

SPEZIALISTEN FÜR HEIßGASFILTRATION
Keramikfiltertechnologie | Einhaltung. Schutz. Rückgewinnung.

Katalytische Heißgasfiltration

Catalytic Ceramic Filter (CCF) Technology for Hot Gas Filtration (HGF)

Tim Benstead - Rath Filtration GmbH

FEUERFEST-Symposium 2018, Freiberg (DE) - Mittwoch, 25.April 2018



© RATH 2018 – FEUERFEST-Symposium 2018, Freiberg., 25.April 2018

top technology
creates confidence | **RATH**

Katalytische Heißgasfiltration - Schlüsselpunkte



1

Was ist Feinstaub - *und wie wird er kontrolliert?*

SPEZIALISTEN FÜR **HEIßGASFILTRATION**
Keramikfiltertechnologie | Einhaltung. Schutz. Rückgewinnung.

Katalytische Heißgasfiltration - Schlüsselpunkte



1

Was ist Feinstaub - und wie wird er kontrolliert?

2

Was ist Heißgasfiltration (HGF) - und wie funktioniert sie?

SPEZIALISTEN FÜR HEIßGASFILTRATION
Keramikfiltertechnologie | Einhaltung. Schutz. Rückgewinnung.

Katalytische Heißgasfiltration - Schlüsselpunkte



1

Was ist Feinstaub - und wie wird er kontrolliert?

2

Was ist Heißgasfiltration (HGF) - und wie funktioniert sie?

3

Was ist katalytische HGF - und wie funktioniert sie?

SPEZIALISTEN FÜR **HEIßGASFILTRATION**
Keramikfiltertechnologie | Einhaltung. Schutz. Rückgewinnung.

Katalytische Heißgasfiltration

- Schlüsselpunkte



1

Was ist Feinstaub - und wie wird er kontrolliert?

2

Was ist Heißgasfiltration (HGF) - und wie funktioniert sie?

3

Was ist katalytische HGF - und wie funktioniert sie?

4

Was treibt die Marktnachfrage - und was sind die Anwendungen?

SPEZIALISTEN FÜR **HEIßGASFILTRATION**
Keramikfiltertechnologie | Einhaltung. Schutz. Rückgewinnung.

Katalytische Heißgasfiltration

- Schlüsselpunkte



1

Was ist Feinstaub - und wie wird er kontrolliert?

2

Was ist Heißgasfiltration (HGF) - und wie funktioniert sie?

3

Was ist katalytische HGF - und wie funktioniert sie?

4

Was treibt die Marktnachfrage - und was sind die Anwendungen?

5

In Kürze - Zusammenfassung

SPEZIALISTEN FÜR **HEIßGASFILTRATION**
Keramikfiltertechnologie | Einhaltung. Schutz. Rückgewinnung.

Katalytische Heißgasfiltration - Schlüsselpunkte



1

Was ist Feinstaub - *und wie wird er kontrolliert?*

2

Was ist Heißgasfiltration (HGF) - *und wie funktioniert sie?*

3

Was ist katalytische HGF - *und wie funktioniert sie?*

4

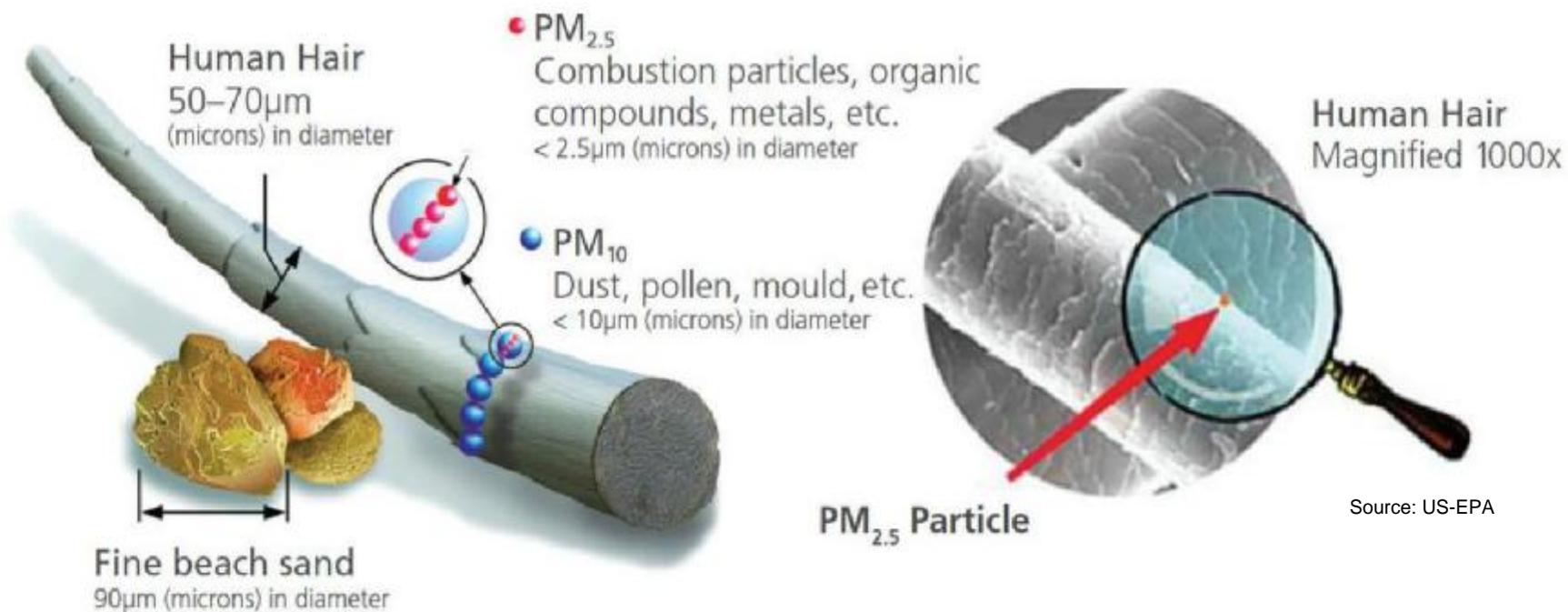
Was treibt die Marktnachfrage - *und was sind die Anwendungen?*

5

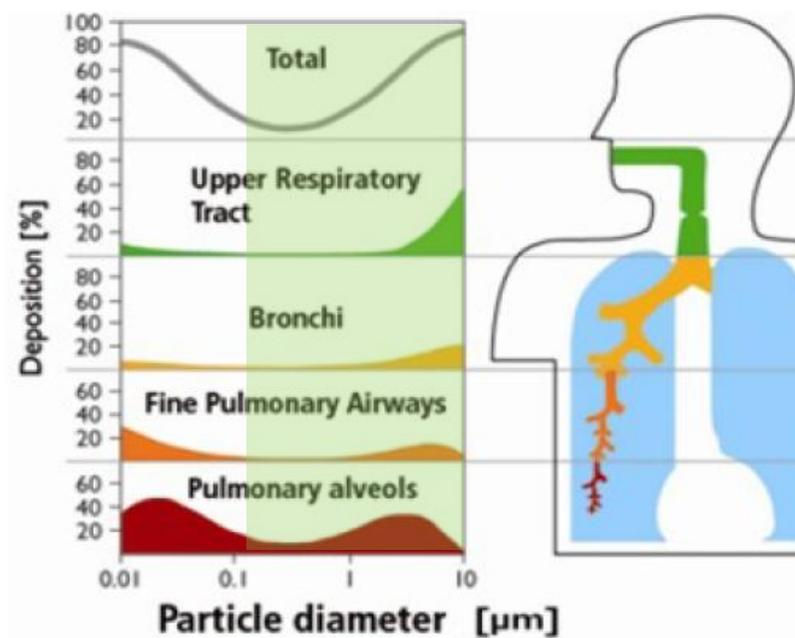
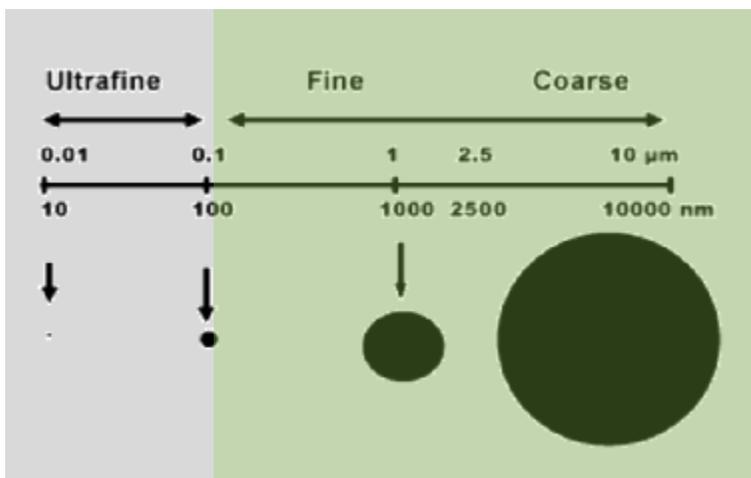
In Kürze - Zusammenfassung

