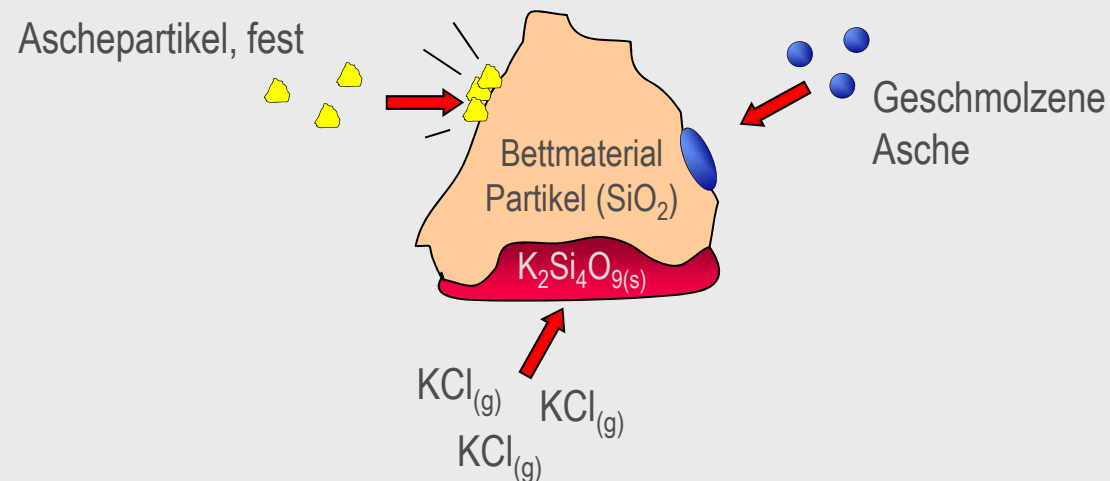


Abb.10: Mechanismen der Coatingbildung



## Eingriff über die Prozessparameter

Einleitung

Biomasseaschen

Ascheprobleme

Gegenmaßnahmen

Fazit

- Stand der Technik:
  - Senkung der Betttemperatur
  - Hohe Bettmaterial-Recyclingraten
- Neue Ansätze:
  - Onlineüberwachung
  - Bedarfsgerechter Einsatz

