

VDI 2263 Staubbrände und Explosionen

**und daraus abgeleitete sicherheitstechnische Maßnahmen
für Sorptionsfilter in Krematorien**

Dr.-Ing. Wolfgang Esser-Schmittmann

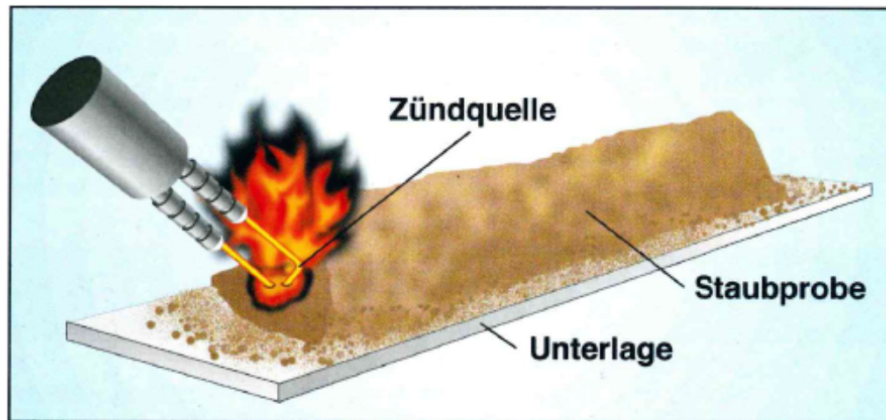
HS Anlagenbau GmbH

01.02.2017 Essen



Allgemeine Einführung

Brennzahl



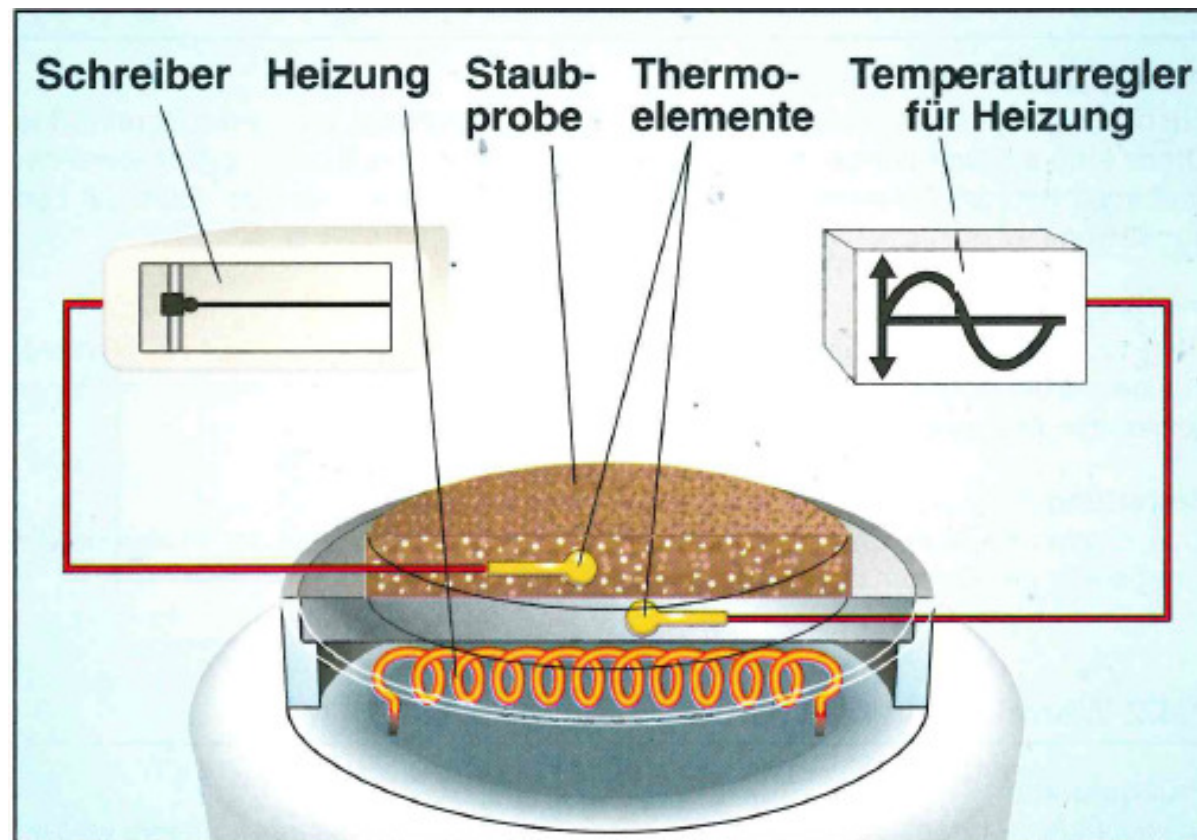
ISSA Prevention Series No. 2018 (G)