SPEZIALISTEN FÜR **HEIßGASFILTRATION**
Keramikfiltertechnologie | Einhaltung. Schutz. Rückgewinnung.

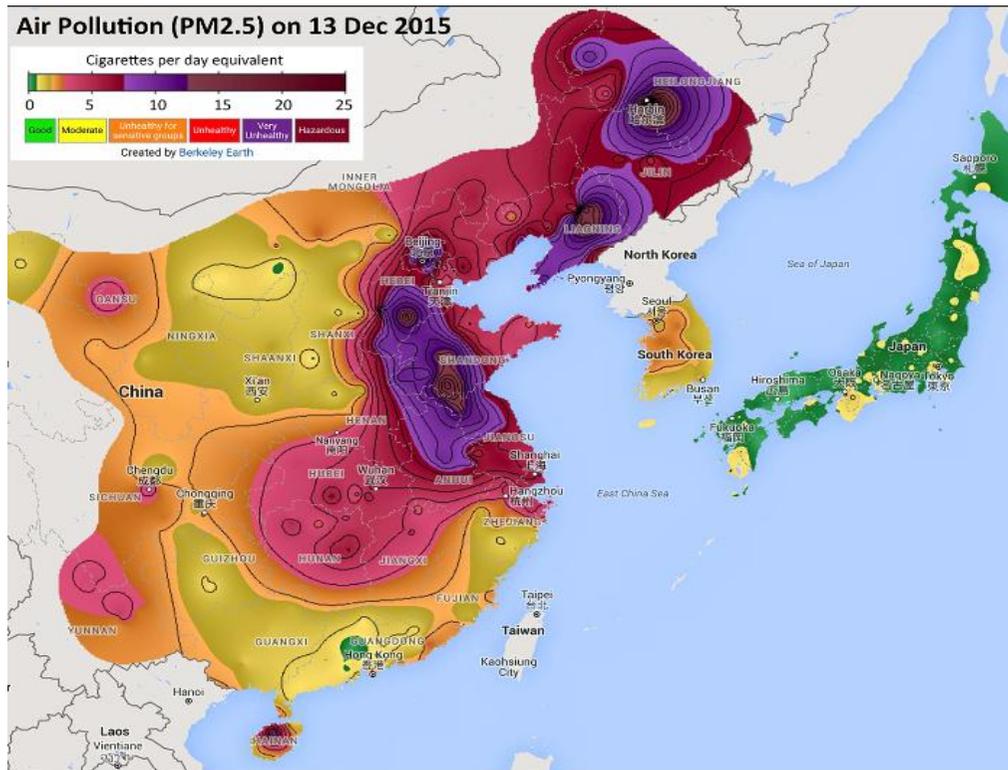
Also, was genau ist Feinstaub (Particulate Matter)?



Auswirkungen der PM auf die Gesundheit



Nordost China: Krisensituation wegen Feinstaub



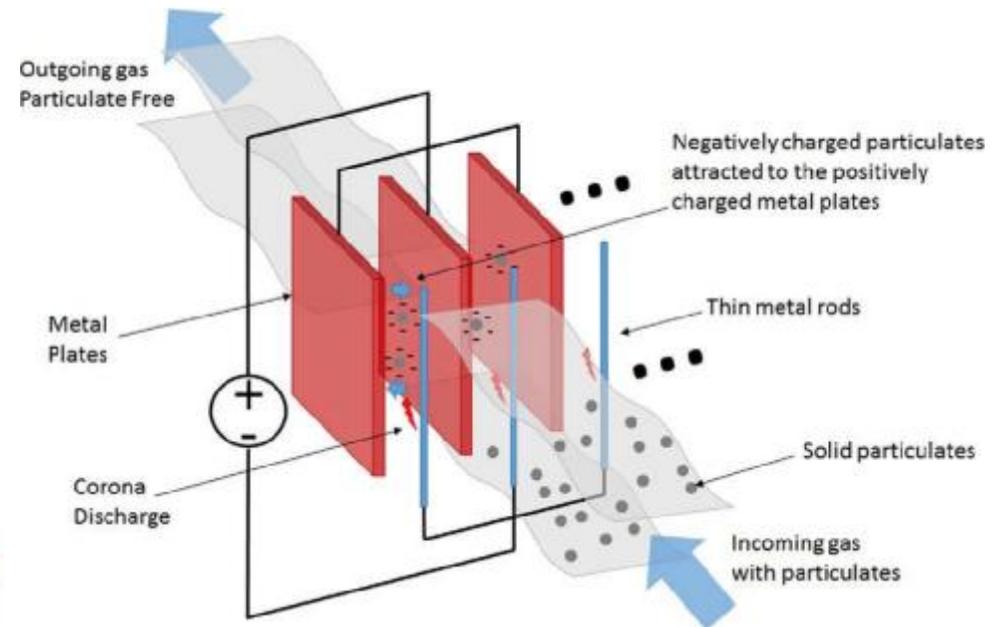
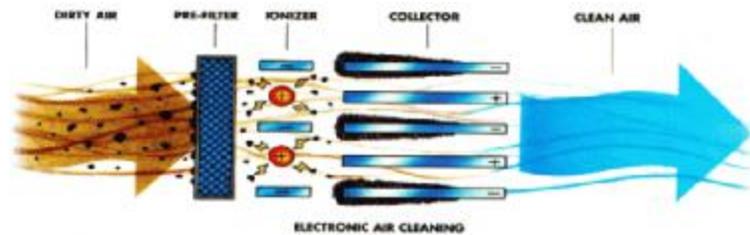
Feinstaub - Abluftreinigung

- Die Industrie-Feinstaubemissionen werden seit bereits über 100 Jahren kontrolliert
- Im Laufe der Jahre wurden verschiedene **Filtrationsmethoden** entwickelt
- Die zwei häufigsten verwendeten Methoden heute sind:
 - Ø **Elektrofilter (Electrostatic Precipitator, ESP)**
- im Einsatz seit den 1920er ("non-barrier")
 - Ø **Schlauchfilter (Baghouse Filter, BHF) mit Tuchfilter**
- im Einsatz seit den 1970er ("barrier")



