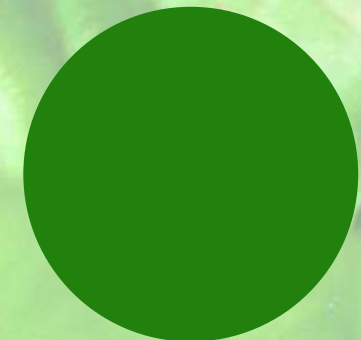




# Filtertechniken zur sauberen Verbrennung in der Praxis – eine Übersicht

Dipl.-Ing. Gábor Nemes  
Landwirtschaftszentrum  
Haus Düsse,  
26. Februar 2009

**Zukunft**  
auf den Punkt gebracht





# Eine erfolgreiche Unternehmensentwicklung



**1979**  
Gründung des Ingenieurbüro Klaus Seeger.

**1990**  
Grundstein der Nachfolgeregelung, Thomas Krause wird Partner.

**1993**  
Wandlung der Seeger-Krause GbR in die SEEGER ENGINEERING GmbH.

**2000**  
Die SEEGER ENGINEERING GmbH wird in eine Aktiengesellschaft umgewandelt.

**2003**  
Vollendung der Nachfolgeregelung, Frank Huckschlag wird Partner.

**Zukunft**  
Wachstum und Internationalisierung



Aufsichtsrat:  
v. l. n. r. Klaus Seeger, Erich Klebe, Werner Schauerte, Thomas Reimann, Günther Cramer und Manfred Käser