Art der Reaktion	Brennzahl
Kein Anbrennen, kein Entzünden	BZ 1
Kurzes Anbrennen, rasches Auslöschen	BZ 2
Örtliches Brennen oder Glimmen (kein oder sehr geringes Ausbreiten)	BZ 3
Ausbreiten eines Glimmbrandes oder langsames, flammenloses Zersetzen	BZ 4
Ausbreiten eines offenen Brandes (Brennen unter Flammenerscheinung)	BZ 5
Sehr rasches Durchbrennen unter Flammenerscheinung oder rasches, flammenloses Zersetzen	BZ 6

Allgemeine Einführung

Glimmtemperatur

Mindestzündtemperatur einer Staubschicht



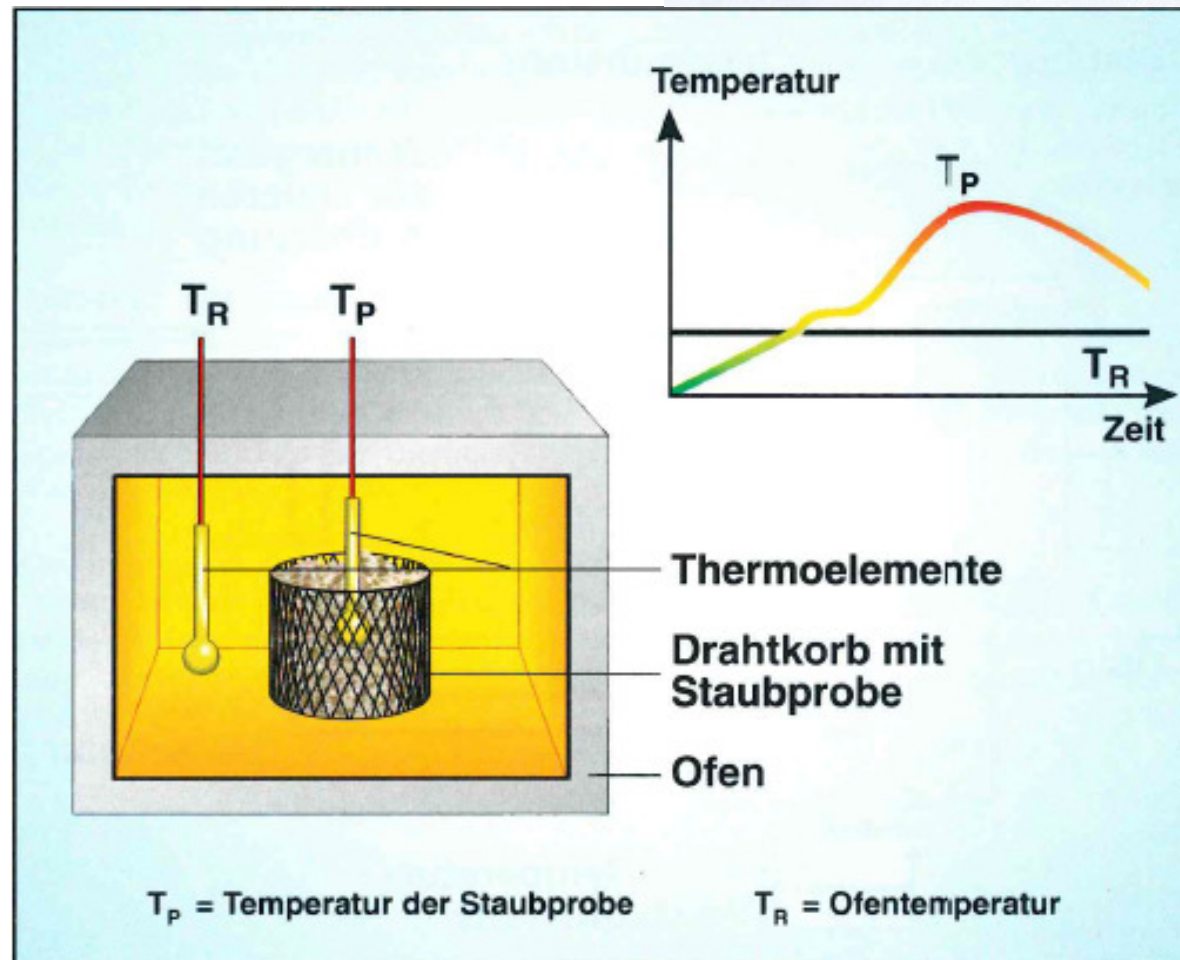
ISSA Prevention Series No. 2018 (G)