Trocken-ESP - Prinzip

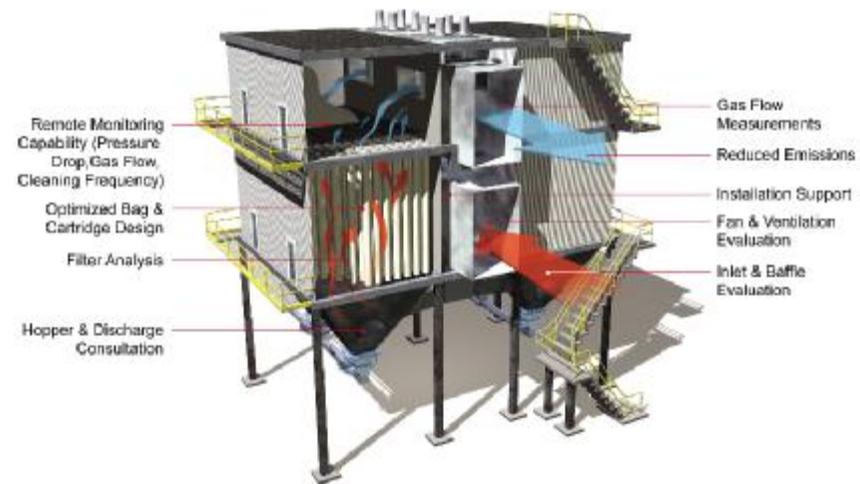
- Trocken-Elektrofiltration ist ein Verfahren, bei dem kleine Staubpartikel aus der Luft entfernt werden. Dadurch laden sie sich positiv auf (ionisieren) und werden über negativ geladene Metall-Kollektorplatten angezogen



Grenzwert: Max. PM-Wert ca. 20mg/Nm³

Schlauchfilter - Prinzip

- Das Schlauchfiltersystem ist ein Verfahren, bei dem kleine Staubpartikel aus dem Abgasstrom entfernt werden. Dies geschieht von außen nach innen durch einen langen zylindrischen Tuchfilter aus gewebtem Material oder Filz.
- Der Feinstaub, der an der Außenseite des Gewebefilters aufgefangen wird, wird dann durch Schütteln, Sonic-Horn oder „Reverse Jet Pulsed Air“ gereinigt.



Grenzwert: 230°C Max. Betriebstemperatur

Katalytische Heißgasfiltration - Schlüsselpunkte



1

Was ist Feinstaub - *und wie wird er kontrolliert?*

2

Was ist Heißgasfiltration (HGF) - *und wie funktioniert sie?*

3

Was ist katalytische HGF - *und wie funktioniert sie?*

4

Was treibt die Marktnachfrage - *und was sind die Anwendungen?*

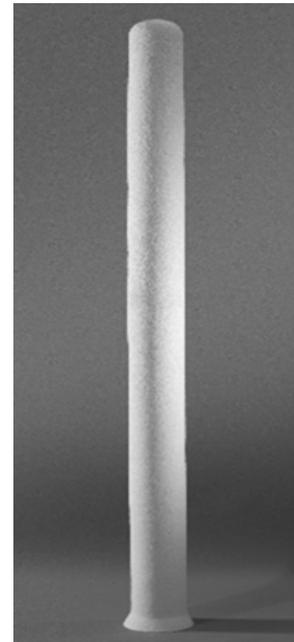
5

In Kürze- Zusammenfassung

SPEZIALISTEN FÜR **HEIßGASFILTRATION**
Keramikfiltertechnologie | Einhaltung. Schutz. Rückgewinnung.

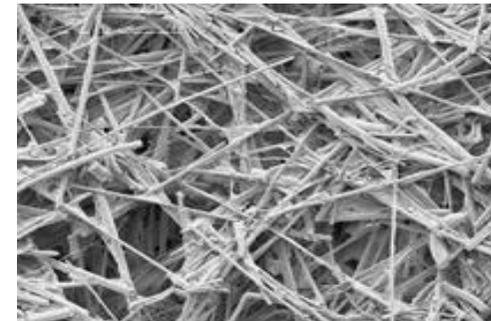
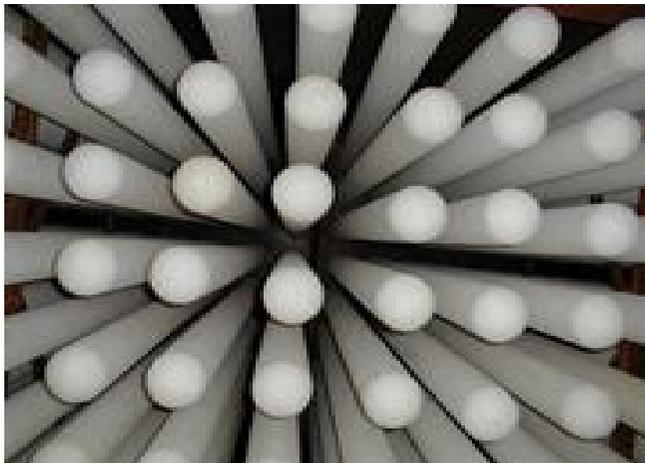
Entstaubung - Heißgasfiltration (HGF)

- **Heißgasfiltration (HGF)** bezieht sich im Allgemeinen auf die barrier-filtration von Prozess- bzw. Abgasströmen in dem Temperaturbereich 250-1000°C
- Starre Keramikfilter (CF) mit niedriger Dichte, die erstmals in den 1980er Jahren entwickelt wurden, eignen sich besonders für HGF-Anwendungen



Starre keramische Filter (CF) mit niedrigem Dichte

- Ursprünglich für den Clean Coal Programme (1980er) entwickelt - für die Beseitigung von Feinstaub und sauren Gasen (SO_2 , HCL, HF)
- Hochtemperatur Filtrationsanwendungen ($>250-1000^\circ\text{C}$)



Produktmerkmale:

- *hohe Porösität ($>85\%$)*
- *Niedrige Dichte (0.4 g/cm^3) => leichtgewicht*
- *höchste Entstaubungseffizienz ($< 2 \text{ mg/Nm}^3$)*
- *aluminiumsilicat Fasern mit chemischem Widerstand*
- *Hochtemperatur / Temperaturwechselbeständigkeit*
- *Druckverlust ähnlich wie bei den Schlauchfiltern*

HGF - RATH Filtration GmbH (RFI)

- RATH beteiligt sich seit über 20 Jahren an der Entwicklung und Lieferung von niedrige-Dichte Keramikfiltertechnologie für Anwendungen der Heißgasfiltration
- Im März 2016, wurde **RATH Filtration GmbH (RFI)** als neue, separate Geschäftseinheit gegründet
- Die CF-Produktpalette wurde in **FILTRATH®** umbenannt und dann erweitert um **FILTRATH®CAT**
- Neues HGF "Center of Excellence" in Meißen wurde gegründet und im Dezember 2016 die neue **FILTRATH®** Keramikfilter-Produktionslinie eingeweiht
- Neue **FILTRATH®CAT** (CCF) Produktionslinie im Frühjahr 2019 geplant



RATH: Produktpalette Feuerfest

RATH - Umfassendes Sortiment an feuerfesten Produkten und Dienstleistungen

Ungeformte Produkte	Beton-Formteile	Dichte feuerfeste Steine	Feuerleichtsteine	Hochtemperaturwolle	Vakuum-Formteile
					