Vorstände:  
v. l. n. r. Frank Huckschlag, Thomas Krause und Dr. Gregor Rinke





# Seeger Engineering AG



**Seit über 30 Jahren**

**Projektentwicklung - Projektmanagement - Projektabwicklung**

## Tätigkeitsfelder:

**Biomasse - Heizkraftwerke (KWK)**

**Biomasse - Heizwerke**

**Brennstoffproduktionsanlagen**

**Dezentrale Energiesysteme**

Nahwärmesysteme

Belüftungssysteme

Pelletierungsanlagen und  
Spänetrockner

Biogasanlagen

Absauganlagen

Technische Gebäudeausrüstung

Förderer und Zerkleinerer

Ersatzbrennstoffe



## Leistungsspektrum:

Grundlagenermittlung

Machbarkeitsstudie

Vorplanung

Entwurfsplanung

Genehmigungsplanung

Ausführungsplanung

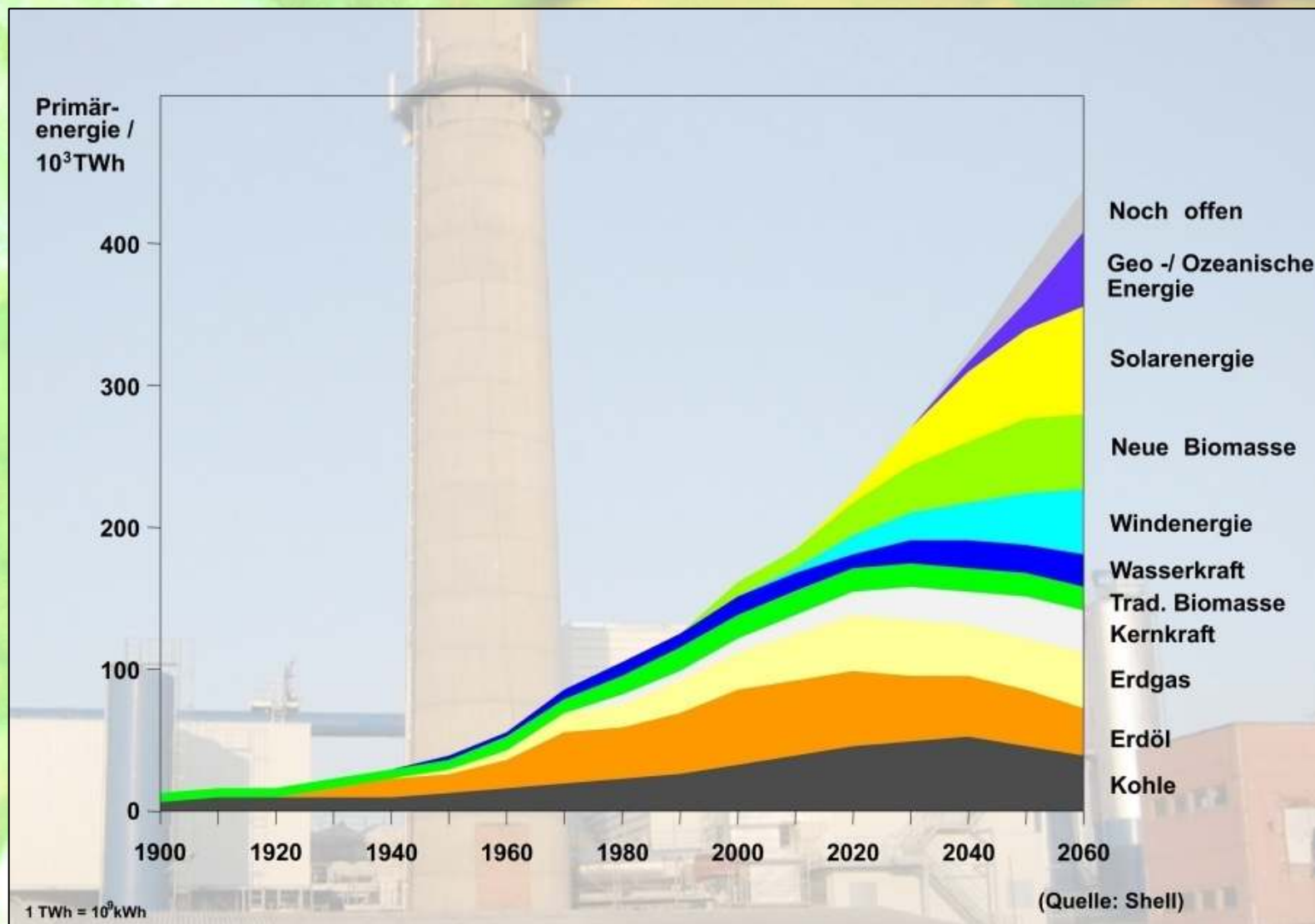
Vorbereitung der Vergabe

Mitwirkung bei der Vergabe

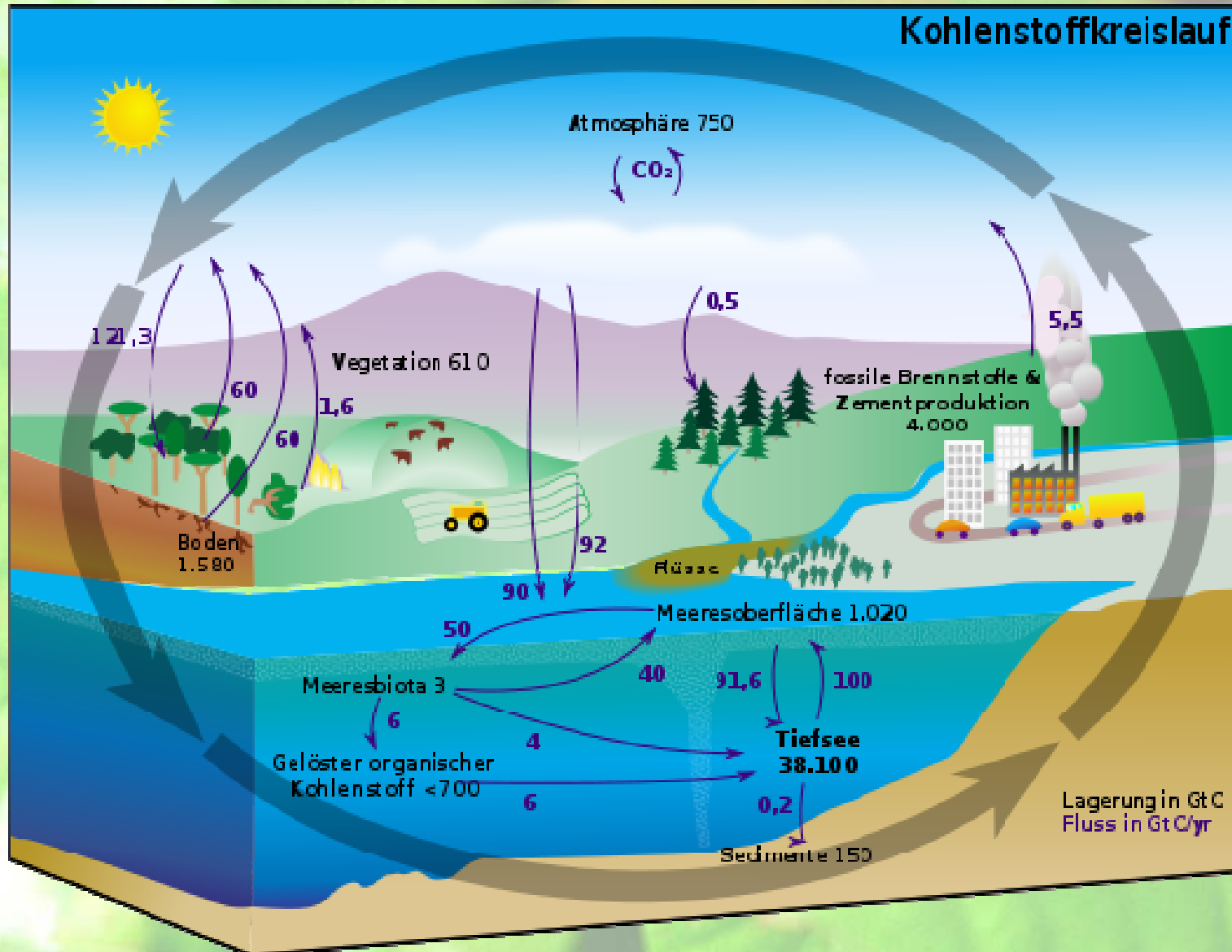
Oblektüberwachung  
(Bauüberwachung)