Allgemeine Einführung

Selbstentzündungstemperatur eines Haufwerks

ISSA Prevention Series No. 2018 (G)

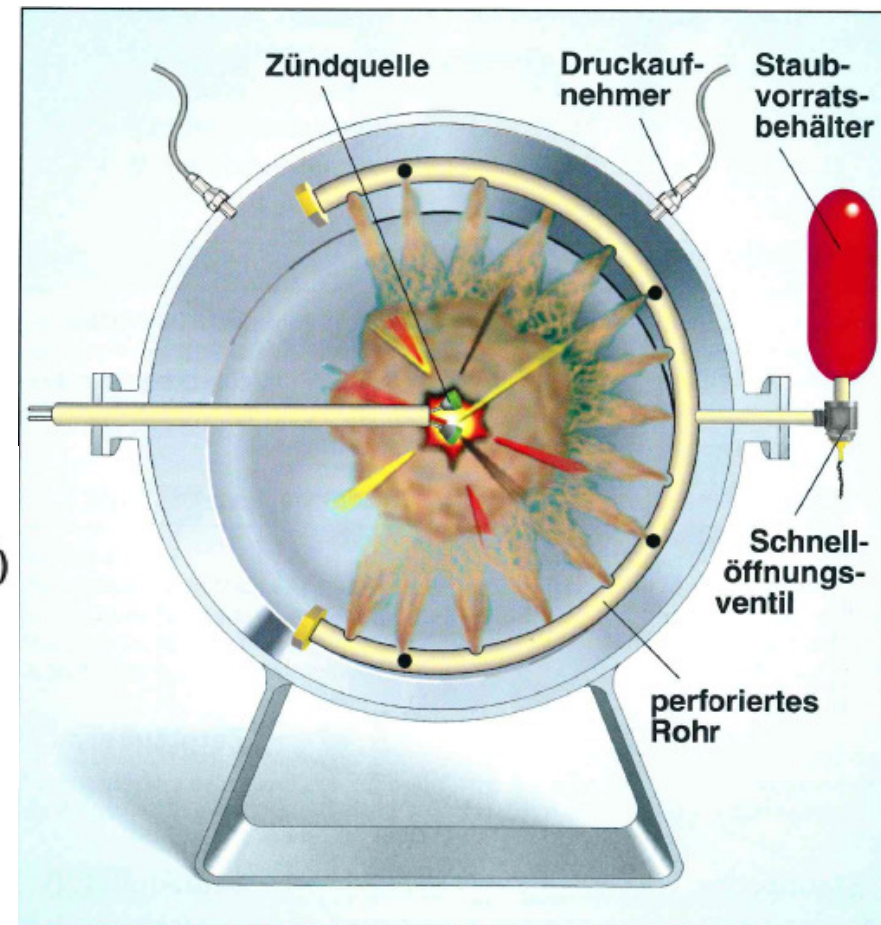


Allgemeine Einführung

Staubexplosionsfähigkeit

Ein Stoff wird als staubexplosionsfähig bezeichnet, wenn er aus Staub im Gemisch mit Luft nach erfolgter Entzündung in Form einer fortschreitenden Flammenausbreitung mit Druckentwicklung reagiert.