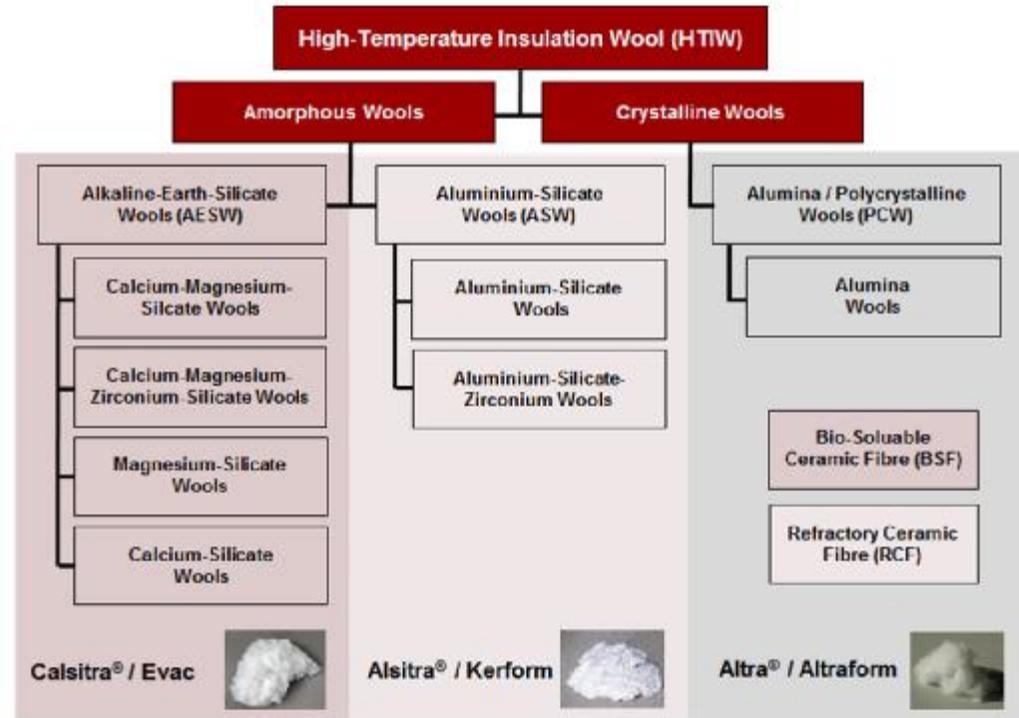
Rath Filtration GmbH - Heißgasfiltration (HGF)
katalytische u. nicht-katalytische Kermaikfilterelemente



Hochtemperaturwolle aus Werk Mönchengladbach

- Hochtemperaturwolle (HTIW) ist eine aus mineralischen Rohstoffen synthetisch hergestellte Anhäufung von Fasern mit unterschiedlichen Längen und Durchmessern.

	Unit	AESW	ASW	PCW
Chemical Composition	%	18-43 CaO+MgO	44-54 Al ₂ O ₃ 58-68 SiO ₂	72-97 Al ₂ O ₃ 28-3 SiO ₂
Crystalline Composition	%	Amorphous	Amorphous	Mullite Corundum
Classification Temperature	°C	< 1300	< 1400	< 1650
Application Temperature	°C	< 1100	< 1300	< 1650
Mean Fibre Diameter	µm	2-4	2-4	3-6
Shot	%	30-50	30-50	< 2
Thermal Conductivity at 1200°C	W/mK		0.44	0.41
Thermal Shock Resistance		Endless	Endless	Endless



Feuerfeste Vakuumformteile (VFT) aus Werk Meißen

- Feuerfeste VFT spielen dank ihrer Formenvielfalt und herausragender Eigenschaften immer größere Rolle im Bereich der Wärmedämmung
- Die Formteile werden aus hochwertiger Mineral-, Erdalkalisilikat- oder polykristalliner Wolle mit hohem Aluminiumoxidgehalt hergestellt
- VFT - die aus hochreiner, nicht nach „EU-REACH“ eingestufte, polykristalliner Wolle mit einem Aluminiumoxidgehalt von $> 72\%$ hergestellt werden - bieten sehr hohe Korrosions- und Temperaturwechselbeständigkeit



FILTRATH® keramische Filterelemente

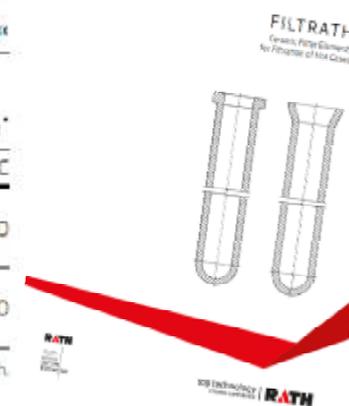
- Kerzenformige-VFT hergestellt im Werk Meißen mit HTIW aus dem Werk-Mönchengladbach
- Spezial entwickelte Fasern - *mit Oberfläche mal Faktor 100!*
- Erhältlich als ASW-Keramikfasern (RCF) und AES-biolöslichen Fasern (BSF)

FILTRATH® filter elements are available in two grades

Information «

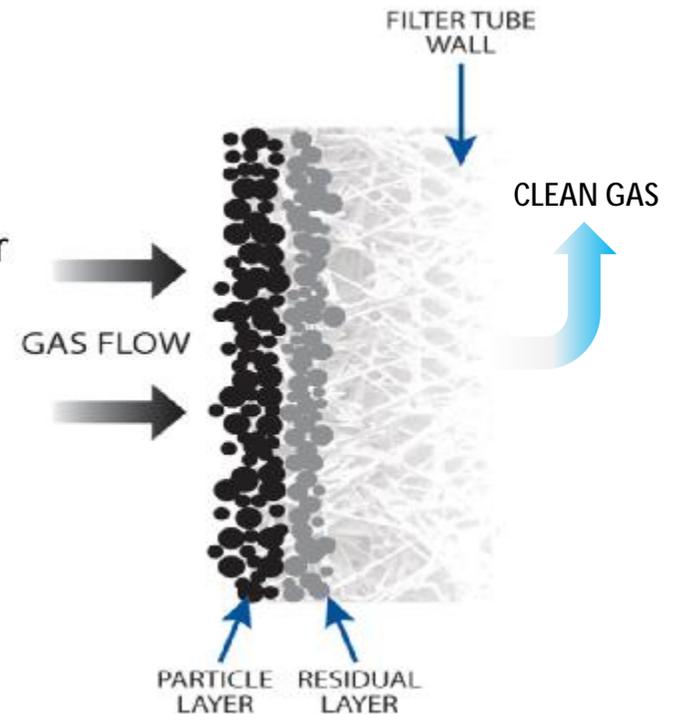
Grade	Raw Material Base	Chemical Analysis		Max. Application Temperature*
		weight %		
FILTRATH® ASW	Aluminum Silicate Wool	Al ₂ O ₃	44	1.000 °C
		SiO ₂	56	
FILTRATH® AES	Calcium/Magnesium Silicate Wool	CaO/MgO	25	1.000
		SiO ₂	75	

*the maximum temperature limit depends on the application conditions. For support/clarification please contact RATH.