\*

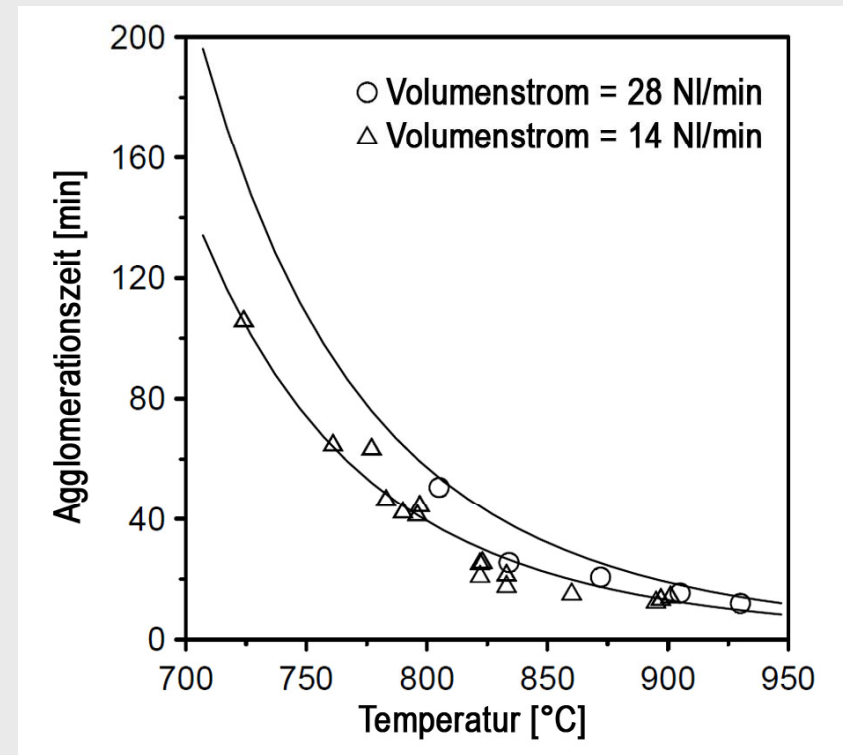


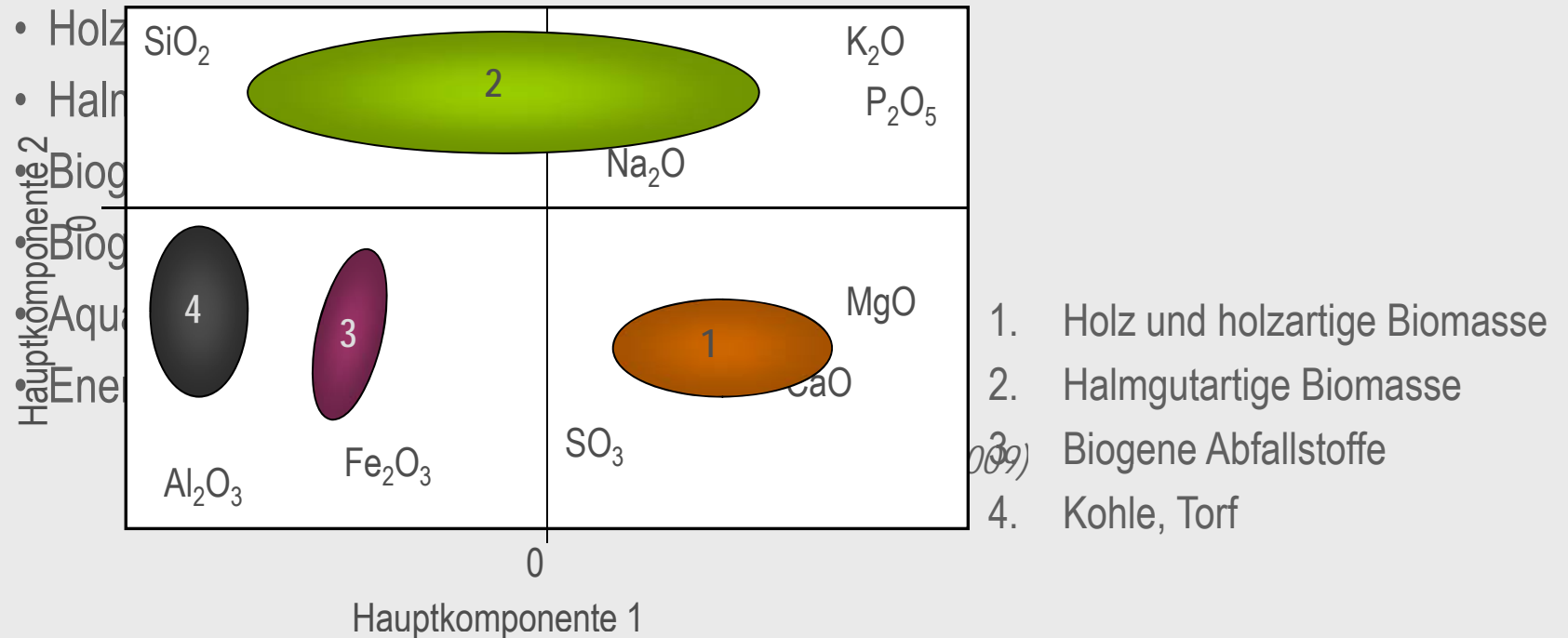
Abb.11: Einfluss der Temperatur auf die Agglomeration

(Quelle: Lin, 2003)



## Klassifizierung von Biomasse

- Einleitung
- Biomasseaschen**
- Ascheprobleme
- Gegenmaßnahmen
- Fazit



1. Holz und holzartige Biomasse
2. Halmgutartige Biomasse
3. Biogene Abfallstoffe
4. Kohle, Torf

Abb.2: Einteilung von Brennstoffen gemäß ihrer Aschekomponenten

(Quelle: Öhmann, 2000)