

# Wirbelschichttechnologie in Österreich und Weltweit: Stand der Technik und zukünftige Entwicklungen

Franz Winter

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik u. Techn. Biowissenschaften  
Technische Universität - Wien

# Inhalt:

Kurze Vorstellung der IEA – FBC Gruppe

1. Vorteile und Limitierungen von Wirbelschichtfeuerungen
2. Stand der Technik
3. Zukünftige Entwicklungen
4. Zusammenfassung

# Implementing Agreement IEA-FBC 2004-2009

## Implementing Agreement for Cooperation in the Field of Fluidized Bed Conversion of Fuels applied to Clean Energy Production

### Operating agents/chairmen:

- **France:** Philippe Jaud 1998-2000
- **Austria:** Franz Winter 2000 - 2002
- **Finland:** Mikko Hupa 2002-2004
- **Canada:** Fernando Preto 2004 – 2006
- **Spain:** Andres Cabanillas 2006 - 2008



## Teilnehmende Länder:

- Austria 
- Canada 
- Czech Republic 
- Finland 
- France 
- Greece 
- Italy 
- Japan 
- Korea 
- Portugal 
- Spain 
- Sweden 
- UK 
- China (observer) 



## Objectives and strategy (I)

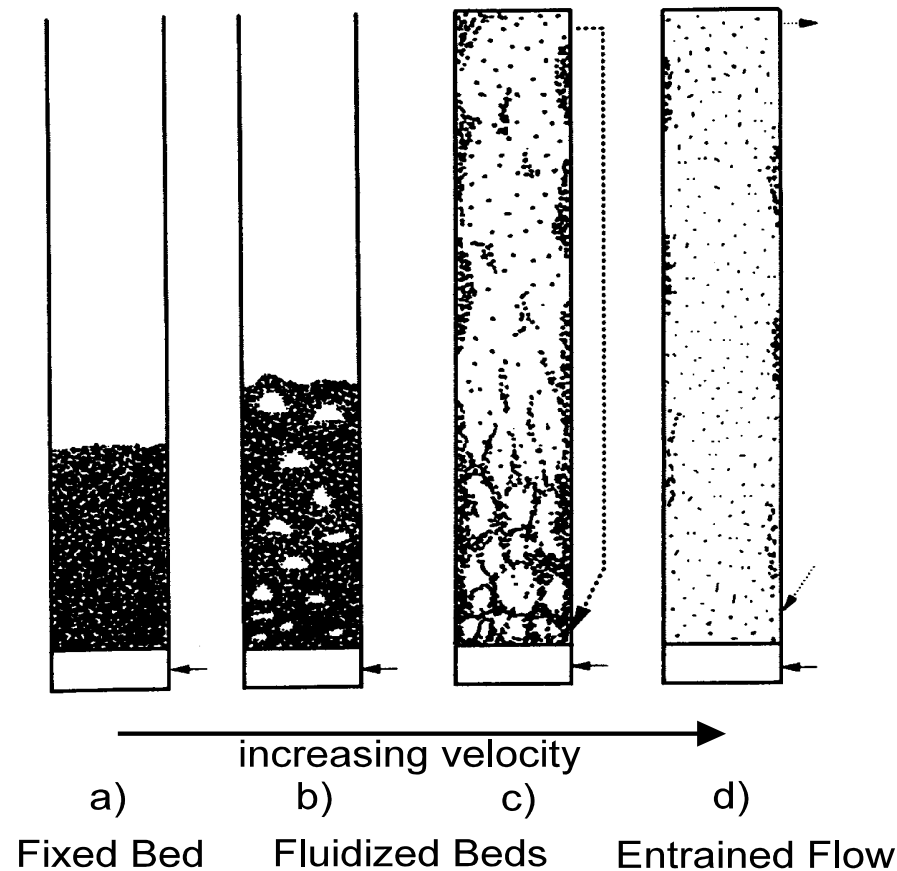
- Bring together experts wishing to work on common problems in FBC.
- Technical exchange during meetings and workshops.
- Research on operational issues in support of local commercial fluidised bed conversion activities and sharing the results.



## Objectives and strategy (II)

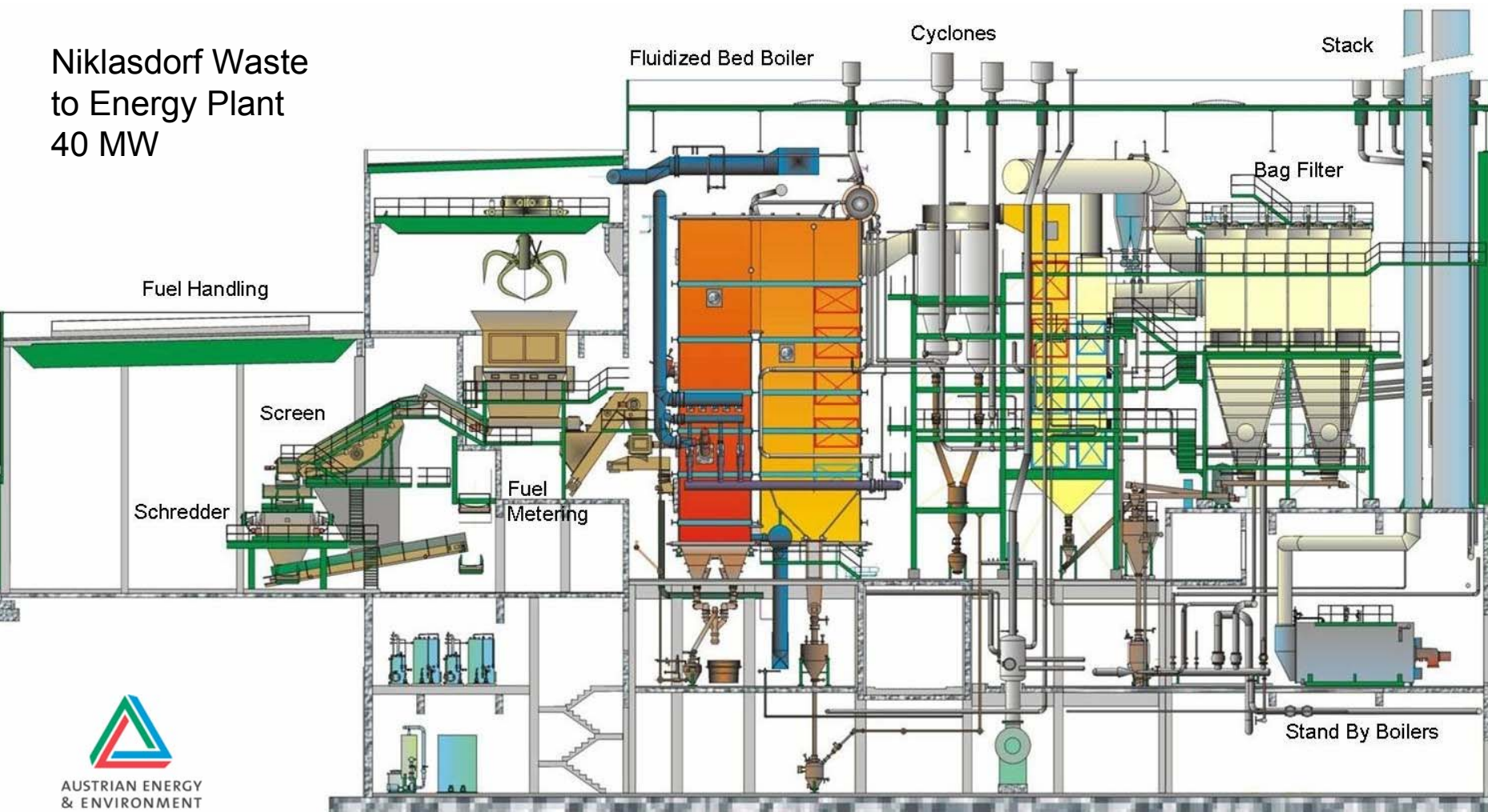
- **Focus on:**
  - New concepts, future applications
  - High efficiencies
  - Scale-up
  - Solids attrition and fragmentation (unburnt carbon in fly ash)
  - Zero emissions
  - Emission reduction (e.g. CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, HCl)
  - Sorbent reactivity and sulphur capture
  - Bed sintering/agglomeration problems
  - Ash utilization
  - Fuel characterization
  - Mathematical modelling