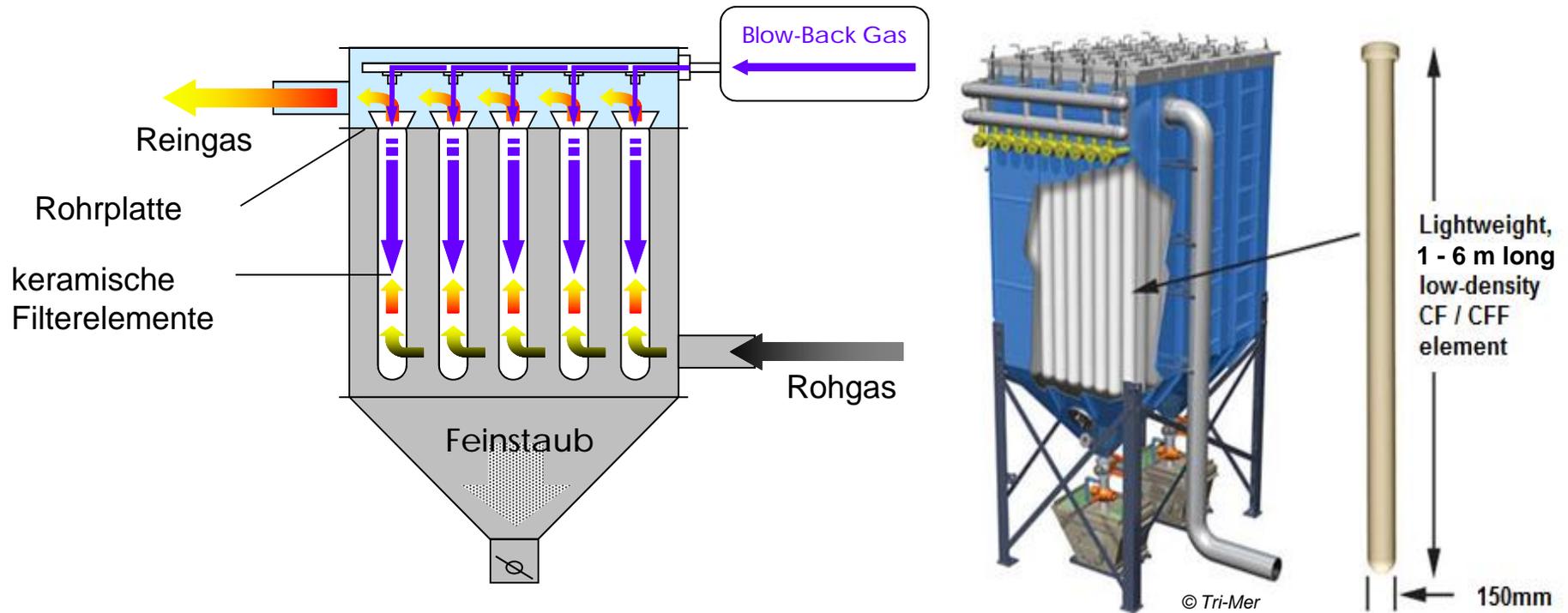
keramische Filterelemente - Oberfläche Filtration

- Hocheffiziente Entstaubung (HEPA* bewertet)
- Filtrationseffizienz weiter verbessert durch die permanente "Rest"-Staubschicht (>99,99%)
- Vernachlässigbares Eindringen von Staub in den Filterkörper
- primäre Staubschicht schützt gegen Verstopfung, Verdeckung und Vergiftung und führt zur Verbesserung der Leistung und Haltbarkeit
- Starre keramische Filterelemente mit niedrigem Dichte dehnen sich weder aus noch verbiegen sie sich
- Entstaubung via "Reverse Jet-pulsed Air" System
- Geeignet für den Betrieb mit variabler Staubbelastung

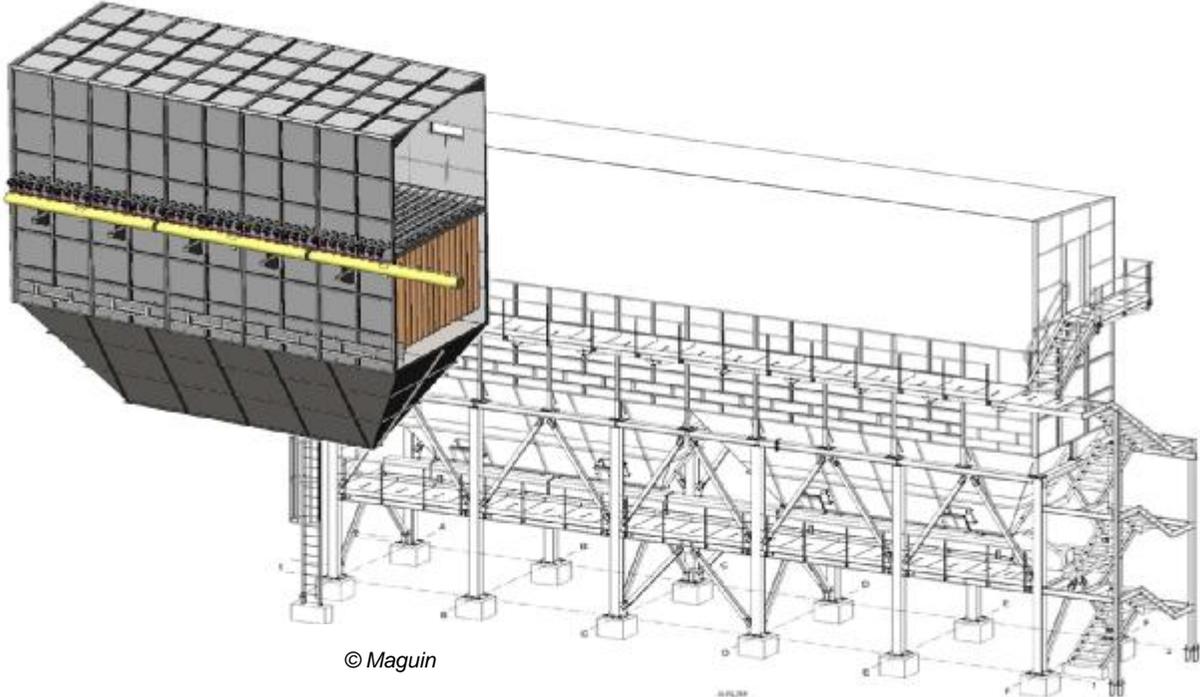


* High-Efficiency Particulate Air-filter

Heißgasfiltration - Reaktor und Verfahren



Multi-HGF-Reaktor - Redundanzkonzept



Katalytische Heißgasfiltration - Schlüsselpunkte



1

Was ist Feinstaub - *und wie wird er kontrolliert?*

2

Was ist Heißgasfiltration (HGF) - *und wie funktioniert sie?*

3

Was ist katalytische HGF - *und wie funktioniert sie?*

4

Was treibt die Marktnachfrage - *und was sind die Anwendungen?*

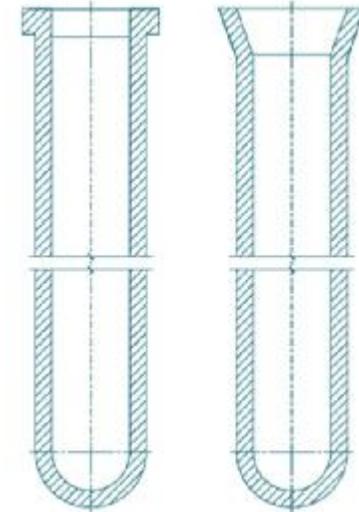
5

In Kürze - Zusammenfassung

SPEZIALISTEN FÜR **HEIßGASFILTRATION**
Keramikfiltertechnologie | Einhaltung. Schutz. Rückgewinnung.

Also, was genau ist katalytische Heißgasfiltration?