Objektbetreuung und  
Dokumentation

# Weltenergiebedarf bis 2060



# Klimaschutz – Globale Erwärmung





# Bestimmung der Filtertechnik

Naturbelassenes Holz							
Holz gestrichen, lackiert, beschichtet, Sperrholz, Spanlatten, Faserplatten sowie deren Reste ohne halogenorg. Beschichtungen und Holzschutzmittel <sup>a</sup>	1. BlmSchV		TA Luft		13. BlmSchV		
Stroh oder ähnliche pflanzliche Stoffe							
Holz oder Holzwerkstoffe mit halogenorganischen Beschichtungen			17. BlmSchV				
Holz oder Holzwerkstoffe mit Holzschutzmittel			17. BlmSchV				
Feuerungswärmeleistung (MW)	0,015	0,05	0,1	1	10	50	100
Einsatz nicht zulässig							
<sup>a</sup> unter 1 MW nur zulässig in Betrieben der holzbe- und -verarbeitenden Industrie							

# Emissionsgrenzwerte am Beispiel: naturbelassenes Holz

Anlagengröße	relevante Vorschrift	Bezugs- sauerstoff Vol. %	Emissionsgrenzwerte				
			CO g/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	<b>Staub</b> mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	Ges.-C mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	NO <sub>x</sub> mg/m <sup>3</sup> <sub>n</sub>	SO <sub>2</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



# Technologien zur Staubreduktion

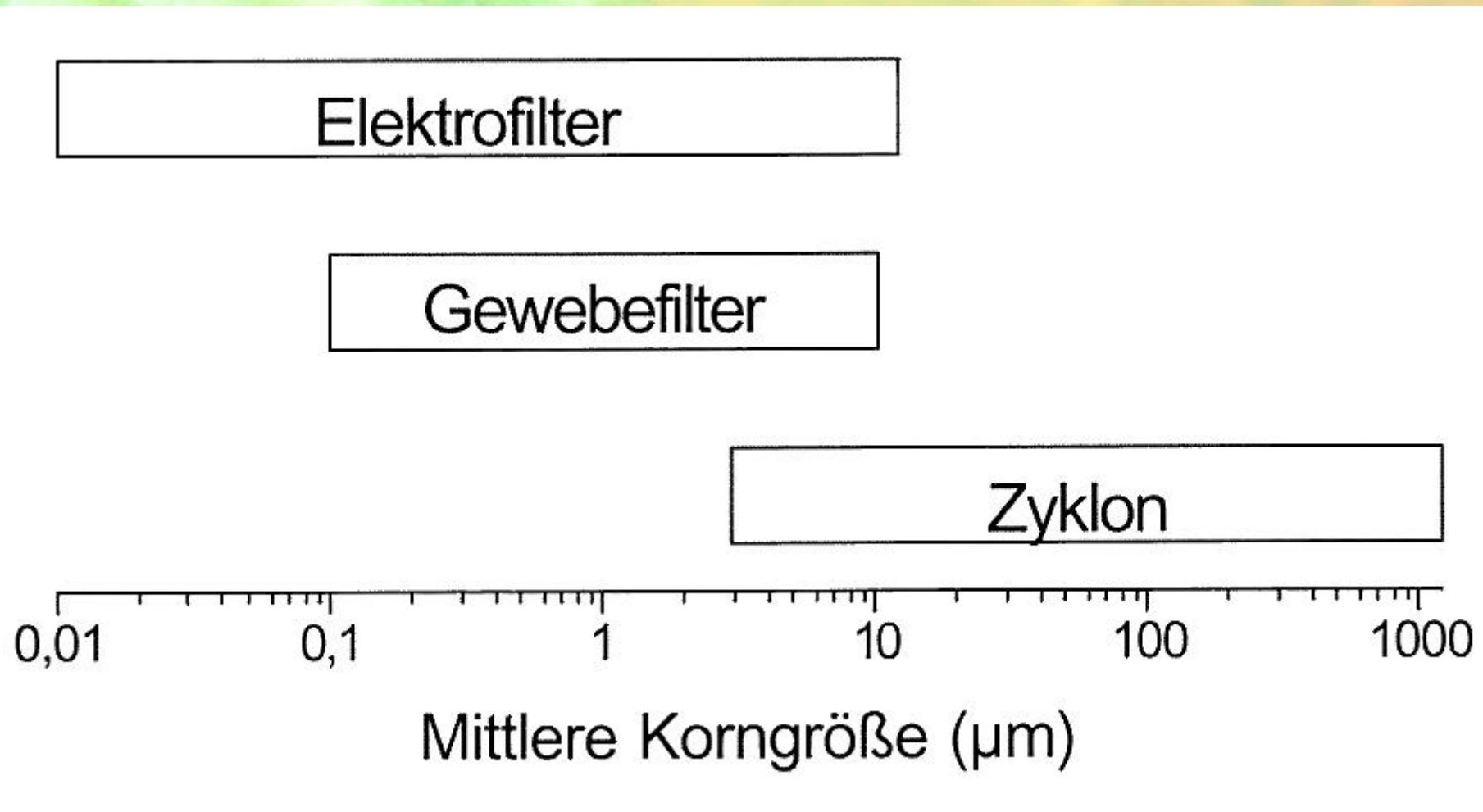
- Absetzkammer (Gravitationsprinzip)
- Zyklon (Fliehkraftprinzip)
- Gewebefilter (Filterprinzip)
- Elektrofilter (elektrostatische Abscheidung)
- Rauchgaswäscher (Gaswäsche)
- Rauchgaskondensation (Kondensation)