# 1. Vorteile u. Limitierungen von Wirbelschichtfeuerungen





# Niklasdorf Waste to Energy Plant 40 MW

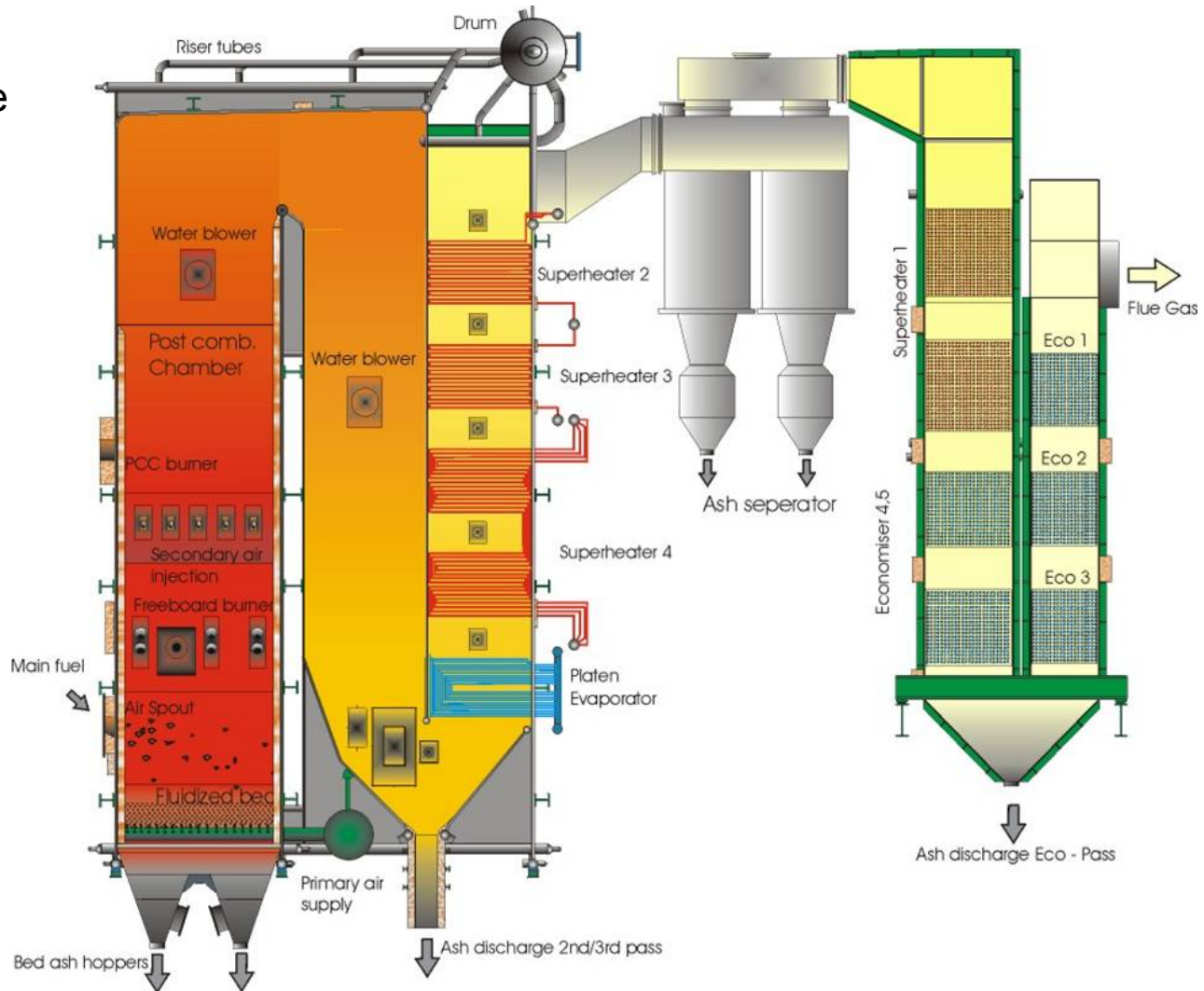


AUSTRIAN ENERGY  
& ENVIRONMENT





# Niklasdorf Waste to Energy Plant 40 MW

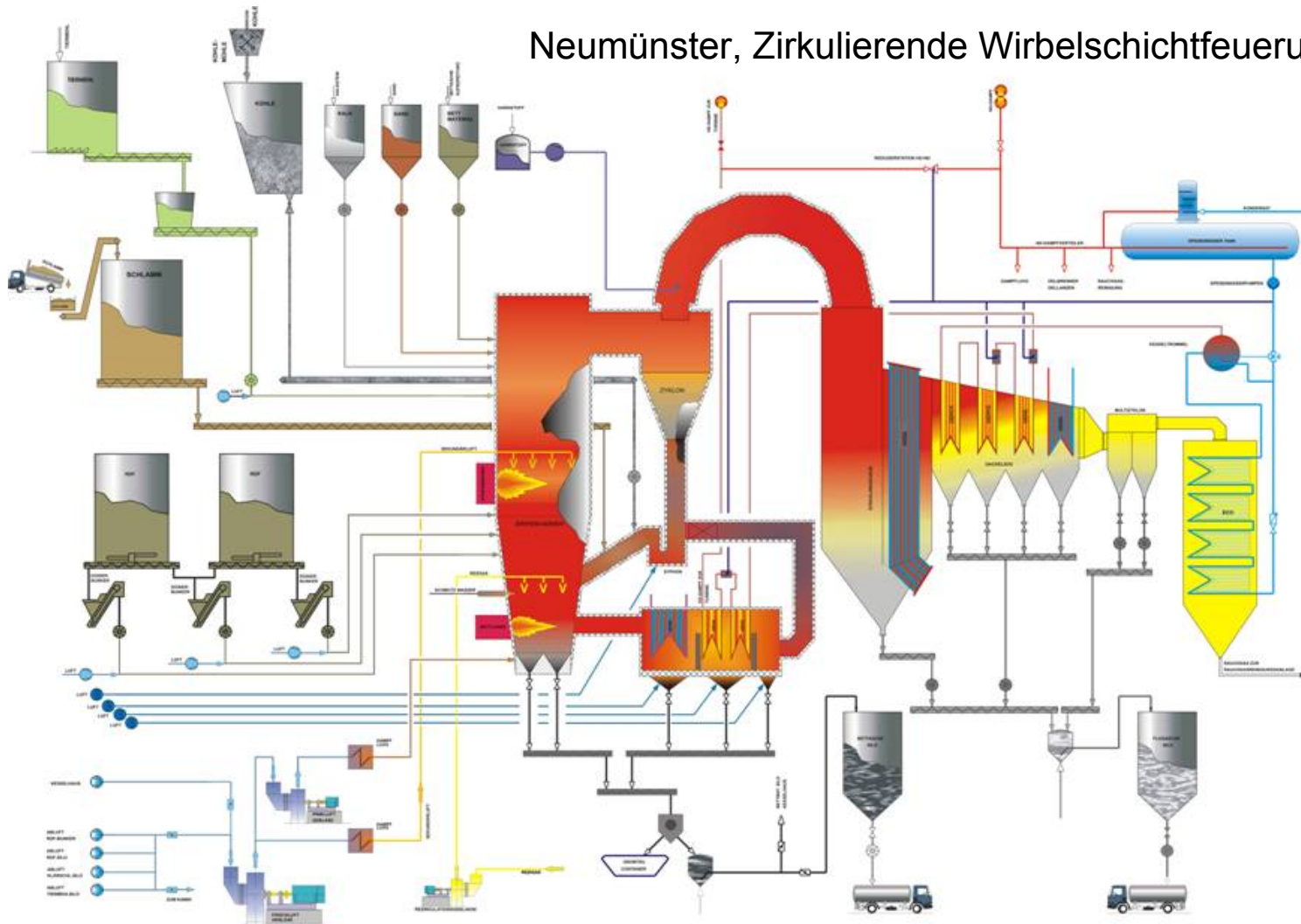


AUSTRIAN ENERGY  
& ENVIRONMENT





# Neumünster, Zirkulierende Wirbelschichtfeuerung, 75 MWth



AUSTRIAN ENERGY & ENVIRONMENT





# 1. Vorteile - Limitierungen von Wirbelschichtfeuerungen

- Wirbelbett wirkt als Wärmespeicher (+)
- Wirbelbett muß fluidisiert werden (-)
- Brennstoff muß fluidisiert werden (-)
- Einbringen des Brennstoffes (-)
- exzellenter Wärmetransport (+)
- exzellente Durchmischung (+)
- hoher Feuerraum-Wirkungsgrad (+)
- robust gegenüber Brennstoff-Schwankungen (+)
- hohe Brennstoffflexibilität (+)
- geringe Emissionen (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>) (+)

## 2. Stand der Technik

Brennstoffe

Brennstoff	Heizwert trocken (MJ/kg)	Feuchte (%) wie eingesetzt
Buche	17 - 19	10 - 30
Fichte	19 - 21	10 - 30
Gräser	17 - 18	10 - 40
Abfallholz	16 - 17	10 - 30
Papier	17 - 18	5 - 30
Rinde	15 - 16	10 - 30
Klärschlamm	15 - 17	55 - 70
Braunkohle	15 - 17	25 - 60
Steinkohle	29 - 33	3 - 5



## 2. Stand der Technik

### Brennstoffmix



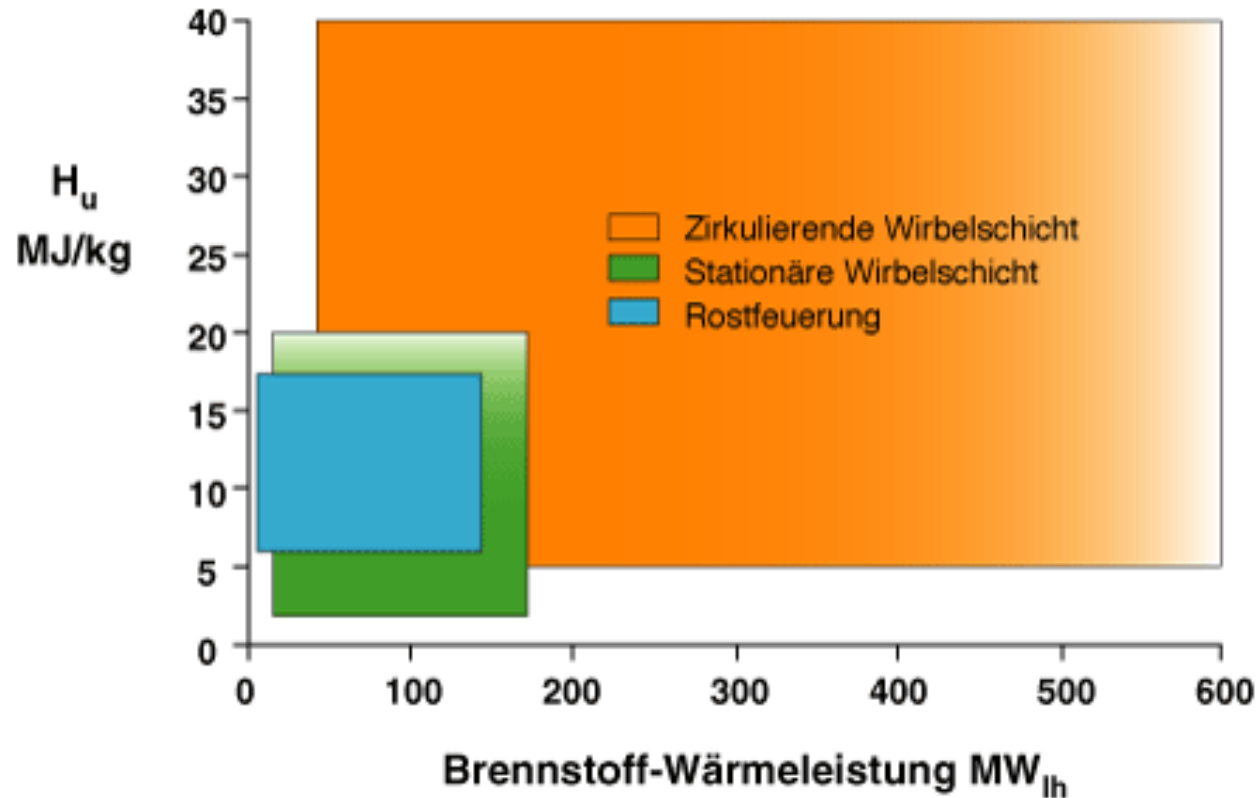
Mischung von Kohle  
mit Sägespäne bei der  
Anlage Plzen  
Czech, Hrdlicka 2004