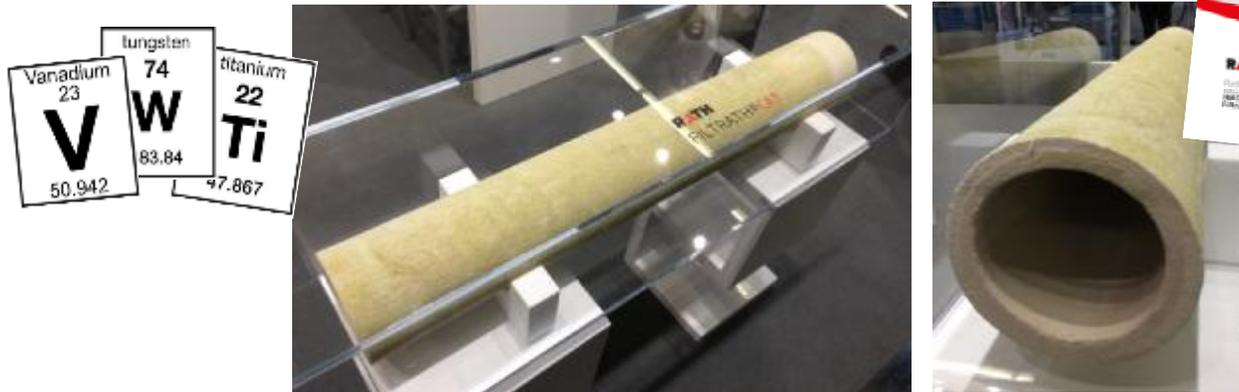
- **Heißgasfiltration (HGF)** bezieht sich im Allgemeinen auf die barrier-filtration von Prozess- bzw. Abgasströmen in dem Temperaturbereich 250-1000°C
- **katalytische HGF** geht mit diesem Konzept einen Schritt weiter mit einer zusätzlicher **SCR-Katalysator-Beschichtung** (auf den Fasern). Dadurch wird eine "Mehrfach-Schadstoff-Kontrolle" des Feinstaubes, sauren Gasen¹(SOx) und Stickstoffoxiden² (NOx) erzielt
- SCR-Kat-Technologie ist auf ein Temperatur von 420°C begrenzt
- Im Wesentlichen beschäftigen sich die heutigen „Euro 6“ Dieselaautos mit den gleichen „DeDust- / DeNOx“-Prinzipien- *wenn auch mit ein paar subtilen Unterschieden!*



¹ in Verbindung mit einem alkali-basierten Sorbensmitte; ² in Verbindung mit einem NH₃-basierten Reduktionsmittel.

Katalytische Heißgasfiltration

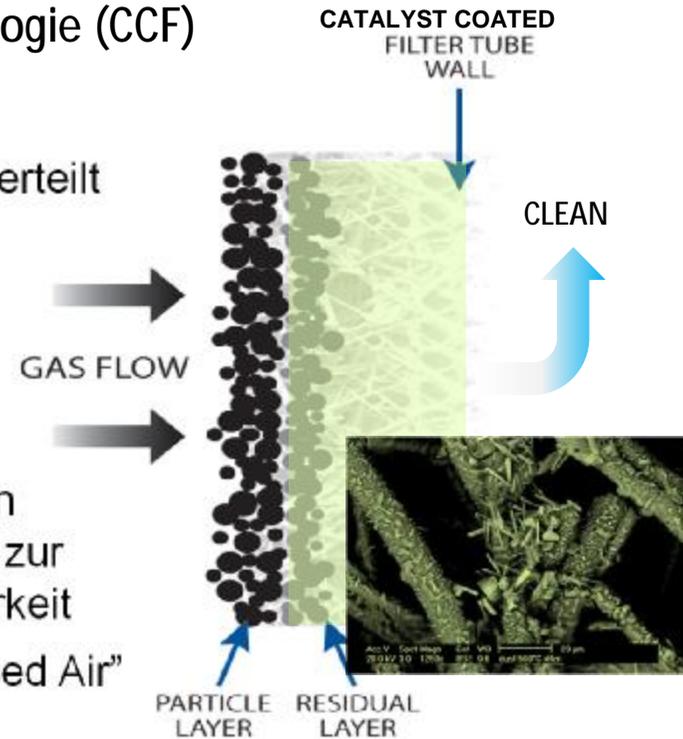
- FILTRATH®**CAT** = katalytische Keramikfiltertechnologie (CCF)
=> FILTRATH® CF (DeDust, DeSOx) + SCR-Katalysator (DeNOx)
- FILTRATH®**CAT** ermöglicht hocheffiziente „3-in-1“ Kontrolle von Mehrfach-Schadstoffen (DeDust, DeSOx, DeNOx) über einen Heißgas-Temperaturbereich von 250-420°C



katalytische Heißgasfiltration

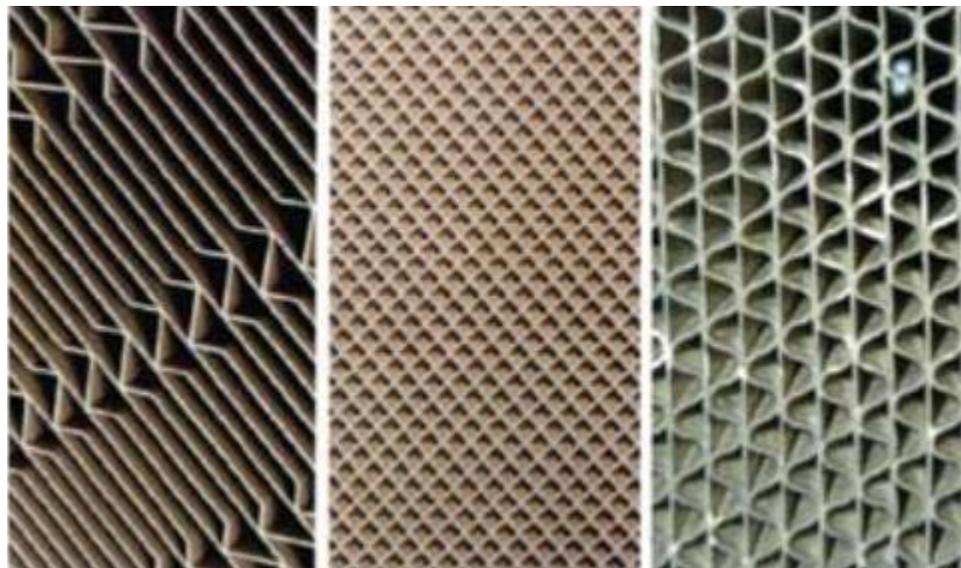
Verwendung der katalytischen keramischen Filtertechnologie (CCF)

- SCR-Katalysator im gesamten CF-Körper (Fasern) fein verteilt
- Das gesamte Abgas durchströmt den Filterkörper (*keine laminäre Strömung*)
- Große Katalysator Fläche und längere Verweilzeit
- Keine Diffusions-Begrenzung (*wie bei Waben-SCR*)
- primäre Staubschicht schützt auch den Katalysator gegen Staub Verstopfung, Verdeckung und Vergiftung und führt zur Verbesserung der Leistung und Verlängerung der Haltbarkeit
- Entstaubung der Sekundärschicht via “Reversed Jet-pulsed Air”