- **Explosionsfähigkeit**
- **maximaler Explosionsüberdruck**
- **maximaler zeitlicher Druckanstieg, K_{max} (K_{St} - Wert)**
- **Explosionsgrenzen**
- **Sauerstoffgrenzkonzentration**
- **Mindestzündenergie**
- **Mindestzündtemperatur einer Staubwolke**

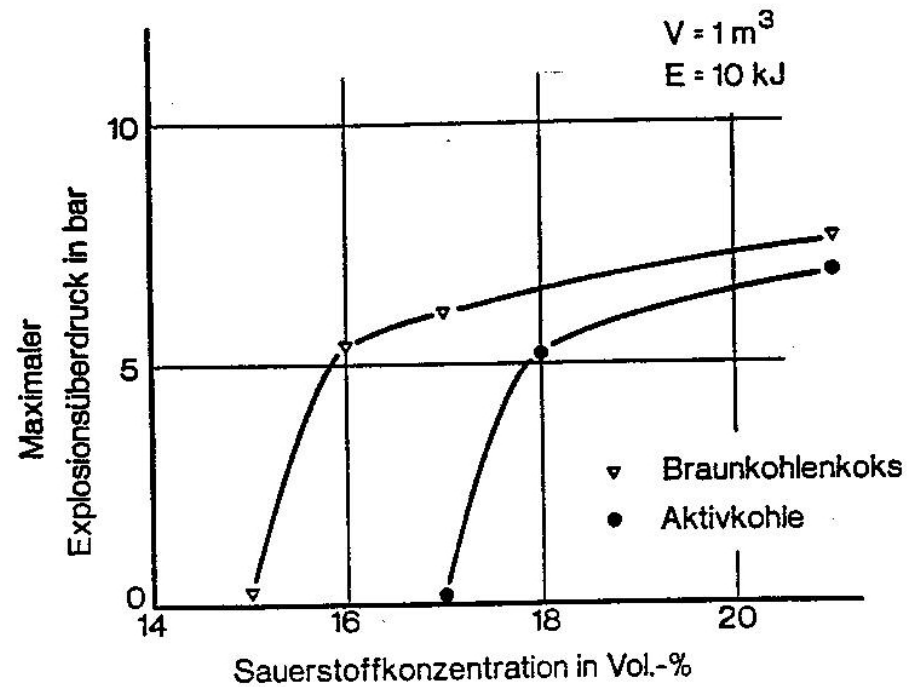
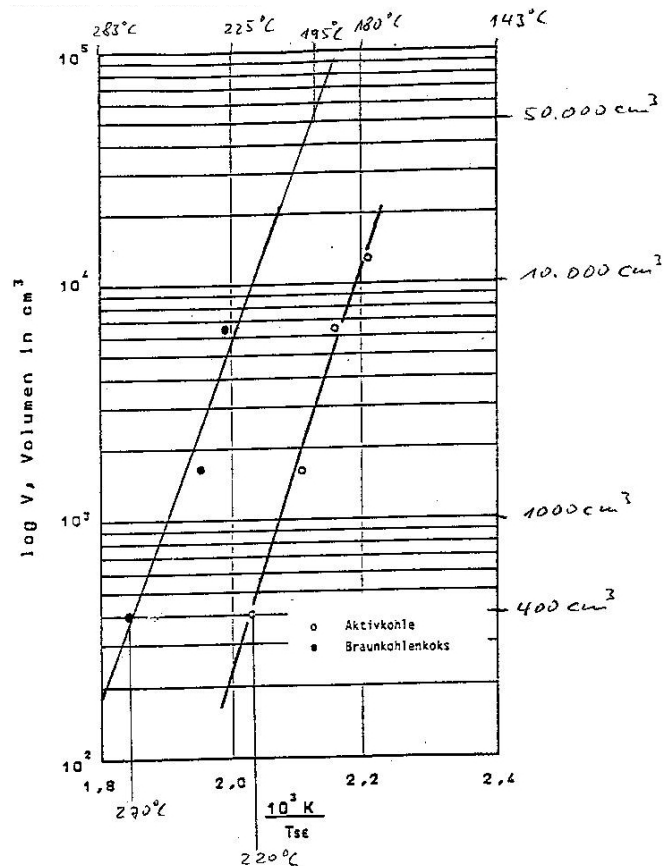


ISSA Prevention Series No. 2018 (G)