Einbringung in die  
Fallschurre



## 2. Stand der Technik

### Einsatzbereiche



Quelle: AE&E



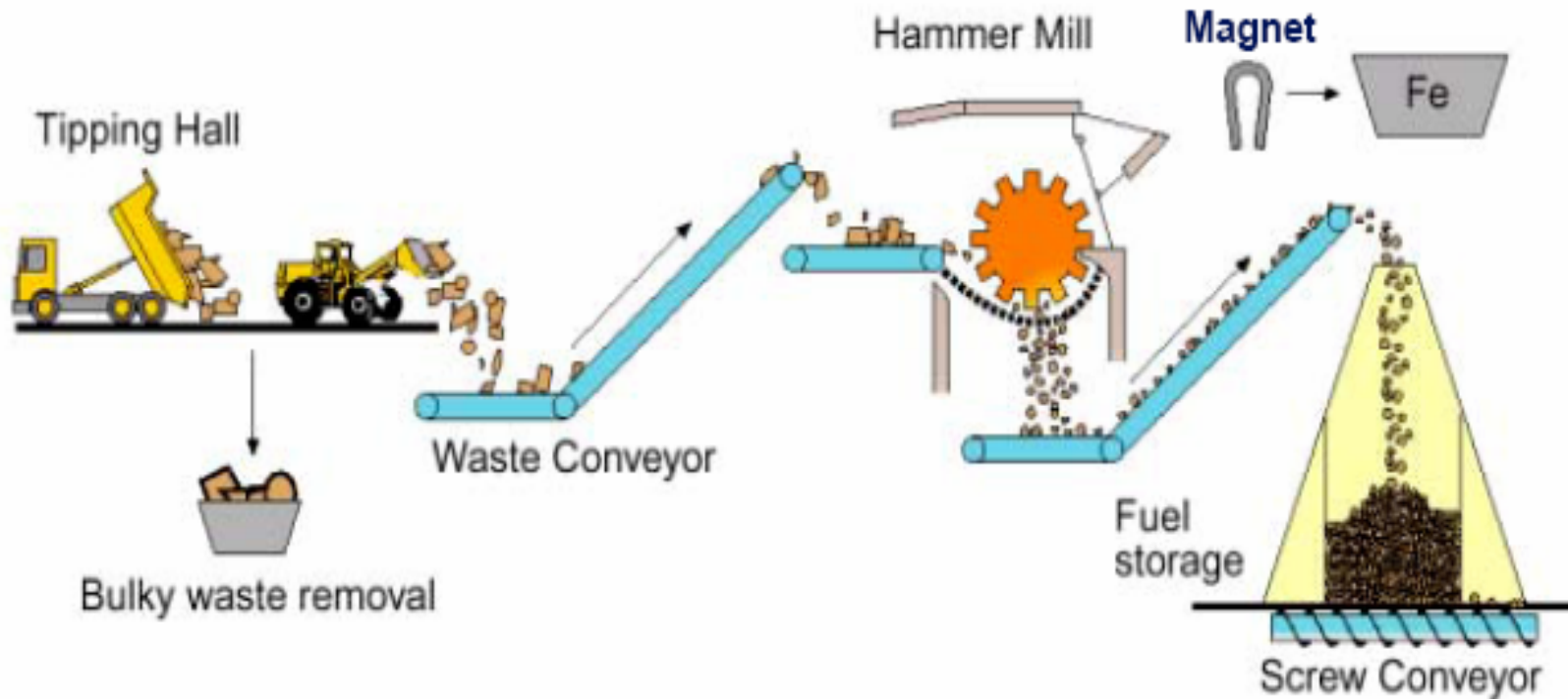
## 2. Stand der Technik

### Anlagen in Österreich

Besitzer/Ort	Jahr	Typ	Wärmeleistung	Brennstoffe
Sappi /Gratkorn	1981	BFBC	14 MW	Rinde, Schlamm
Hamburger/Pitten	1984	BFBC	65 MW	Kohle
Norske-Skog/Bruck	1984	BFBC	15 MW	Rinde, Kohle, Schlamm
Patria/Frantschach	1984	CFBC	61 MW	Rinde, Kohle, Schlamm
Sappi/Gratkorn	1986	CFBC	133 MW	Rinde, Kohle, Schlamm
Lenzing/Lenzing	1987	CFBC	108 MW	Rinde, Kohle, Schlamm
RVL/Lenzing	1998	CFBC	110 MW	Kunststoff, Abfall, Schlamm, Altholz
Solvay/Ebensee	1987	CFBC	43 MW	Kohle, Holzabfälle
Steyrerm. Papier/ Steyrermühl	1994	CFBC	50 MW	Rinde, Holz
Funder/St.Veit	1990	FICFBC	33 MW	Rinde, Schlamm, Sägemehl, Holzabfälle, Kunst.
ABRG Arnoldstein	2000	FBC	8 MW	Öle, Emulsionen, Holzabfälle, Schlämme, Kunst.
Fernwärme Wien/Vienna	1992	FBC	3 x 25 MW	Klärschlamm
Fernwärme Wien/Vienna	2003	RFBC	40 MW	Hausmüll, Klärschlamm
ENAGES/Niklasdorf	2004	BFBC	40 MW	Hausmüll, Industrieabfälle, Holzabfälle, Klärschl.
Verbund/Zeltweg*)	1998	CFBG	10 MW	Holz
Güssing	2001	DFBG	8 MW	Holzhackschnitzel, Holzabfälle



## 2. Stand der Technik Brennstoffaufbereitung



Brennstoffaufbereitung – Schwedisches Konzept

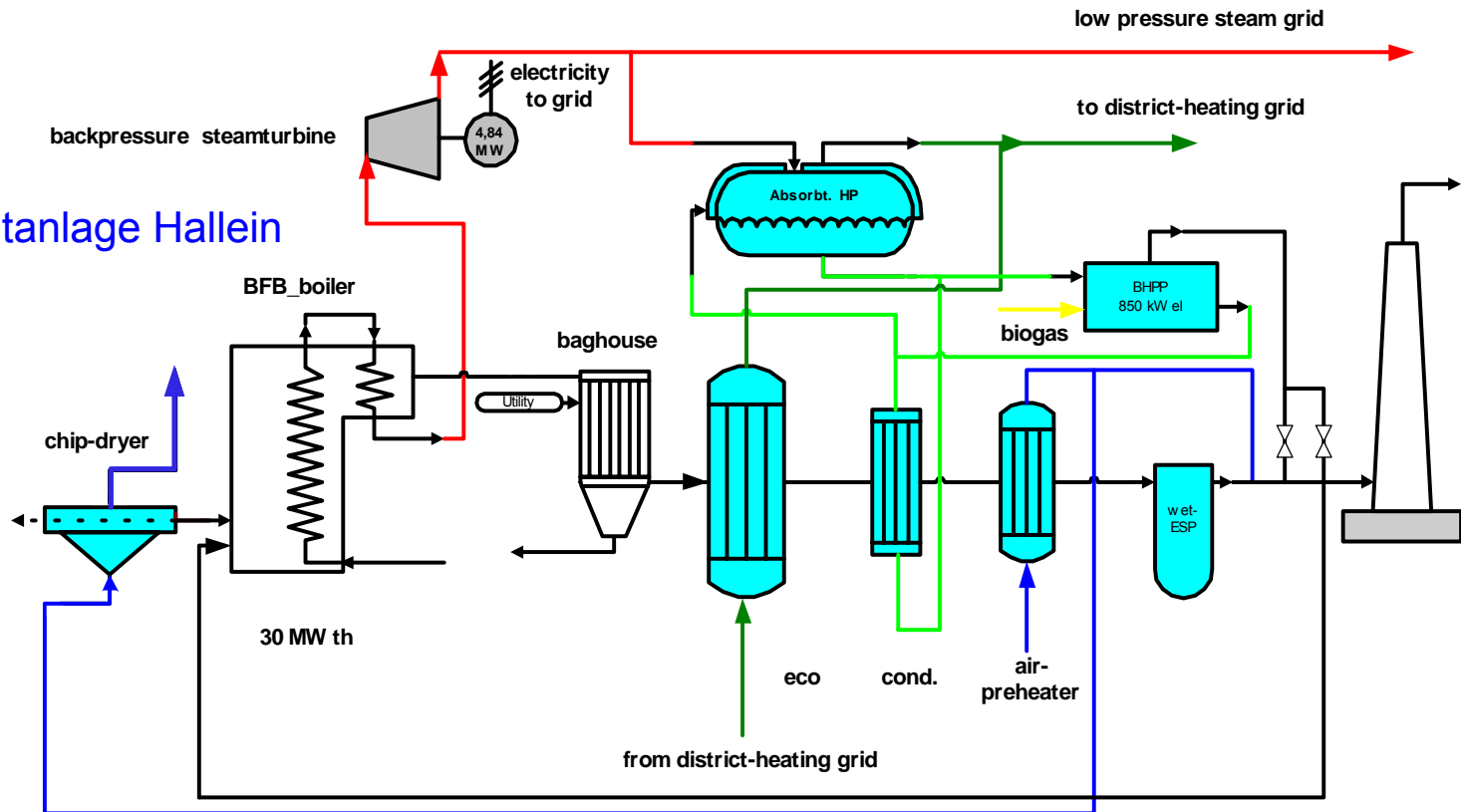




### 3. Zukünftige Entwicklungen

Einsatz von Biomasse in kleinen Leistungsbereichen (< 50 MW)