* High-Efficiency Particulate Air-filter

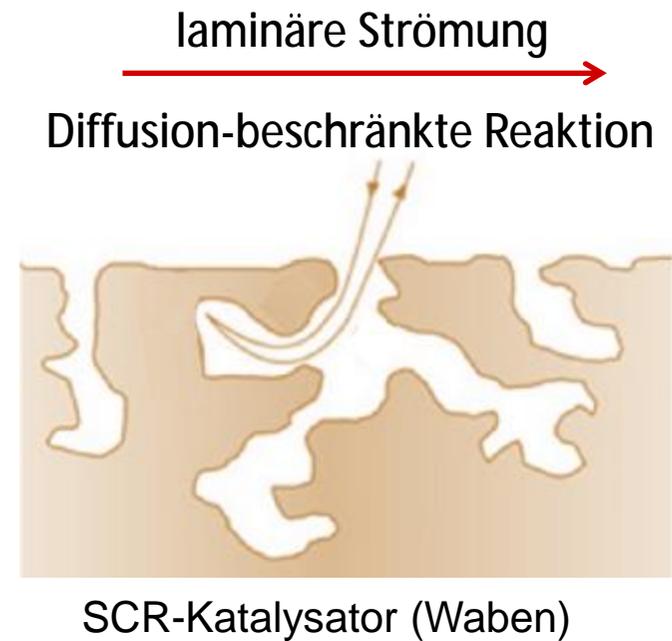
Grenzwerte der Waben-SCR-Technologie



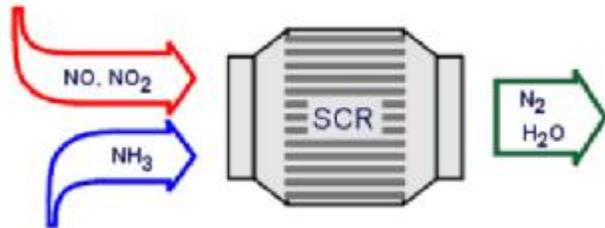
Platte

Waben

Wellpappe



SCR Prozesschemie

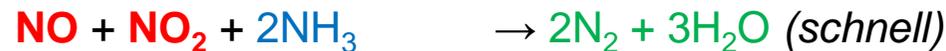
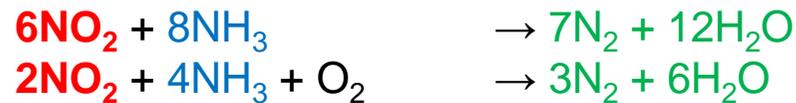


Selektive

Catalytic

Reduction of NOx

Die SCR-Reduktionsreaktionen von Stickstoffoxiden (NOx: NO, NO₂) mit **wasserfreiem Ammoniak bzw. Ammoniakwasser** treten nach folgenden chemischen Gleichungen auf:

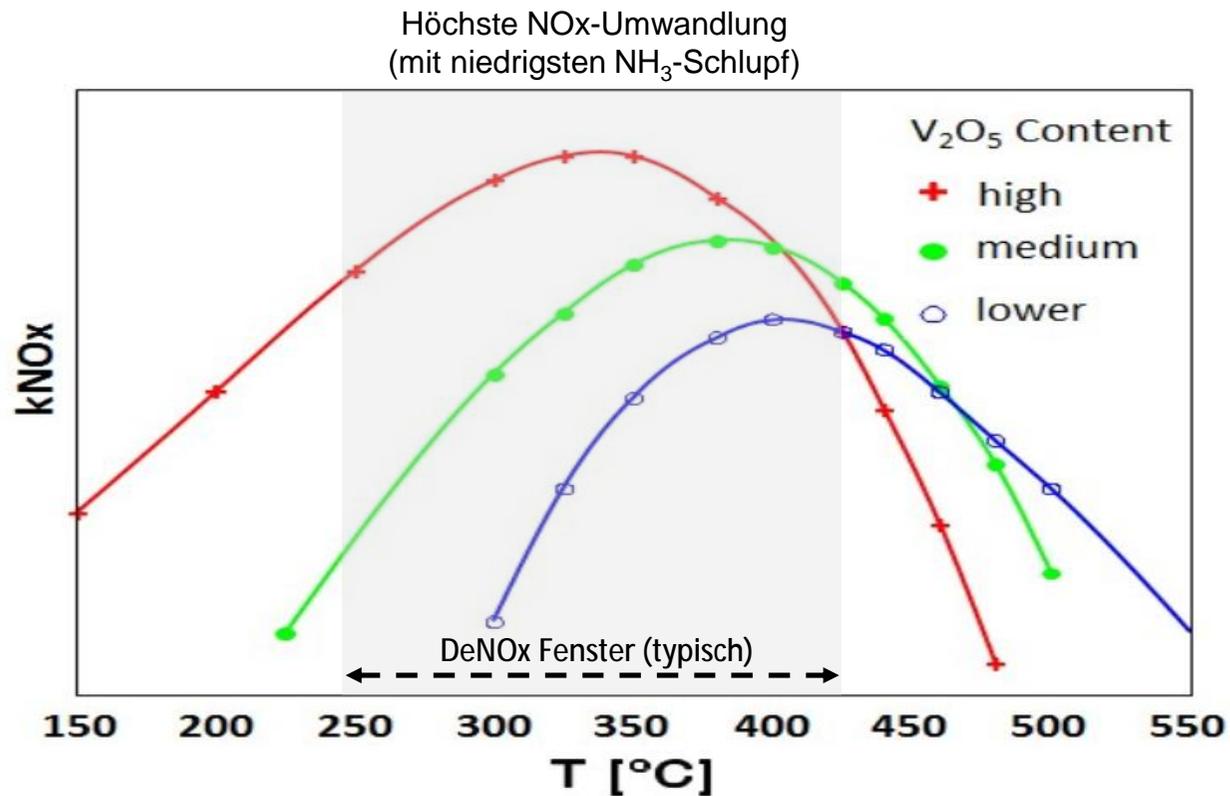


Die SCR-Reaktion mit **Harnstoff** ist wie folgt:

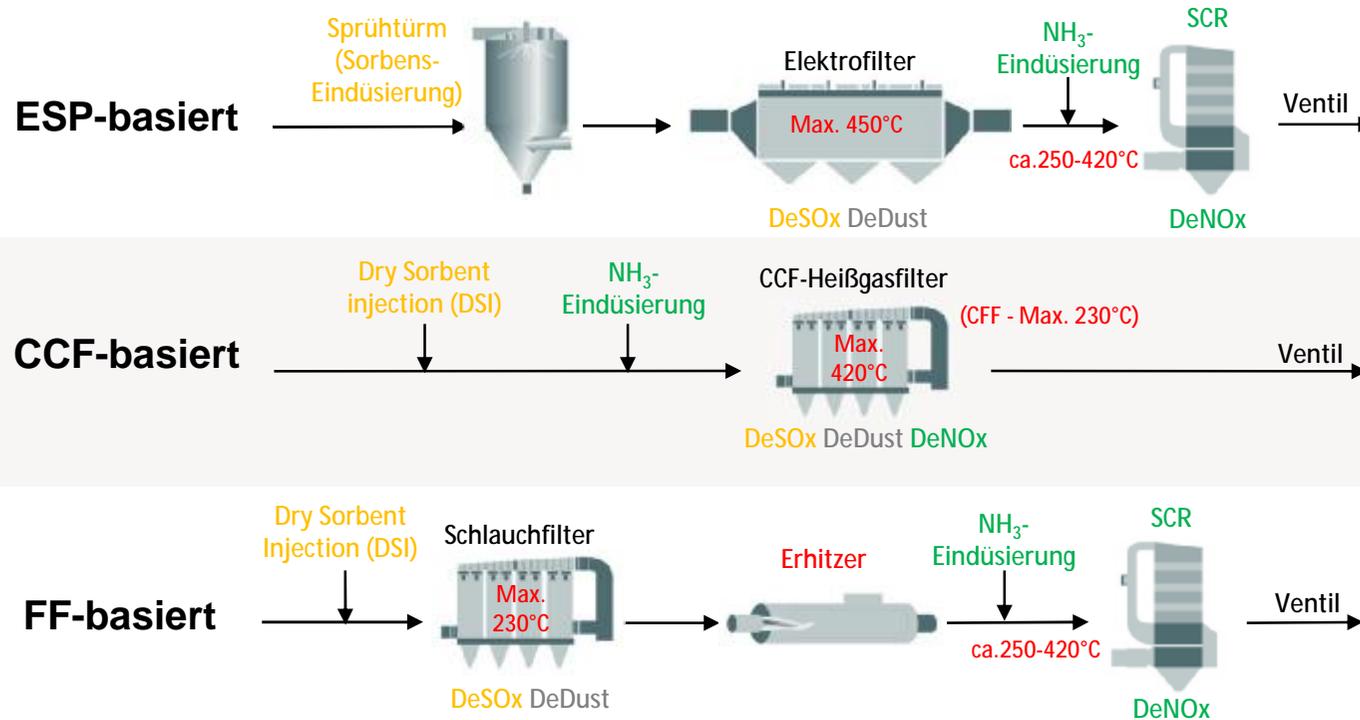


Grenzwerte: AS/ABS-Ausbildung (niedr. Temp.); SCR-Leistungsverlust (hohe Temp.)