# Technologien zur HCl- und NO<sub>x</sub>- Reduktion

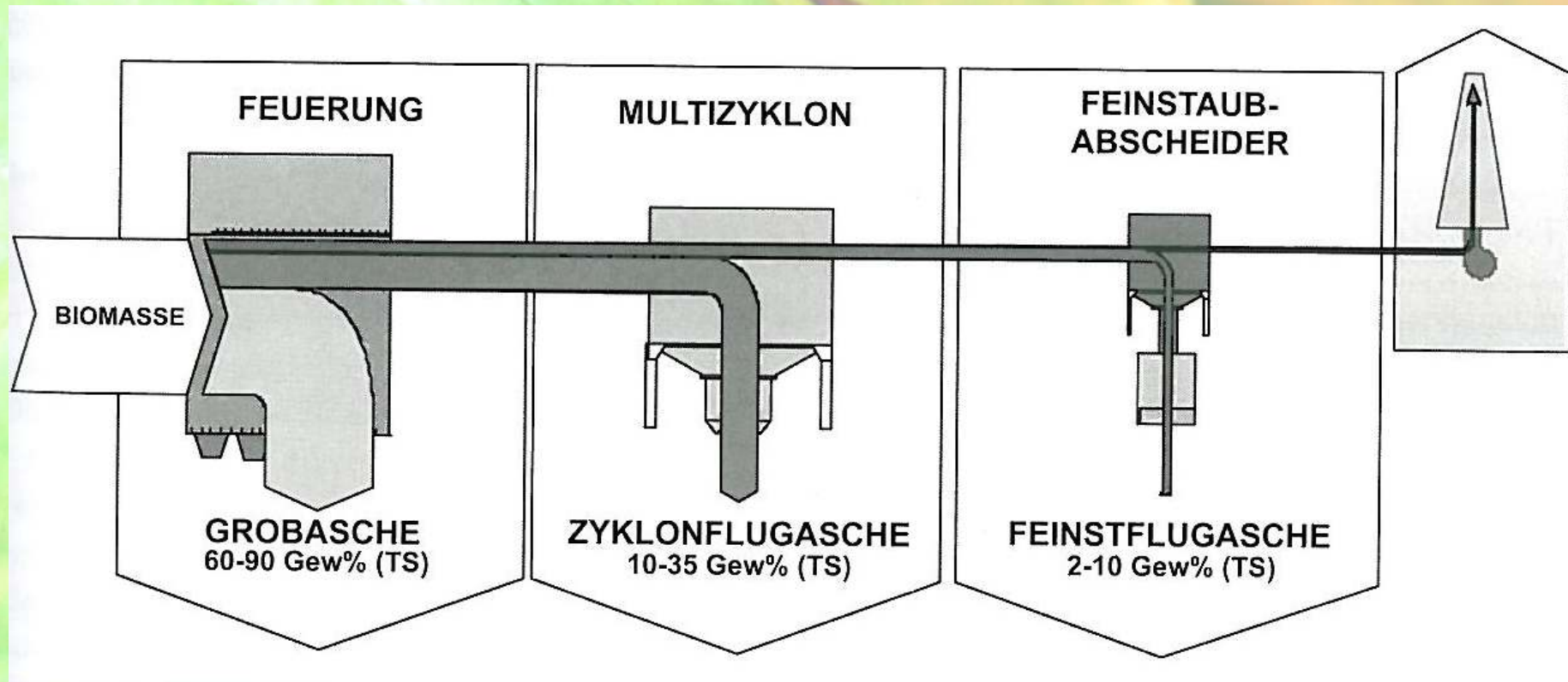
- Rauchgaswäscher (HCl- Reduktion)
- Trockensorption (HCl- Reduktion)
- SNCR Verfahren (NO<sub>x</sub>- Reduktion)
- SCR Verfahren (NO<sub>x</sub>- Reduktion)