Wirbelschichtanlage Hallein  
30 MW



Feldbauer 2004, M-real



## Wirbelschichtanlage Hallein:

### Technische Daten:

- Brennstoff-Wärmeleistung: 30 MW
- Brennstoffmengenstrom: 15 t/h  
(davon 10 t/h Holzhackschnitzel)
- Frischdampfmenge: 36 t/h
- Frischdampfdruck: 61 bar
- Frischdampftemperatur: 450°C
- Stromerzeugung: 4,8 MW
- Fernwärmeabnahme: 3 – 7,2 MW



## Wirbelschichtanlage Timelkam



Kaiser 2004, AE&E



## Wirbelschichtanlage Timelkam:

### Technische Kenndaten:

- stationäre Wirbelschicht
- Brennstoffwärmeleistung:  $49,8 \text{ MW}_{\text{th}}$
- Brennstoffe: Rinde, Sägereste, Altholz, Schleifstaub, Waldhackgut
- Brennstoffheizwerte:  $6 - 16 \text{ MJ/kg}$
- Brennstoffmenge:  $22,5 \text{ t/h}$
- Dampfmenge:  $57 \text{ t/h}$
- Dampftemperatur:  $440^\circ\text{C}$
- Dampfdruck:  $42 \text{ bar}$



## Wirbelschichtanlage Heiligenkreuz:

### Technische Kenndaten:

- stationäre Wirbelschicht
- Brennstoffwärmeleistung:  $43 \text{ MW}_{\text{th}}$
- Brennstoffe: Sägewerksrestholz (ca. 60%), Waldhackgut (ca. 40%)
- Brennstoffmenge: 18,4 t/h
- Dampftemperatur: max.  $520^\circ\text{C}$
- Dampfdruck: 100 bar
- Leistung elektrisch:  $11,5 \text{ MW}_e$
- Auskopplung von:  $6 \text{ MW}_{\text{th}}$
- Rauchgasreinigung:  $78.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$



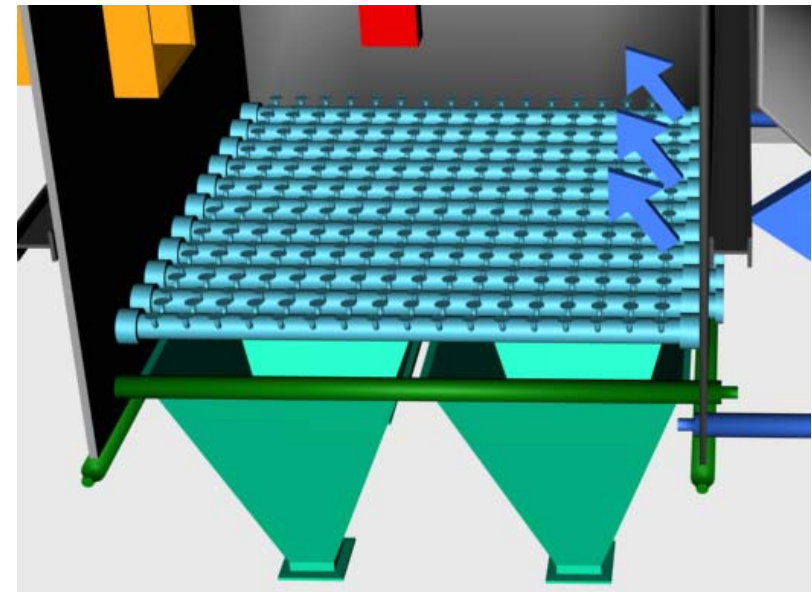
### 3. Zukünftige Entwicklungen

Einsatz von Hausmüll und Abfällen in Leistungsbereichen  $< 100\text{MW}$

Wirbelschichtanlage Niklasdorf:

#### Technische Merkmale:

- unterstöchiometrische Verbrennung im Wirbelbett
- gestufte Luftzufuhr
- Rauchgas – Rezirkulation
- stationäre Wirbelschicht



## Wirbelschichtanlage Niklasdorf:

### Technische Daten:

- Brennstoff-Wärmeleistung: max. 40 MW
- Frischdampfmenge: 25 – 52 t/h
- Frischdampfdruck: 43 bar
- Frischdampf Temperatur: 400°C
- Stromerzeugung: max. 7,5 MW
- Dampfversorgung Papierfabrik: max. 30 t/h



## Wirbelschichtanlage Niklasdorf:

### Brennstoffe:

Brennstoffmischungen (8 – 18 MJ/kg) ohne Stützbrennstoff

- RDF Fraktion aus Hausmüll
- Industrieabfälle
- Reststoffe aus der Altpapieraufbereitung
- Altholz, Abbruchholz
- Verpackungsmaterialien
- anaerob stabilisierte Klärschlämme





## Wirbelschichtanlage Niklasdorf:

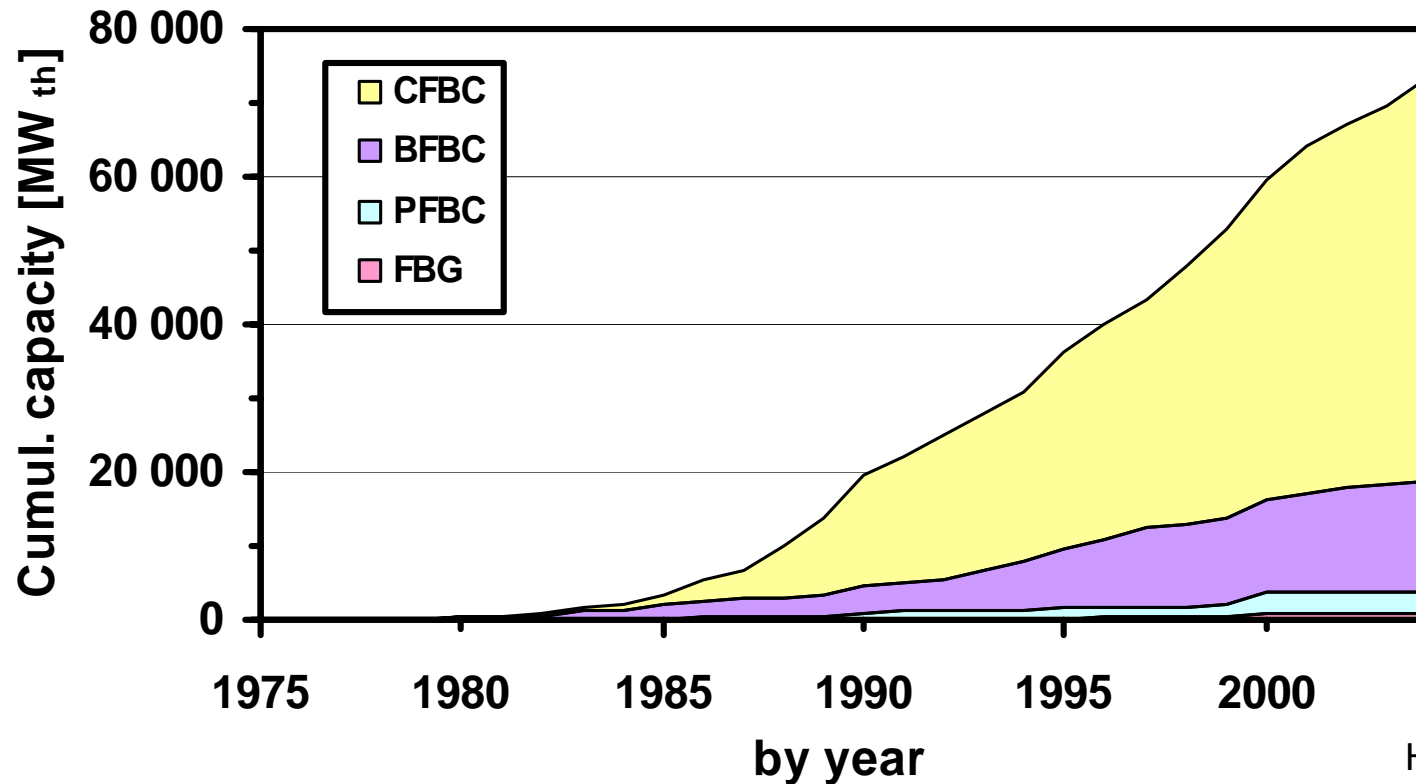
### Umwelttechnik:

- CO Grenzwert:  $< 50 \text{ mg/Nm}^3$
- unverbrannte Kohlenwasserstoffe:  $< 8 \text{ mg/Nm}^3$
- Rauchgasreinigungsanlage:
  - Zyklone
  - Gewebefilter mit Additiv-Dosierung
  - zweistufige Rauchgaswäsche
  - SCR-DeNO<sub>x</sub> Anlage