Betriebsfenster der SCR-Prozess



CCF: Einfach die einfachste Lösung!



Ersparnis CAPEX-Kosten	25.000 Nm ³ /h	50.000 Nm ³ /h
CaO Dry-ESP SCR/NH ₃	100 %	165 %
NaHCO ₃ CCF-HGF NH ₃	80 %	110 %
NaHCO ₃ FF-BHF Burner SCR/NH ₃	90 %	150 %

Katalytische Heißgasfiltration - Schlüsselpunkte



1

Was ist Feinstaub - *und wie wird er kontrolliert?*

2

Was ist Heißgasfiltration (HGF) - *und wie funktioniert sie?*

3

Was ist katalytische HGF - *und wie funktioniert sie?*

4

Was treibt die Marktnachfrage - *und was sind die Anwendungen?*

5

In Kürze - Zusammenfassung

SPEZIALISTEN FÜR **HEIßGASFILTRATION**
Keramikfiltertechnologie | Einhaltung. Schutz. Rückgewinnung.

Hauptmarkttreiber der katalytische-HGF

- **EINHALTUNG** *der strengsten Abgasemissionennormen*
- **SCHUTZ** *der nachgeschalteten Anlagen bzw. Ausrüstungen*
- **RÜCKGEWINNUNG** *von Energie und / oder wertvoller Prozess- / Schrottmaterialien*



=> NÜTZEN: End-user CAPEX- / OPEX-Ersparnisse

Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft

Neben den allgemeinen Emissionsanforderungen der TA Luft werden besondere Anforderungen u.a. folgende Branchen benannt:

- *Wärmeerzeugung, Bergbau, Energie*
- *Steine und Erden, Glas, Keramik, Baustoffe*
- *Stahl, Eisen und sonstige Metalle einschließlich Verarbeitung*
- *Chemische Erzeugnisse, Arzneimittel, Mineralölraffination und Weiterverarbeitung*
- *Oberflächenbehandlung mit organischen Stoffen z.B. Drucken, Lackieren*
- *Verwertung und Beseitigung von Abfällen und sonstigen Stoffen*



Anwendungsfelder / Branchen der CCF-Technologie



Glasherstellung

(einschl. Flach, Behälter u. Wirtschaftsglas)

Ziel: Staub, Saure Gase, NOx
Gelegentlich Hg,



Chemie- und Petrochemieindustrie

(einschl. Katalysatoren- u. Pigmenteherstellung)

Ziel: Staub, Saure Gase, NOx



Zementherstellung

(einschl. Kalk)

Ziel: Staub, NOx, Dioxine / Furane,
Hg



Energieerzeugung

(einschl. Kraftwerke u. Motoren)

Ziel: Staub, Saure Gase, NOx,
Hg



Metallurgie

(Eisen u. Nichteisen)

Ziel: Staub, Saure Gase, NOx
Hg und andere toxische Metalle,
VOC, Dioxine / Furane



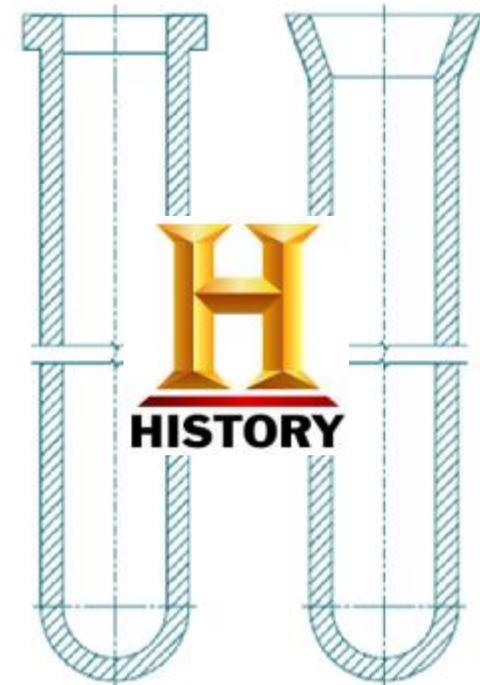
Abfall Verbrennung, Vergasung

(einschl. Recycling u. Sanierung)

Ziel: Staub, Saure Gase, Nox,
Dioxine /Furane, VOC, Hg und
andere toxische Stoffe

Chronik der Entwicklung der CCF-Technologie

- **2018:** 1. Zement-Großeinsatz weltweit (US)
- **2017:** 50+ CCF-Anwendungen (*einschl. 30 Glashütten*)
- **2016:** 1. Großeinsatz in China - *Glas*
- **2014:** 1. Biomass BHKW weltweit (CL)
- **2013:** 1. Großeinsatz in Nahost - *Glas (UE)*
- **2013:** 1. Großeinsatz in Mittelamerika - *Glas (CR)*
- **2012:** 1. Großeinsatz in Nordamerika - *Glas (US)*
- **2009:** 1. Glaswanne-Großeinsatz weltweit (ES)
- **2008:** 1. MVA-Großeinsatz weltweit (JP)
- **2008:** 1. Großeinsatz - *Fleischverarbeitung (FR)*
- **2005:** 1. Pilotversuche (FR)



Katalytische Heißgasfiltration - Schlüsselpunkte



1

Was ist Feinstaub - *und wie wird er kontrolliert?*

2

Was ist Heißgasfiltration (HGF) - *und wie funktioniert sie?*

3

Was ist katalytische HGF - *und wie funktioniert sie?*

4

Was treibt die Marktnachfrage - *und was sind die Anwendungen?*

5

In Kürze - Zusammenfassung

SPEZIALISTEN FÜR **HEIßGASFILTRATION**
Keramikfiltertechnologie | Einhaltung. Schutz. Rückgewinnung.

Kernaussagen - katalytische HGF

FILTRATH[®]CAT

- CCF-Elemente erhältlich als ASW- bzw. AES-Fasern in Längen bis zu 6.000 m
- Keine Reaktion zwischen den keramischen Fasern und dem SCR-Katalysator
- SCR-Katalysator funktioniert bei optimalen DeNO_x Temperaturen
- SCR-Katalysator hat keine negativen Auswirkungen auf Filtrationsleistung oder Druckverlust
- Hocheffiziente SCR-Leistung, weil der Katalysator einfach auf der Fasenoberfläche beschichtet ist (*d.h. hohe Oberfläche, keine Laminareströmung, keine Diffusionsbeschränkung*)
- Primärfilterkuchen schützt den SCR-Katalysator von Deaktivierung
- SCR-Katalysator erfordert weder Wartung noch Regeneration (*erwart. Lebensdauer ca.5J*)
- “3-in-1” Mehrfach-Schadstoffe-HGF ist energieeffizienter (*keine Aufheizung erforderlich*), ist einfacher (*weniger Schnittstellen*) und braucht weniger Platz (*kleinerer Fußabdruck*)





Vielen Dank !

RATH Filtration GmbH
www.rath-filtration.com

Tim Benstead
Business Development Manager

M: +49 151 55 15 92 34
E: tim.benstead@rath-group.com

SPEZIALISTEN FÜR HEIßGASFILTRATION
Keramikfiltertechnologie | Einhaltung. Schutz. Rückgewinnung.



Rath extends Hot Gas Filtration



SPEZIALISTEN FÜR **HEIßGASFILTRATION**
Keramikfiltertechnologie | Einhaltung. Schutz. Rückgewinnung.

top technology | **RATH**
creates confidence