# Filterbereiche unterschiedlicher Verfahren Zur Staubabscheidung

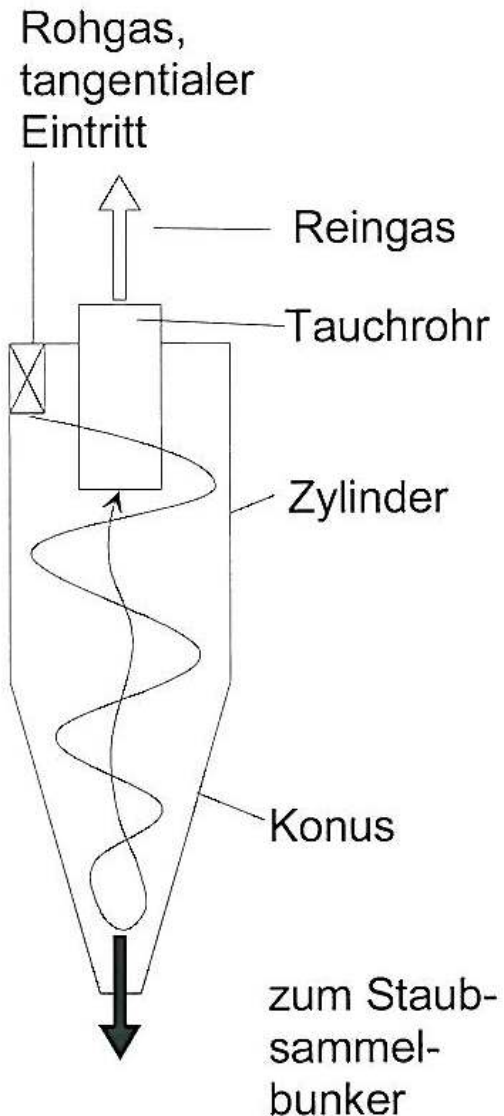




# Ascheoutput - Staubemissionen einer Holzverbrennungsanlage



# Zyklonabscheider

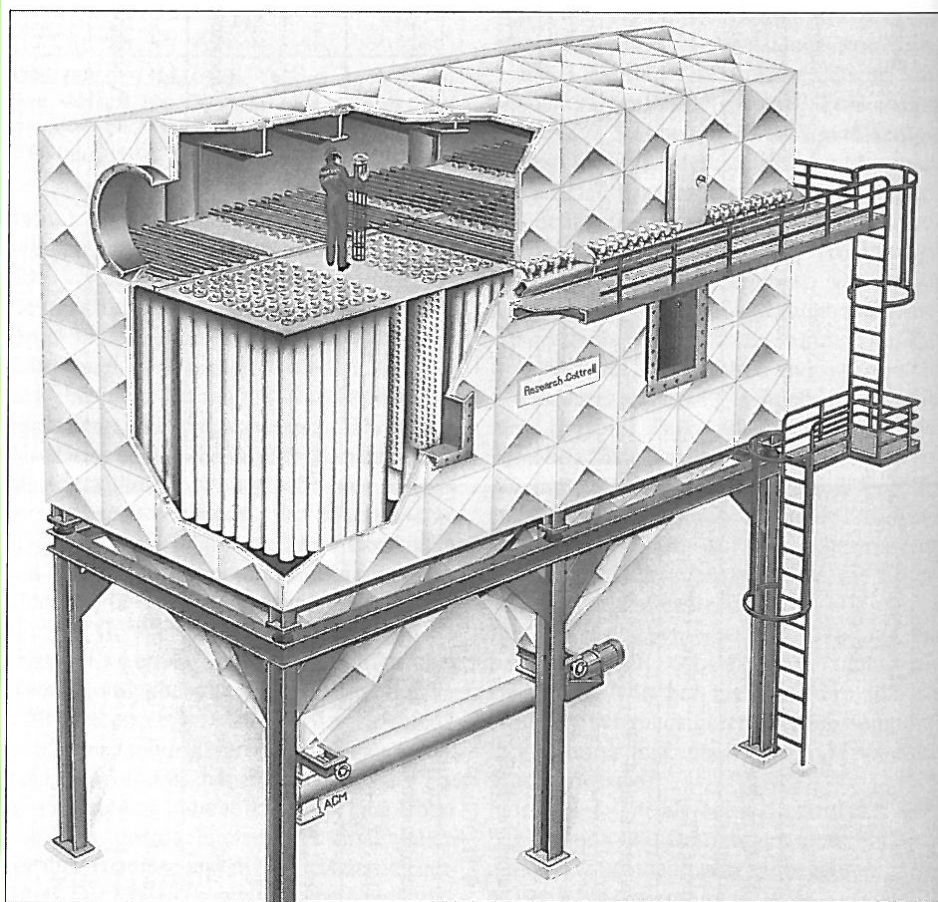


- Abscheidegrad:  
85 - 95%
- Gasgeschwindigkeit:  
15 - 25 m/s
- Druckverlust:  
6 - 15 mbar
- Energiebedarf:  
0,30 - 0,65 kWh/1.000 Nm<sup>3</sup>
- Druckbereich:  
0,01 - 100 bar
- Temperaturbereich:  
bis 1.000 °C
- Reingasstaubgehalt nach  
Abscheider:  
<100 – 150 mg/Nm<sup>3</sup>