# Current Status

## Capacity of FB devices worldwide (2004)

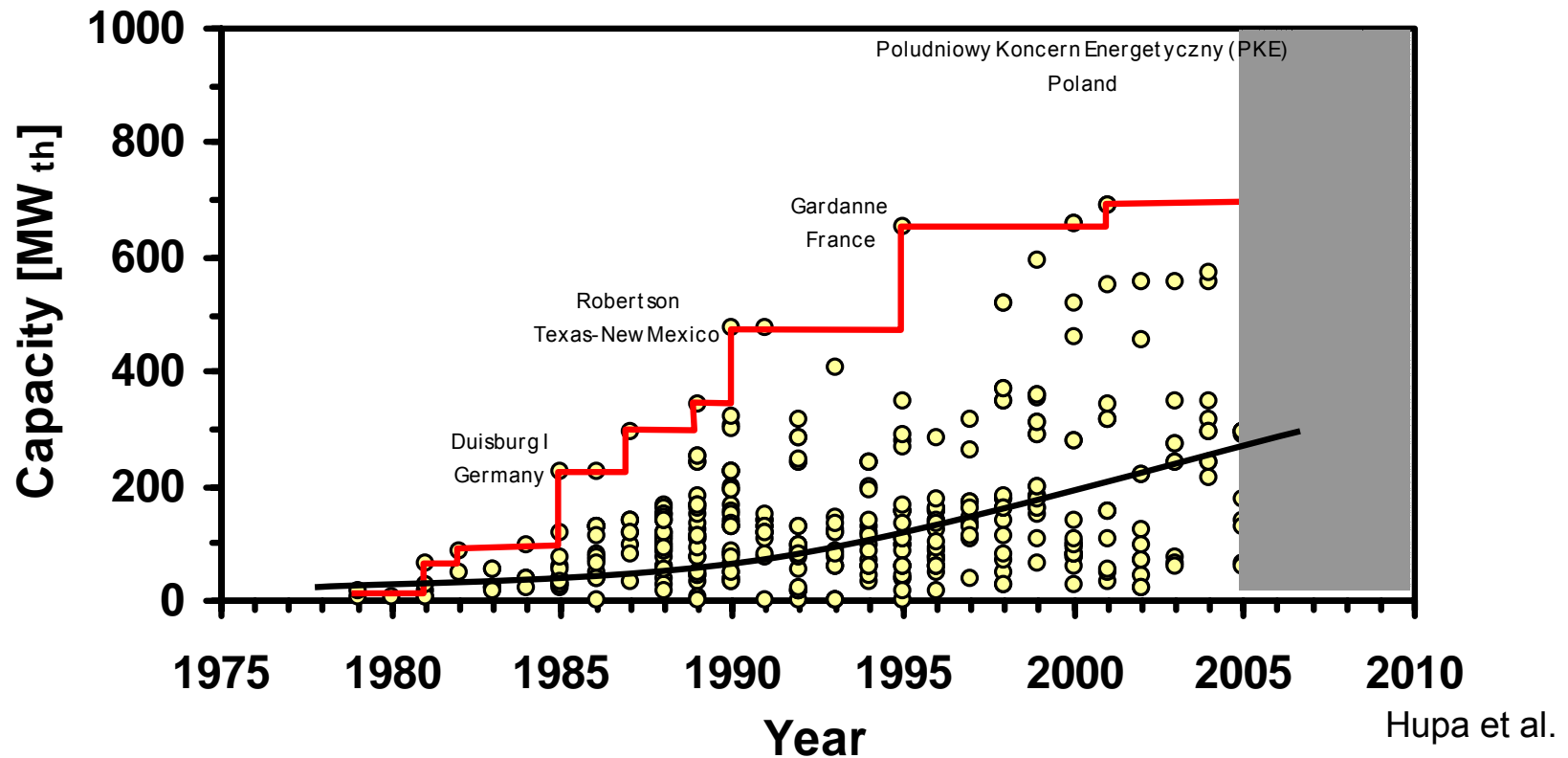


Hupa et al.



# Current Status

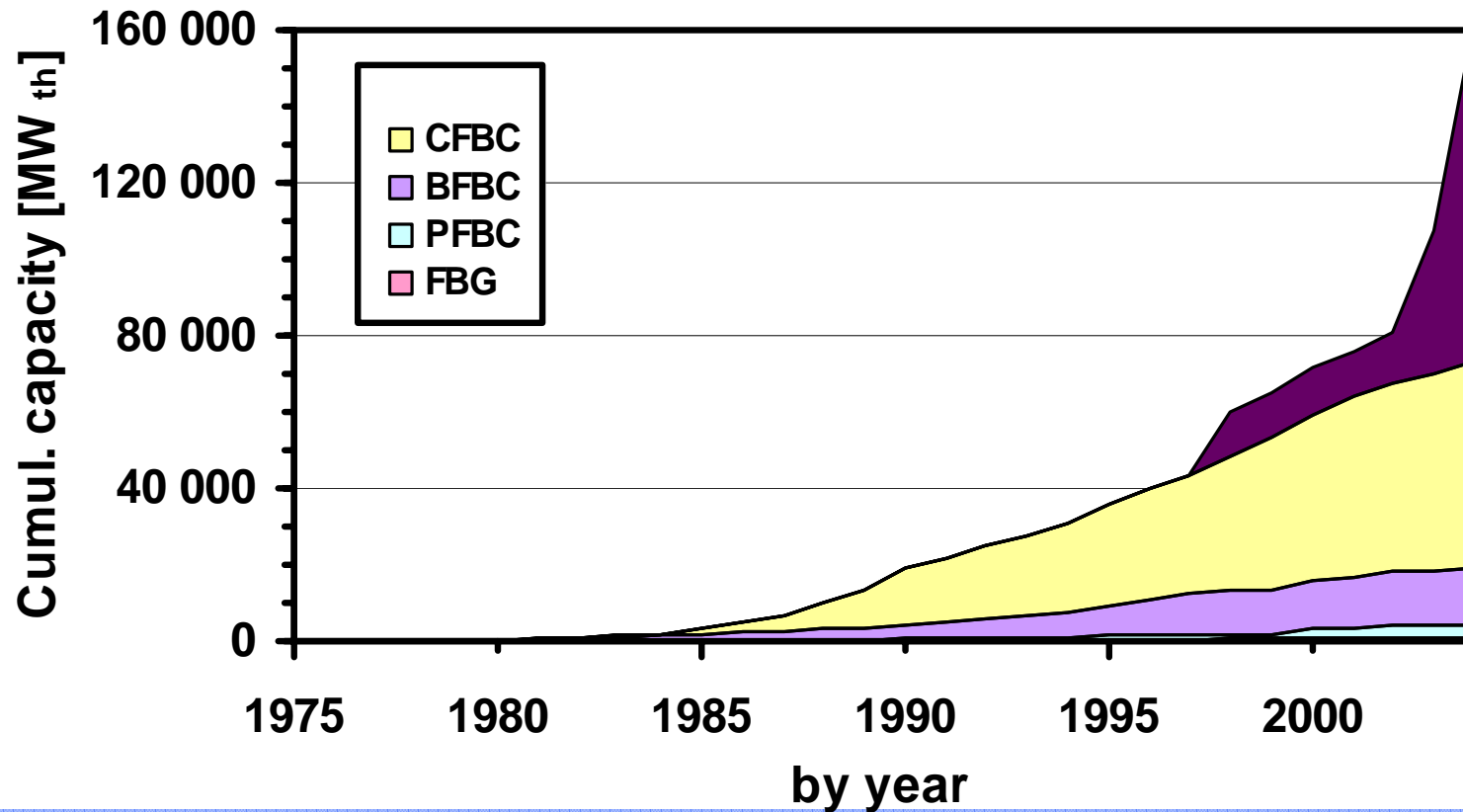
## Capacity of CFBCs worldwide (2005)





# Future Challenges

## Capacity of FB devices worldwide (2004)



Hupa et al.



# Mitverbrennung in großen Leistungsbereichen

Mitverbrennung von Biomasse, Klärschlamm, Reststoffen in großen Wirbelschichtanlagen (> 100 MW)

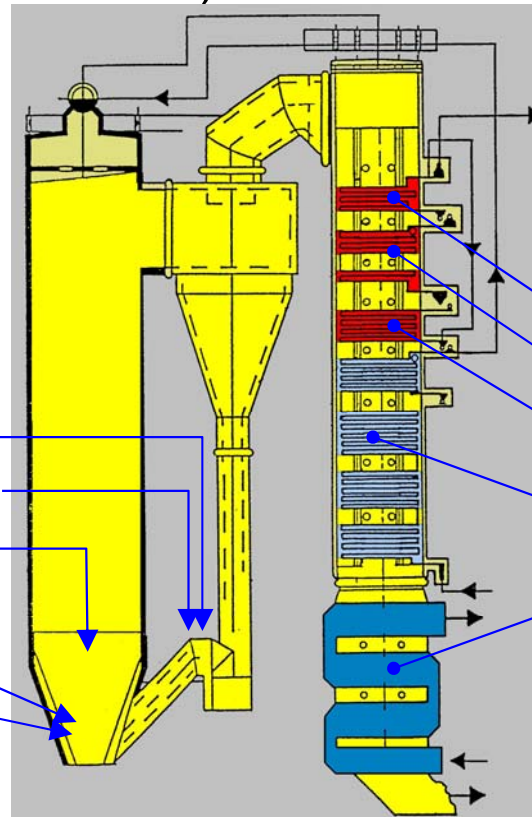
## LIGNITE FIRING CFB

Steam data :

- 77.8 kg/s
- 510 °C
- 90 bar

Fuels :