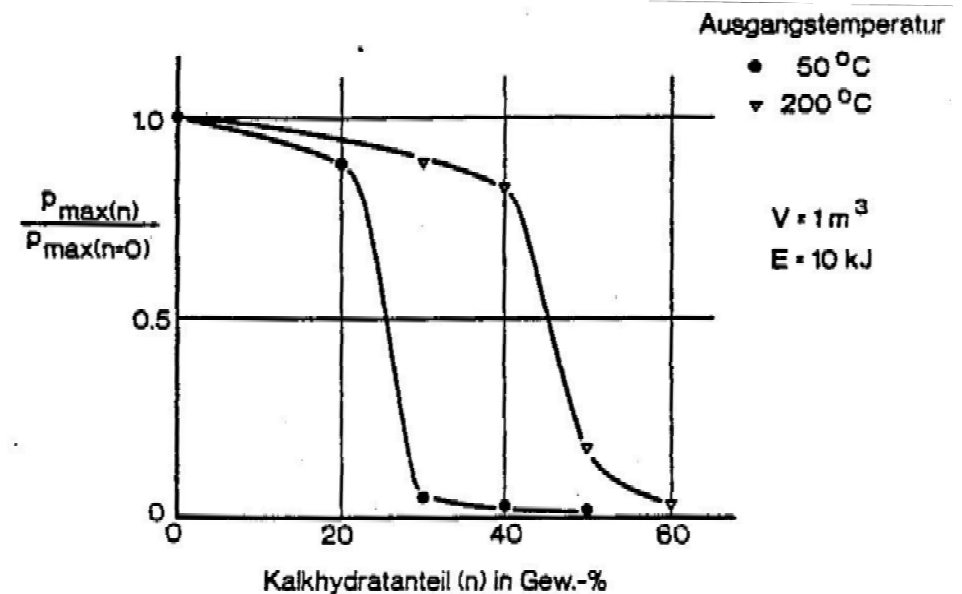
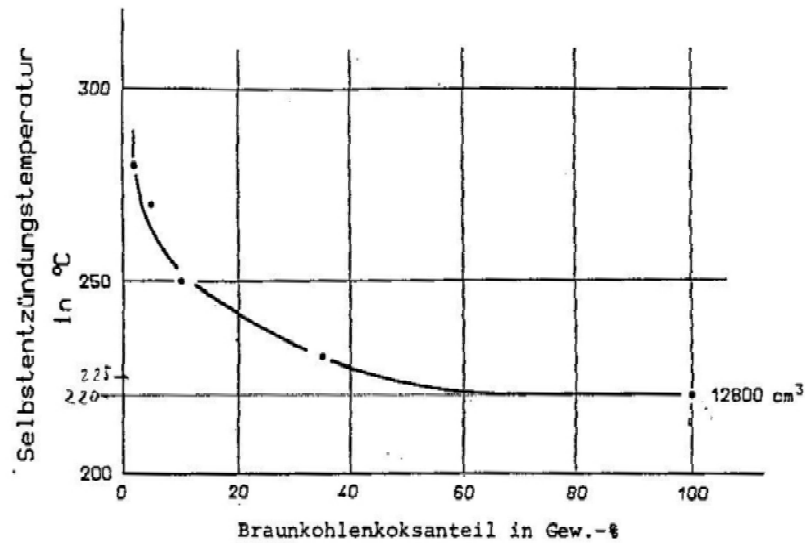
Allgemeine Einführung

Wiemann:



Allgemeine Einführung

Wiemann:

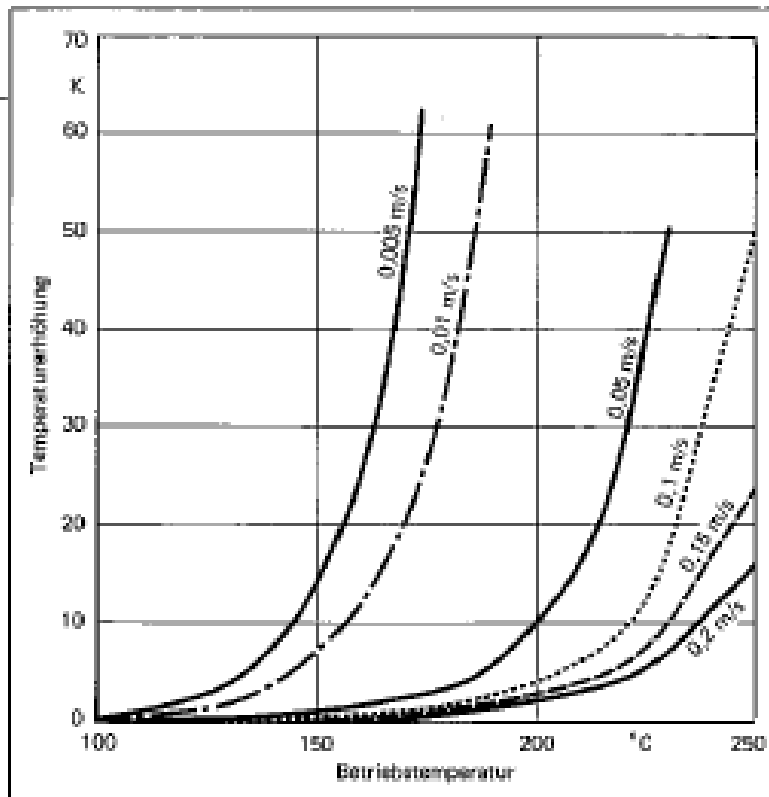


Allgemeine Einführung

Esser - Schmittmann:

SONDERDRUCK AUS
Nr. 10 (1990) Seite R 37/49

BWK/TÜ/UT-SPECIAL
Müllverbrennung und Entsorgung



Temperaturerhöhung in einem 1 m langen Adsorber (Braunkohlenkoks) als Funktion der Eintrittstemperatur und der Strömungsgeschwindigkeit

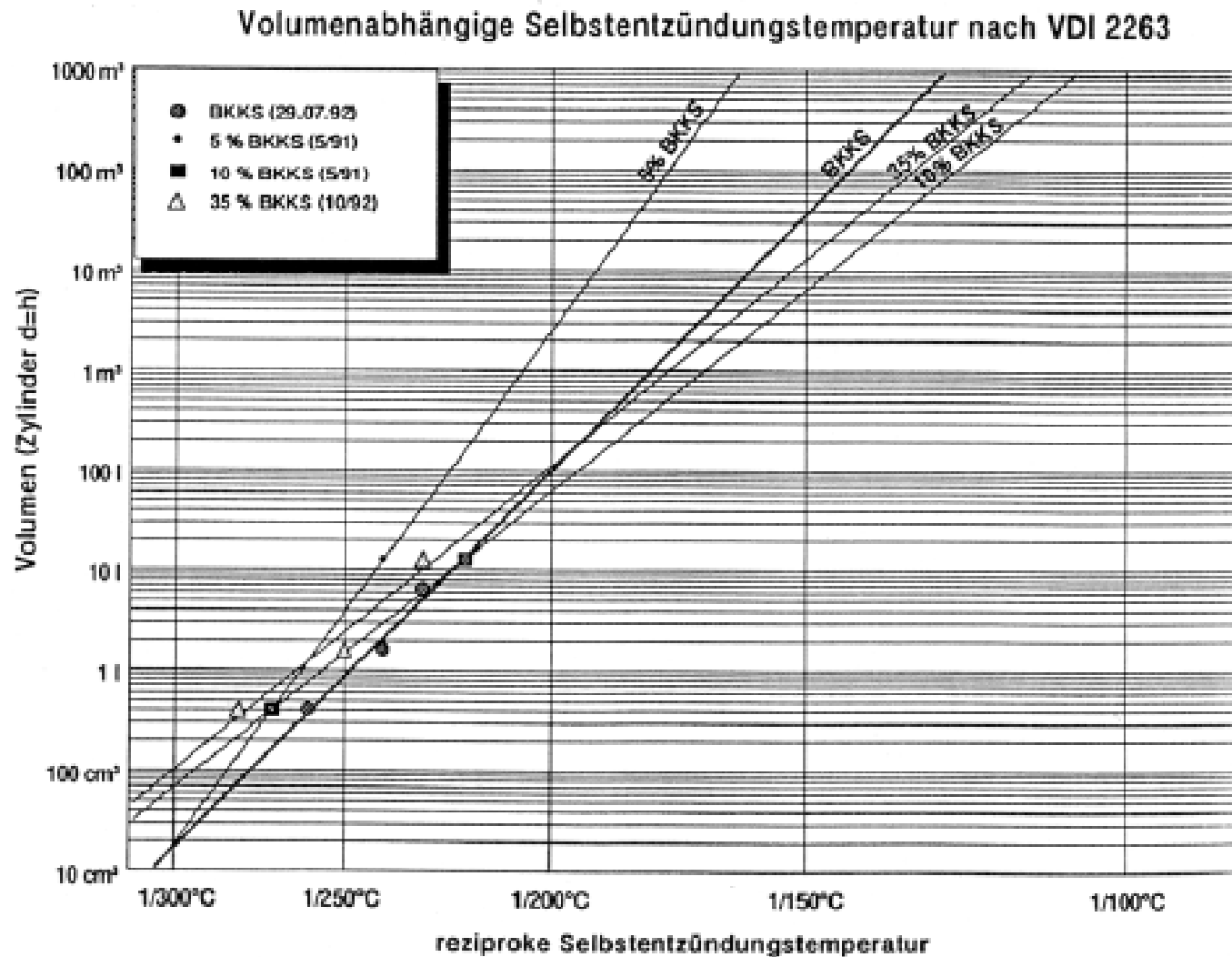
Fazit:

Schleichströmungen sind zu vermeiden, nicht nur global sondern auch lokal und temporär.



Allgemeine Einführung

Semmler / Esser - Schmittman:



Adsorbentien; Produkte und Eigenschaften

Sicherheitstechnische Kenndaten von Aktivkoksen / Aktivkohlen - GRANULATE -

KenngroÙe	Dimension	Granulate		
		HOK 1,25 - 5	CSC-Aktivkoks 2,5-8	Sorbalit G35
Wasser	Gew.-%	0,5	< 5	< 5
KorngröÙe	mm	1,25 - 5	2,5 - 8	2,0 - 8
Brennbarkeit		BZ 2	BZ 1	BZ 1
Selbstentzündungstemperatur	°C	280	320	
Glimmtemperatur	°C	> 450	> 450	> 450
untere Ex-Grenze 21% O ₂ , 20°C	g/m ³			
max. Explosionsdruck	bar	nicht	nicht	nicht
K _{St} -Wert	bar m / s	explosions-	explosions-	explosions-
Staubexplosionsklasse		fähig	fähig	fähig
Mindestzündenergie	J			



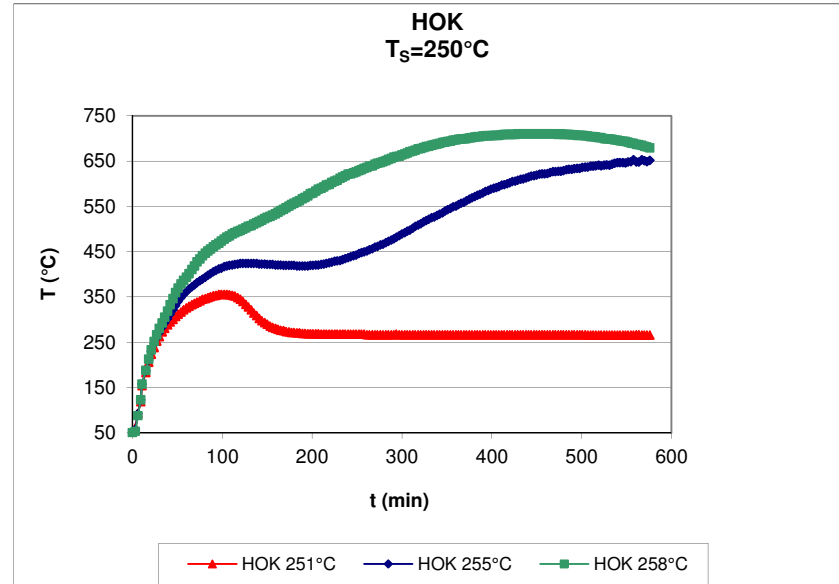
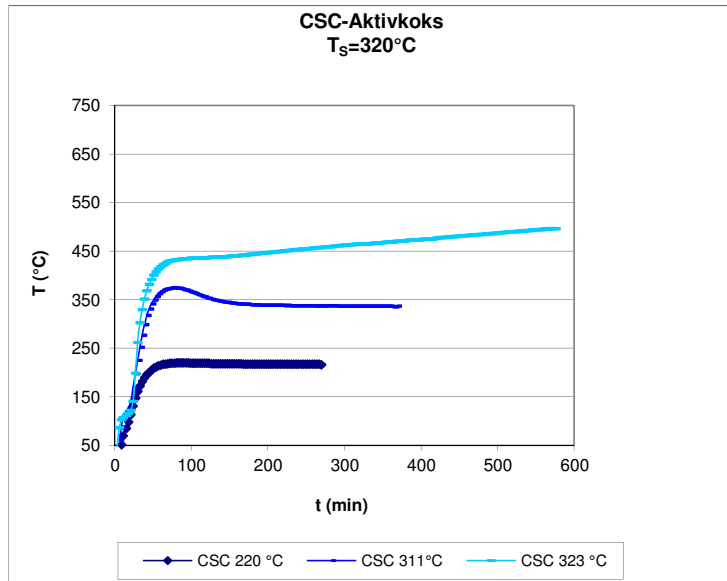
Adsorbentien; Produkte und Eigenschaften