Quelle: FNR



# Gewebefilter



- Häufigste Bauweise:  
Schlauchfilter  
(poröses Filtermedium)
- Abscheidegrad:  
99 - 99,9%
- Gasgeschwindigkeit:  
0,5 - 5,0 m/s
- Druckverlust:  
5 - 20 mbar
- Energiebedarf:  
0,75 - 1,90 kWh/1.000 Nm<sup>3</sup>
- Lebensdauer Schläuche:  
8.000 - 20.000 h<sub>B</sub>
- Temperaturbereich:  
bis 150 - 250 °C
- Reingasstaubgehalt nach  
Abscheider:  
<1 - 10 mg/Nm<sup>3</sup>

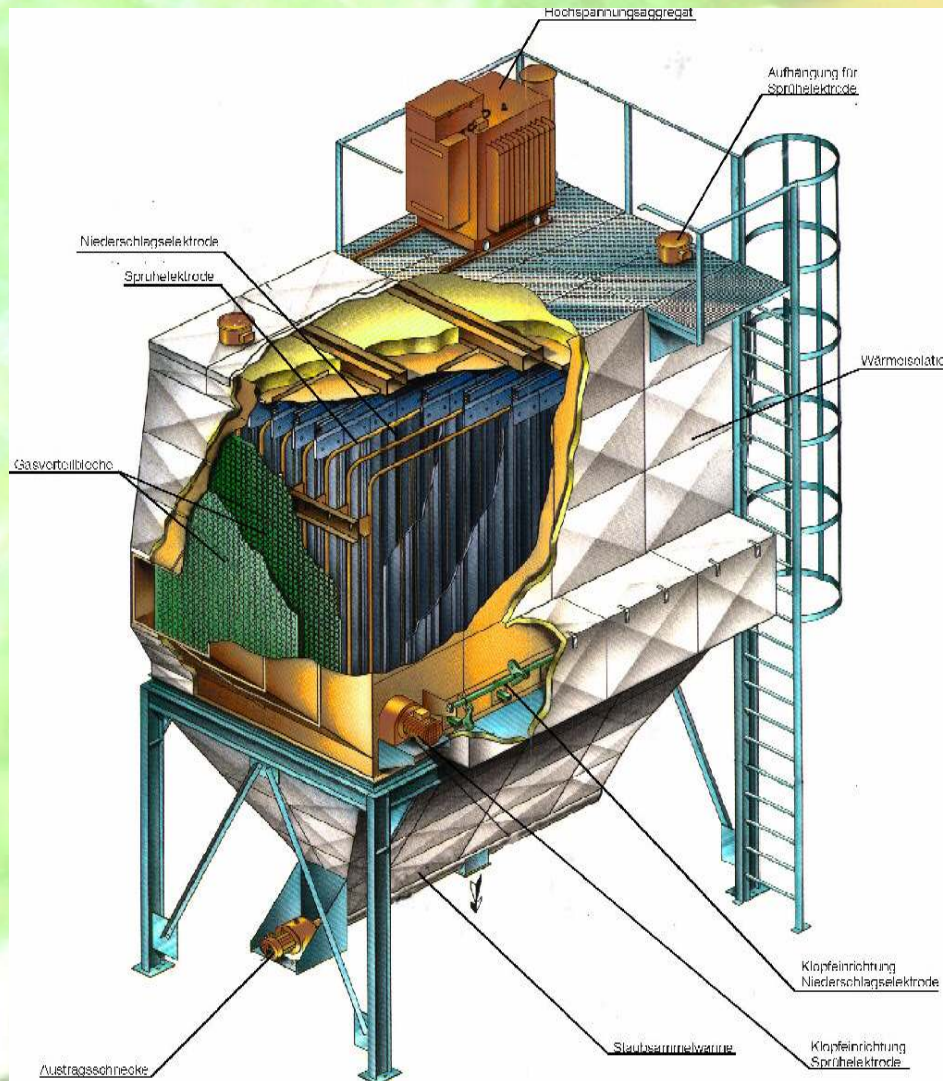


# Gewebefilter





# Elektrofilter



- Abscheidegrad: 99 - 99,9%
- Gasgeschwindigkeit: 5 - 2,0 m/s
- Druckverlust: 1,5 - 3 mbar
- Energiebedarf: 0,26 - 1,96 kWh/1.000 Nm<sup>3</sup>
- Temperaturbereich: bis 130 - 420 °C
- Reingasstaubgehalt nach Abscheider: <10 - 20 mg/Nm<sup>3</sup>