- Lignite
- Sewage sludge
- Lignite sludge
- (Demolition wood)
- RDF



Wirbelschichtanlage  
Turow, Polen

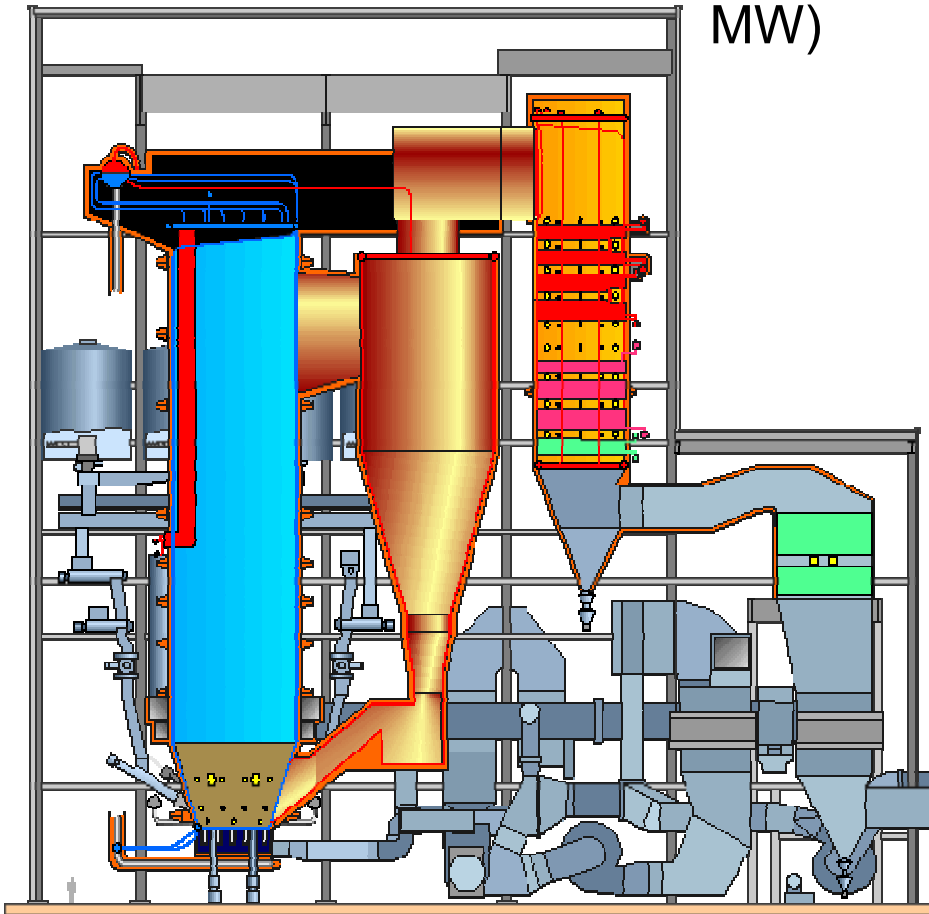
- SUPERHEATER 4
- SUPERHEATER 3
- SUPERHEATER 2
- ECONOMIZER
- AIR PREHEATER

Peltola 2004, Foster Wheeler



# Alholma Power Plant

Biomass as the main fuel in large CFBC (>100 MW)



550 MW (545 C)

Peat, Bark, Forest Residue,  
Sawdust, Coal, Oil

Boiler Efficiency 92 %

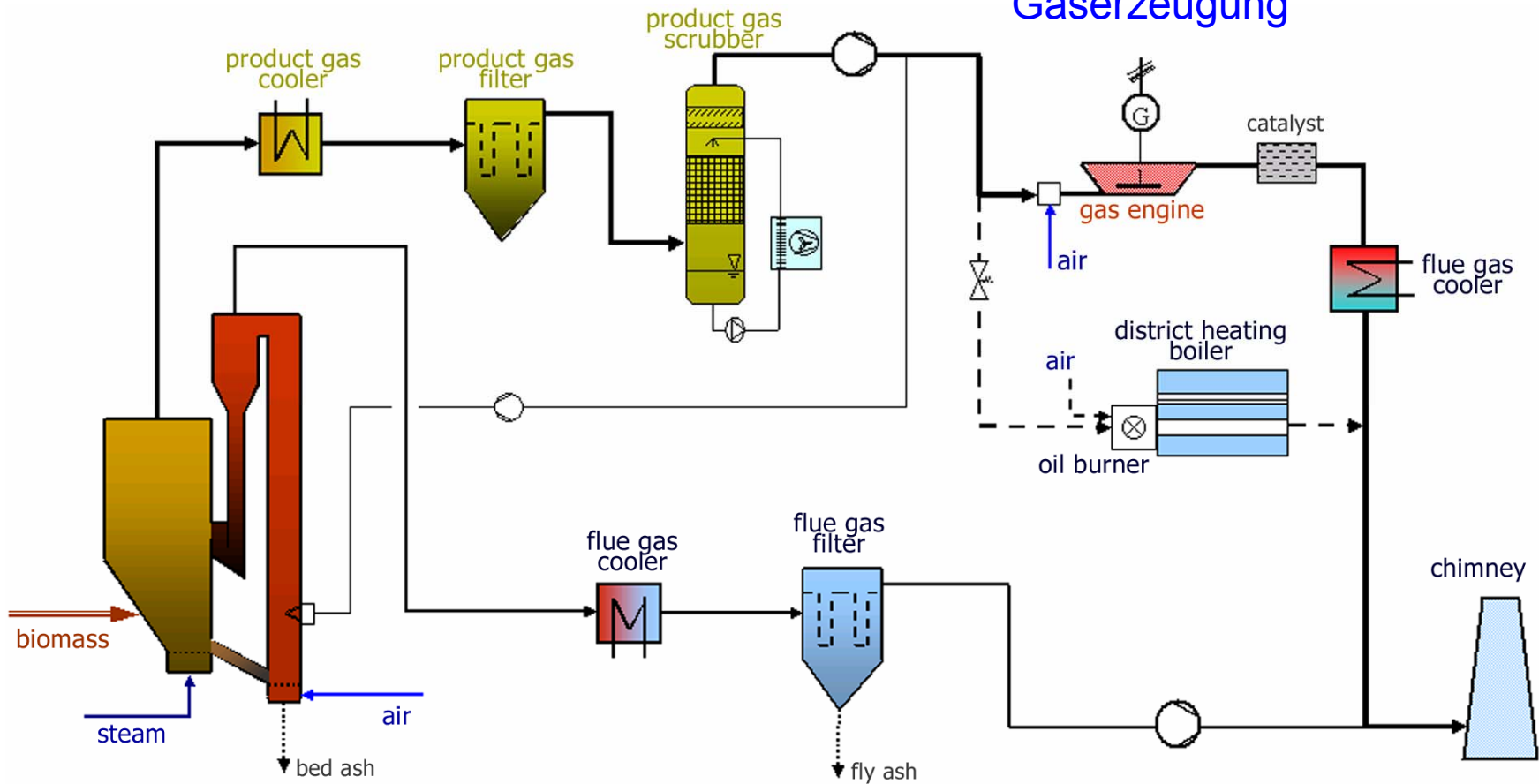
SO <sub>2</sub>	100	mg/MJ
NO <sub>x</sub>	50	mg/MJ
Particulate	30	g/m <sup>3</sup> n