Sicherheitstechnische Kenndaten von Aktivkoksen / Aktivkohlen - PULVER / STAUB -

Kenngroße	Dimension	Pulver / Staub			
		HOK mahlaktiviert	CSC-Aktivkohle PHC	CSC Aktivkoks PRG	Norit GL50
Wasser	Gew.-%	0,5	< 3	< 0,5	1
Korngröße	mm	0 - 0,1	0 - 0,9	0 - 0,9	0 - 0,2
Brennbarkeit		BZ 3	BZ 1	BZ 1	BZ 2
Selbstentzündungstemperatur	°C	260	320	420	250
Glimmtemperatur	°C	> 450	> 450	> 450	> 450
untere Ex-Grenze					
21% O ₂ , 20°C	g/m ³	60	60		125
max. Explosionsdruck	bar	8,6	6,7	nicht	4,8
K _{St} -Wert	bar m / s	92	50	explosions-	40
Staubexplosionsklasse		St 1	St 1	fähig	St 1
Mindestzündenergie	J	200 - 500	>> 2,5		200 - 500



Selbstentzündungstemperaturen und deren zeitlicher Verlauf (VDI-2263, Warmlagerversuch)



Fazit:

**Nicht nur die Temperatur der Selbstentzündung ist wichtig,
auch die Entwicklung der Exothermie ist entscheidend**



Rechtlicher und sicherheitstechnischer Rahmen

Wesentliche sicherheitstechnische Aspekte

➤ Brandschutz

➤ Vorbeugende Brandschutzmaßnahmen

(z.B. Inertisierung 5% O₂, Lagertemperatur < 80°C, Füllstandsüberwachung, Rüttleinrichtungen, eingeschränkt CO- /Temperatur-Überwachung, Vermeidung von Kriechströmungen < 0,02 m/s, Konstruktive Maßnahmen)

➤ Abwehrende Brandschutzmaßnahmen

(z.B. Inertisierung 1% O₂, Eigeninertisierung, Wassersprühstrahl)

➤ Explosionsschutz

➤ Primäre / sekundäre / tertiäre Ex-Schutzmaßnahmen

(z.B. Feststoffinertisierung durch Sorbalit, Zündquellenvermeidung, O₂ - Begrenzung, Druckentlastung)

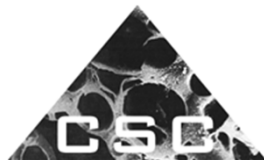


**LEITFADEN
ZUM SICHEREN UMGANG
MIT KOHLENSTOFFHALTIGEN ADSORBENTIEN
IN DER ABGASREINIGUNG**

- TECHNISCHE UND RECHTLICHE ASPEKTE -

Dr.-Ing. Wolfgang Esser-Schmittmann
Carbon Service & Consulting GmbH & Co.KG, Vettweiß

Dr. Ralph Semmler
Müller-BBM GmbH, Köln



Wesentliche Vereinfachungen und Erweiterungen gegenüber den bisherigen Vorgaben

Verfahrenstechnische Anwendung

→ Wanderbettadsorber:

- Verzicht auf zwingende Delta CO-Überwachung
Alternativ: Redundante Temperaturüberwachung

→ Flugstromadsorber:

- Vollständiger Verzicht auf Delta CO-Überwachung
- Primäre Maßnahmen zur Sicherstellung des Adsorbensaustrags
- Einsatz von “sicheren” Produkten



Resumee

- **Vorliegender Leitfaden dokumentiert die Grundlagen für den sicheren Betrieb mit kohlenstoffhaltigen Adsorbentien**
- **Berücksichtigung der aktuellen Regelwerke**
- **Berücksichtigung neuer Produkte und Entwicklungen**
- **Allgemein anerkannt als Genehmigungsgrundlage**
- **Vereinfachung der Verfahrenstechnik**
- **Vereinfachung der Sicherheitstechnik**