# Elektrofilter und Zyklonabscheider





# Standard - Elektrofilter



## *Technische Daten:*

- Rauchgasmenge:  
15.000 – 300.000 Bm<sup>3</sup>/h
- Temperatur:  
130 - 420 °C
- HS-Gerät:  
70 - 110 kV / 150 - 2000 mA
- V im elektr. Feld:  
0,6 – 1,5 m/s
- Verweilzeit im elektr. Feld:  
6 – 18 s
- Abscheidegrad:  
90 – 99,8 %
- Messergebnisse Staub:  
< 20 - 10 mg/Nm<sup>3</sup>
- Fixpreise von:  
€ 120.000€ - 1.250.000€

# Klein - Elektrofilter



## *Technische Daten:*

- Bauhöhe 3 - 6,5 m
- Aufstellung im Kesselhaus
- Für Kesselanlagen mit Feuerungswärmeleistung:  
1 - 2,5 MW
- 5 Baugrößen für:  
3.000 – 12.000 Bm<sup>3</sup>/h
- Fixpreise von:  
64.000€ - 110.000€  
je nach Ausstattung



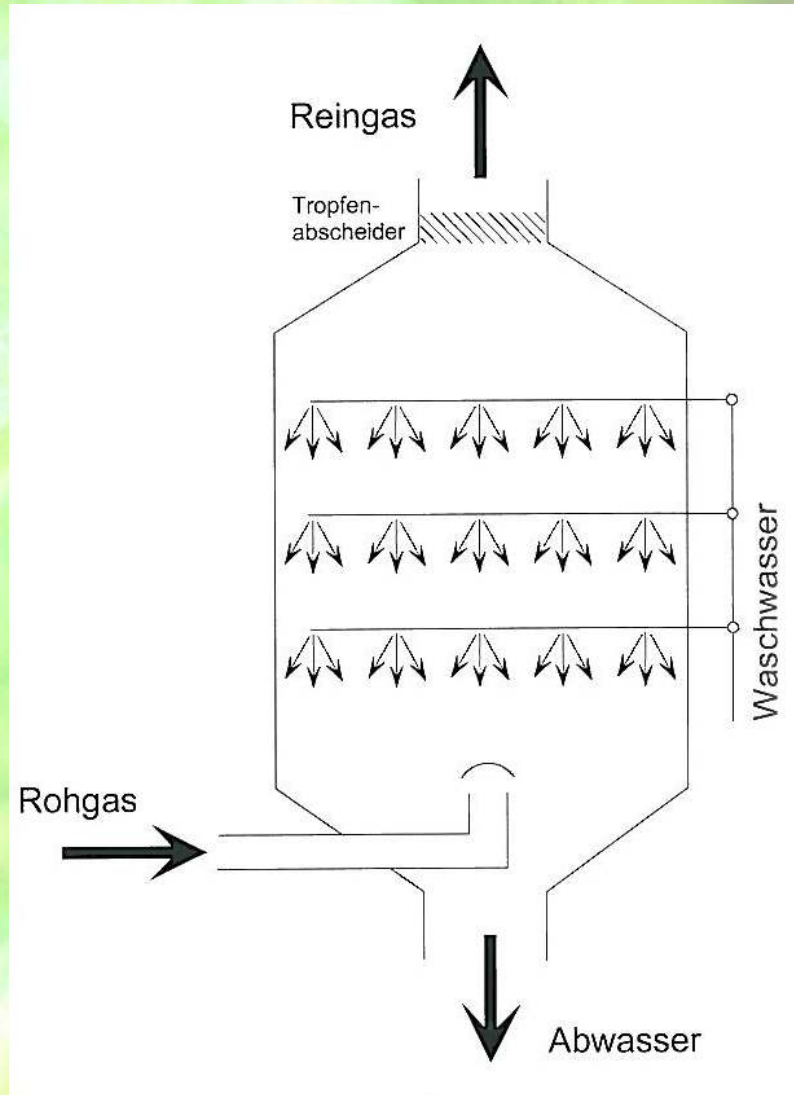
# Klein - Elektrofilter



## *Technische Daten:*

- Rauchgasmenge:  
900 – 3.800 Bm<sup>3</sup>/h
- Temperatur:  
130 - 320 °C
- Für Kesselanlagen mit  
Feuerungswärmeleistung:  
0,2 - 1 MW
- V im elektr. Feld:  
0,4 – 0,8 m/s
- Verweilzeit im elektr. Feld:  
3 – 10 s
- Abscheidegrad:  
80 – 95 %
- Messergebnisse Staub:  
< 50 -10 mg/Nm<sup>3</sup>
- Fixpreise von:  
42.000€ - 58.000€