Kvaerner Power Oy - 2001



# Biomasse zur Gaserzeugung

## Wirbelschichtanlage Güssing, Gaserzeugung



Hofbauer, 19. FBC 2006



# Biomasse zur Gaserzeugung

## Wirbelschichtanlage Güssing, Gaserzeugung



Hofbauer, 19. FBC 2006





## 3. Zukünftige Entwicklungen

### Einsatz von Biomasse zur Gaserzeugung



Wirbelschichtanlage  
Oberwarth  
Gaserzeugung

Aichernig 2004, Repotec



## Wirbelschichtanlage Oberwarth:

### Technische Kenndaten:

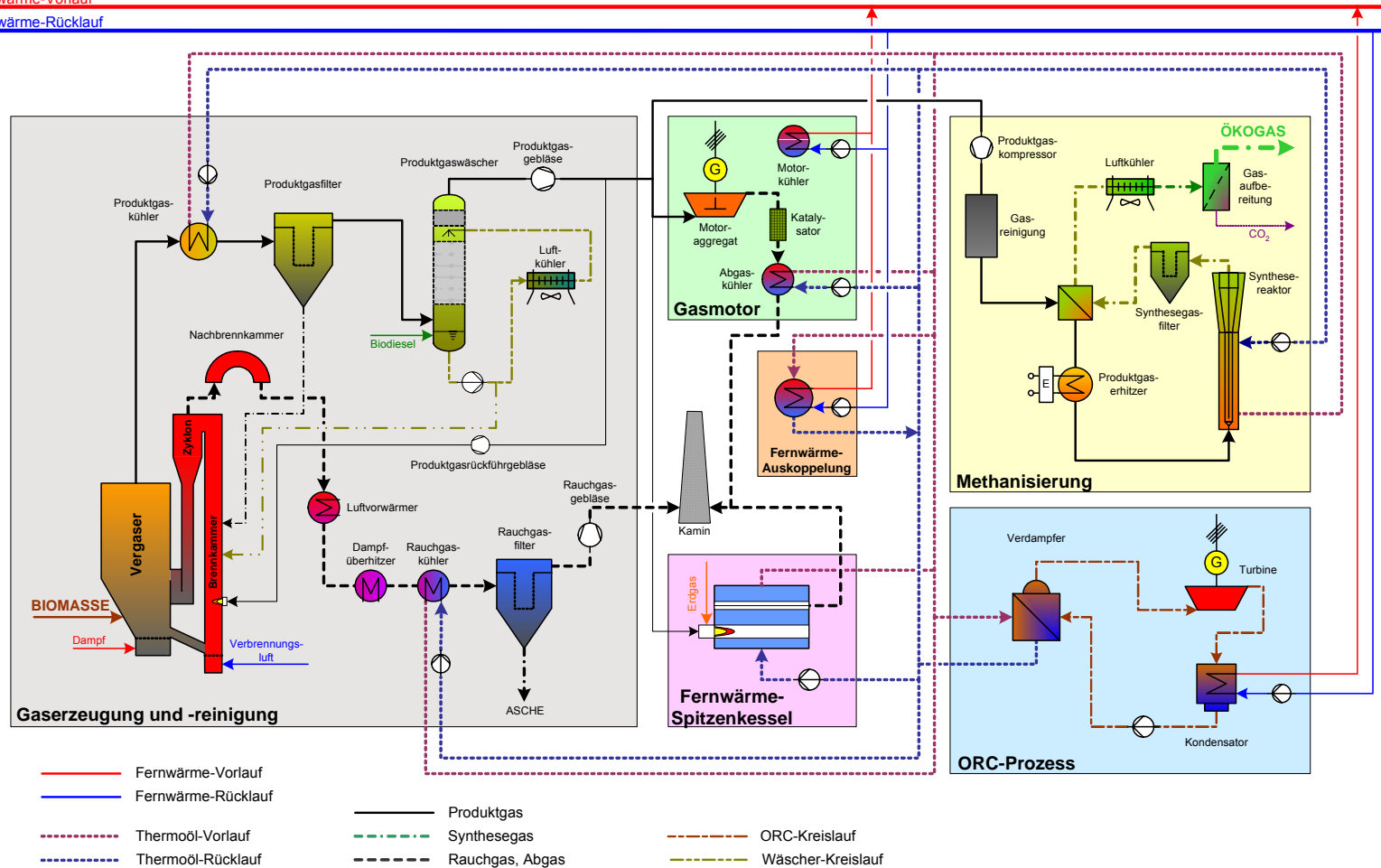
- duale Wirbelschicht (Vergasung – Verbrennung)
- Medien: Dampf und Luft
- Brennstoffwärmeleistung:  $9,6 \text{ MW}_{\text{th}}$
- Brennstoff: Waldhackgut
- Brennstoffmenge: ca. 17.500 t/Jahr
- Leistung elektrisch:  $2,4 \text{ MW}_e$  (mittels 2 Gasmotoren)
- Zusätzlich  $0,5 \text{ MW}_e$  (aus Prozeßwärme mittels ORC)
- Auskopplung von Wärme:  $4,1 \text{ MW}_{\text{th}}$
- in 2. Phase: Methanisierung für Erdgasnetz ( $100 \text{ Nm}^3/\text{h}$ )



# Wirbelschichtanlage Oberwarth:

Fernwärme-Vorlauf

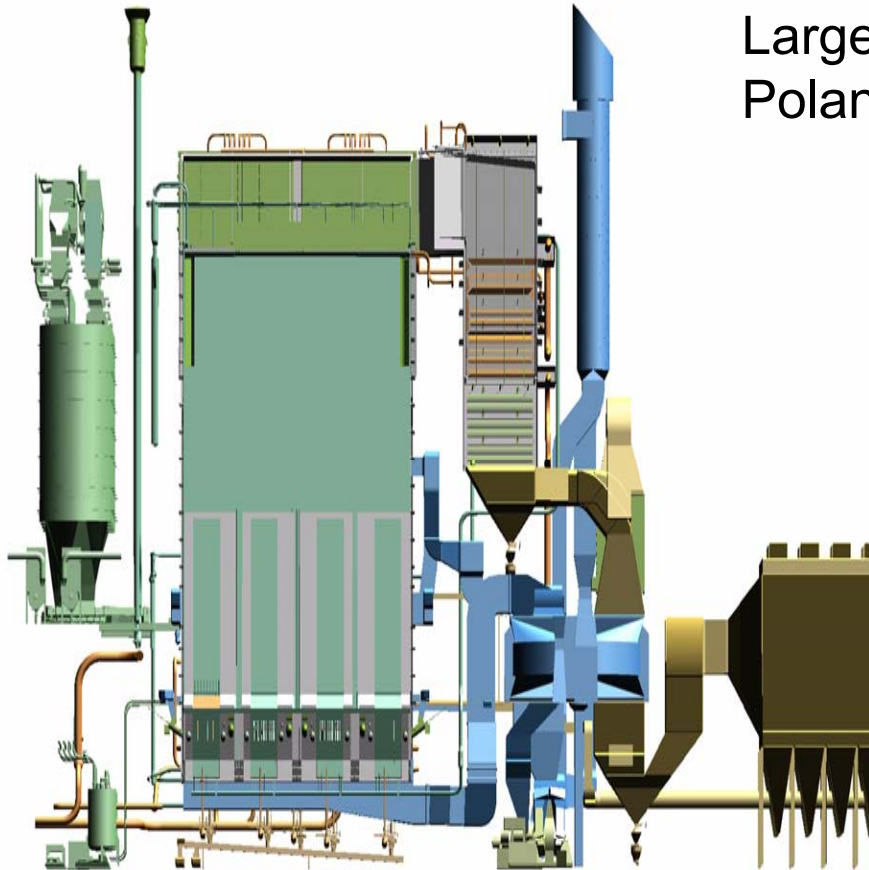
Fernwärme-Rücklauf





## Lagisza Power Plant

Largest CFBC worldwide Lagisza,  
Poland 970 MW<sub>th</sub>

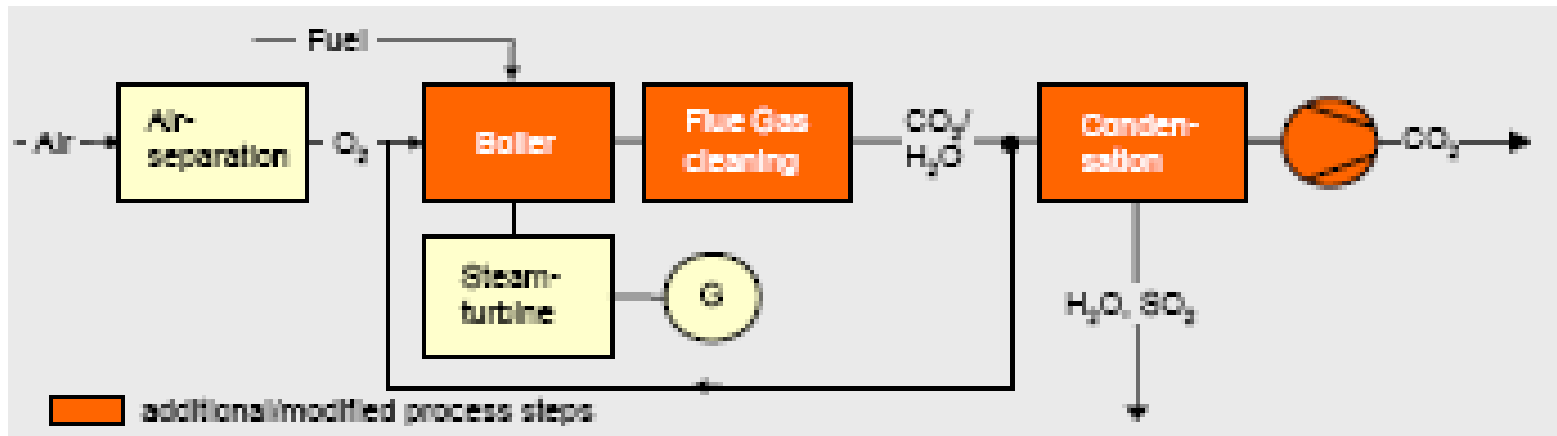


Brennstoff:  
Kohle

Peltola 2004,  
Foster Wheeler



## New Concepts: Oxyfuel Combustion



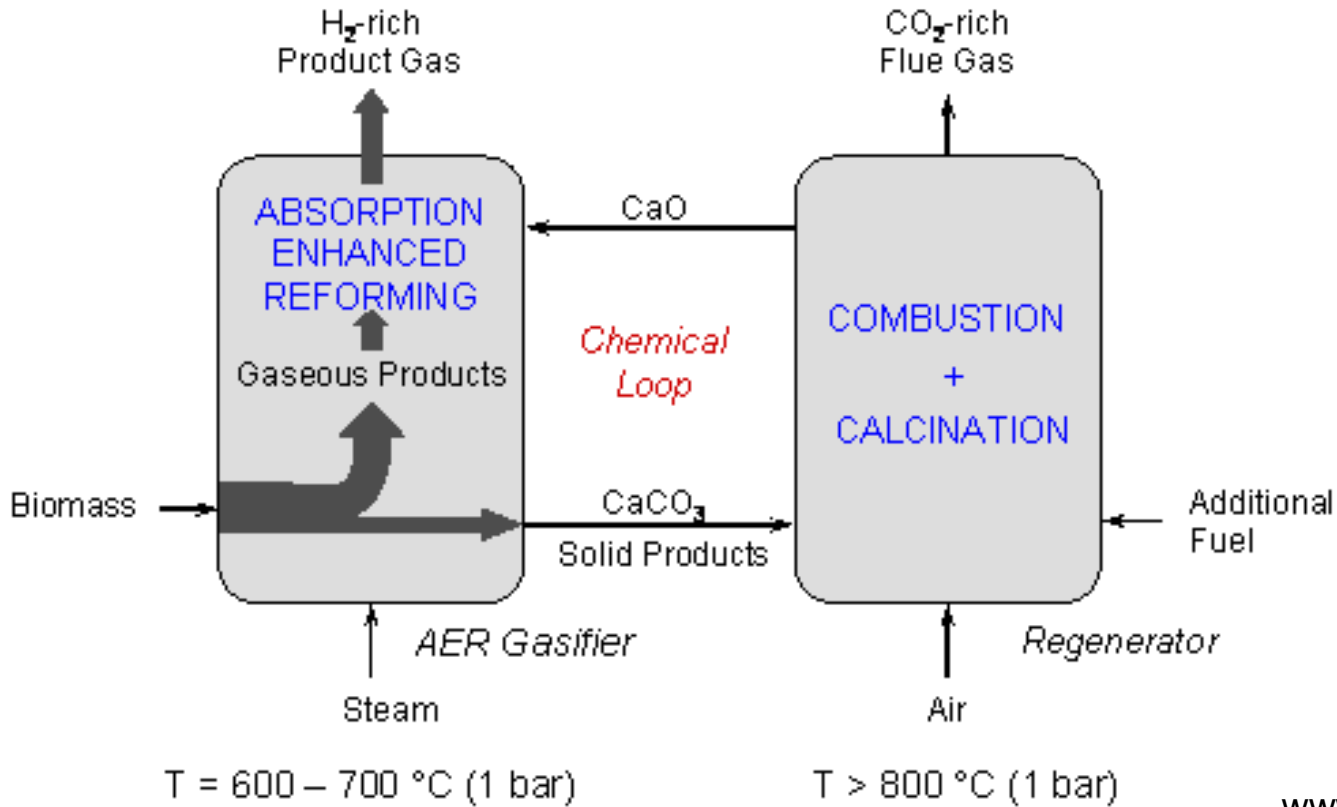
Scheffknecht  
VDI-EVT, 2007

### CO<sub>2</sub>-Abscheidung mit dem Oxyfuel-Prozess

Charakteristikum: Setzt den hohen Stand der Dampfkraftwerkstechnologie weitestgehend um