# Rauchgaswäscher / Rauchgaskondensation



Quelle: FNR

## Rauchgaswäscher:

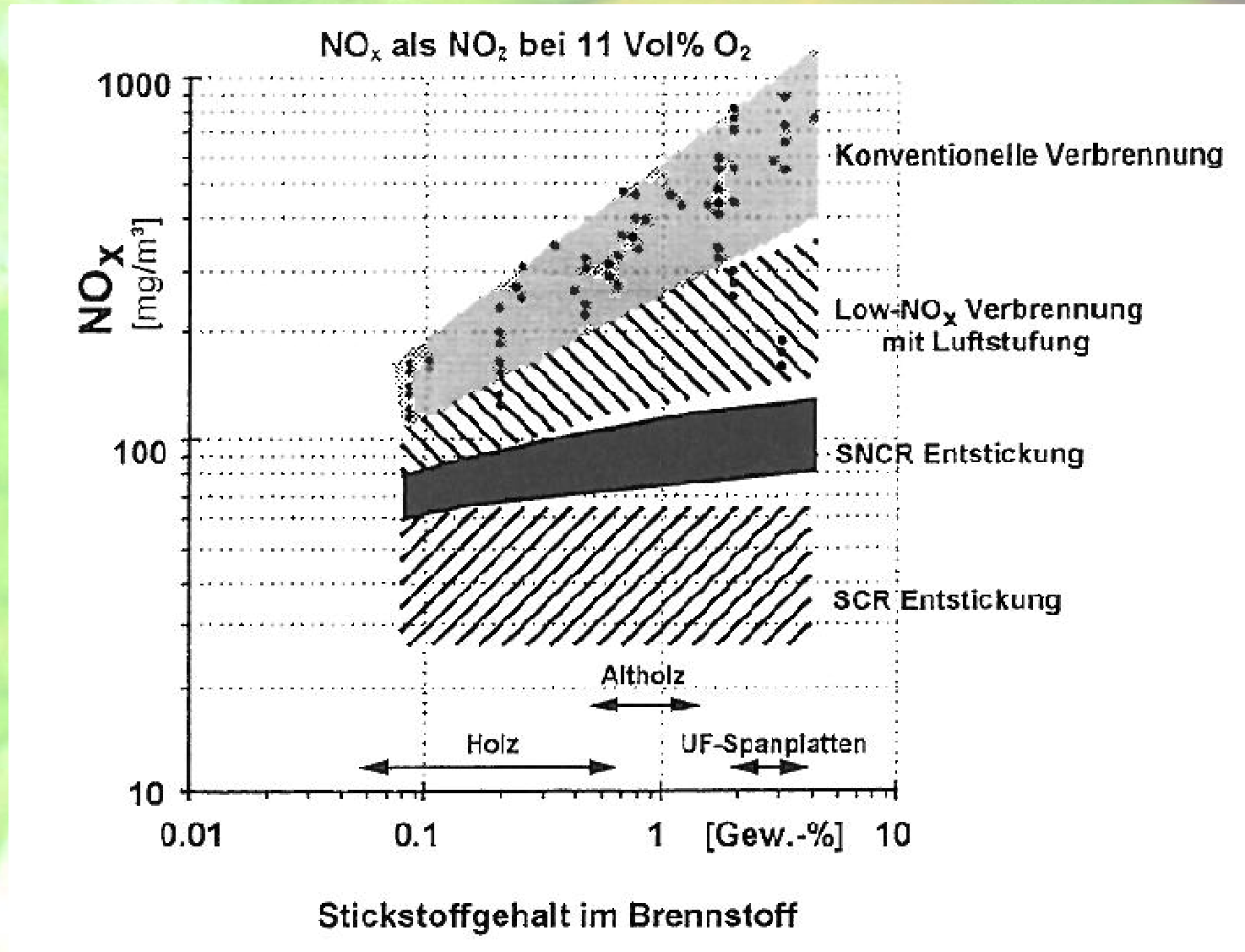
- Wassereindüsung
- Einsatz von alkalischen Zusätzen bei HCl und SO<sub>2</sub>
- Waschturm / Rotationswäscher / Wirbelwäscher / Venturiwäscher
- Abwasser!

## Rauchgaskondensation:

- Bei feuchten Brennstoffen
- Bei niedrigen Rücklauftemperaturen
- Zusätzliche Wärmerückgewinnung
- Staubabscheidung an den WT-Flächen: bis zu 40 mg/Nm<sup>3</sup>
- Aufwendig und Teuer
- Abwasser!



# NO<sub>x</sub>- Reduktion



# Cl- Emissionen - Trockensorption

- Einsatz besser geeignet bei Gewebefiltern
- Bei einem Elektrofilter: Reaktionskammer erforderlich
- Zugabe von  $\text{CaOH}_2$
- Abscheidegrad: 90%



# Resümee

- Der Bedarf an Energieerzeugung wird in Zukunft weltweit steigen
- Die Anzahl dezentraler Energieerzeugungsanlagen wird steigen
- An Filteranlagen werden höhere Anforderungen gestellt unter Berücksichtigung der Feinstaubproblematik
- Technisch ausgereifte Filteranlagen erreichen schon heute Staubwerte  $< 10 \text{ mg/Nm}^3$
- Einsatz von homogenem Brennstoff; nur regelmäßig überwachte und gewartete Filteranlagen gewährleisten einen störungsfreien Betrieb

**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit!**



**Zukunft**  
auf den Punkt gebracht