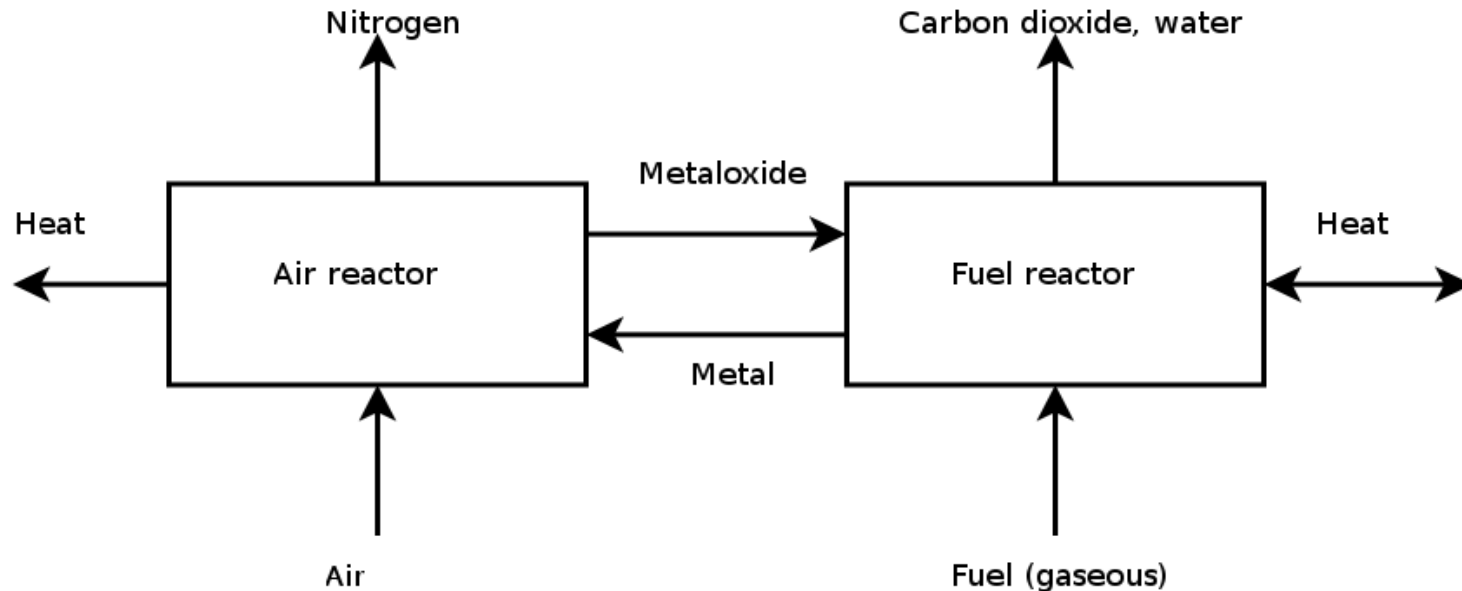
# New Concepts: Absorption Enhanced Reforming, AER



[www.aer-gas.de](http://www.aer-gas.de)

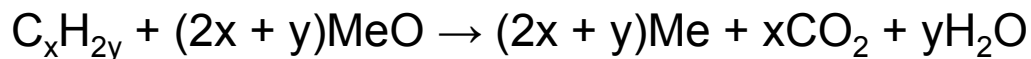


# New Concepts: Chemical Looping Combustion, CLC

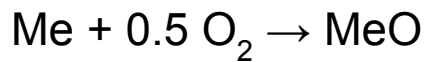


## Prozess Principle:

Heterogeneous fuel-metal oxide reaction in the fuel reactor:



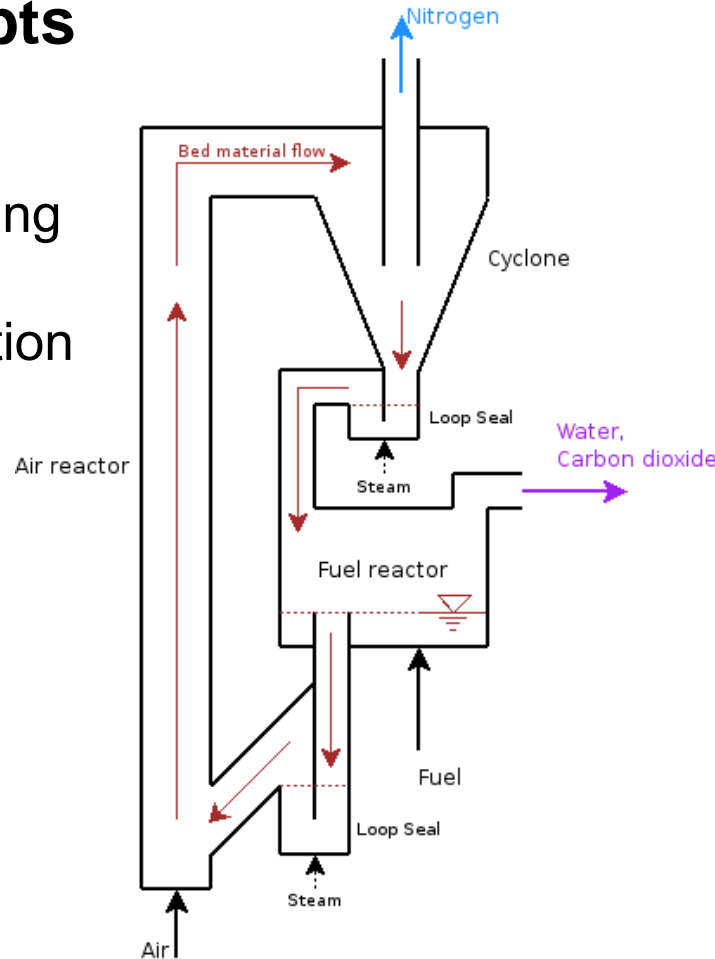
Regeneration of the metal oxide in the air reactor:





# New Concepts

## Chemical Looping Combustion for CO<sub>2</sub> separation



(Graphics: A. Lyngfelt, Chalmers University of Technology, GRACE)







## Gründe für den Einsatz von Wirbelschichttechnik:

- Effiziente Nutzung interner Produktionsrückstände (vor allem Brennstoffmix) für Wärme & Strom
- Nutzung schwieriger Brennstoffe (z.B. geringe Heizwerte, hoher Ascheanteil, Schwankungen der Brennstoffqualität, Feuchte)
- hoher Feuerraumwirkungsgrad, Ausbrand
- Reduktion von Deponieabfällen
- geringe Emissionen (z.B. kein thermisches NO<sub>x</sub>, in-situ Entschwefelung)
- Einsatz erneuerbarer Energieträger, dadurch CO<sub>2</sub> Reduktion, Reduktion fossiler Energieträger
- Neue Konzepte realisierbar mit Wirbelschichttechnologie
- Beitrag zur CO<sub>2</sub> Einsparung Österreichs



## 4. Zusammenfassung

- Aufgrund der Vorteile von Wirbelschichtfeuerungsanlagen wird ein breiter Brennstoffmix eingesetzt. Auch schwierige Brennstoffe können effizient genutzt werden.
- Die Wirbelschichttechnologie hat kein thermisches NO<sub>x</sub> und ermöglicht in-situ Entschwefelung
- Einsatz von Biomasse in kleinen Leistungsbereichen (< 50 MW)
- Einsatz von Hausmüll und Abfällen in Leistungsbereichen < 100MW
- Mitverbrennung von Biomasse, Klärschlamm, Reststoffen in großen Wirbelschichtanlagen (> 100 MW)



## 4. Zusammenfassung

- Scale-Up bis 1000 MW<sub>th</sub> mit hohen Wirkungsgraden, exzellente Dampfparameter (überkritisch)
- hoher Ausbau der Kapazitäten mit Wirbelschichttechnologie (vor allem in Asien), eine Verdoppelung in den nächsten Jahren wird erwartet!
- Einsatz von Biomasse zur Gaserzeugung
- Neue Konzepte mit Wirbelschichttechnologie in Entwicklung (Oxyfuel Combustion, AER, Chemical Looping Combustion)



## Nächste Events:

30. – 31. October 2007, IEA – FBC  
Meeting, Paris

Internationale Wirbelschichtkonferenz:  
CFB-2008: Mai 2008 in Hamburg-Harburg



**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Homepage der IEA-FBC Gruppe:  
<http://www.iea.org/tech/fbc/index.html>**