

Steinkohlenflugasche

1

Der Rohstoff der Steinkohlenflugasche

- 1 Mineralstoff aus Kohle
- 2 Steinkohle – Entstehung
- 3 Steinkohle – Vorkommen
- 4 Steinkohle – Gewinnung

2

Die Produktion von Steinkohlenflugasche

- 1 Vom Rohstoff zum Produkt
- 2 Vom Kohlekorn zur Steinkohlenflugasche
- 3 Die Baustoffgewinnung
- 4 Die Bereitstellung des Baustoffes
- 5 Die Herstellung des Produkts – Ablaufschema

3

Stoffbeschreibung der Steinkohlenflugasche

- 1 Chemische Zusammensetzung
- 2 Korngrößenverteilung
- 3 Puzzolanität
- 4 Füllerwirkung

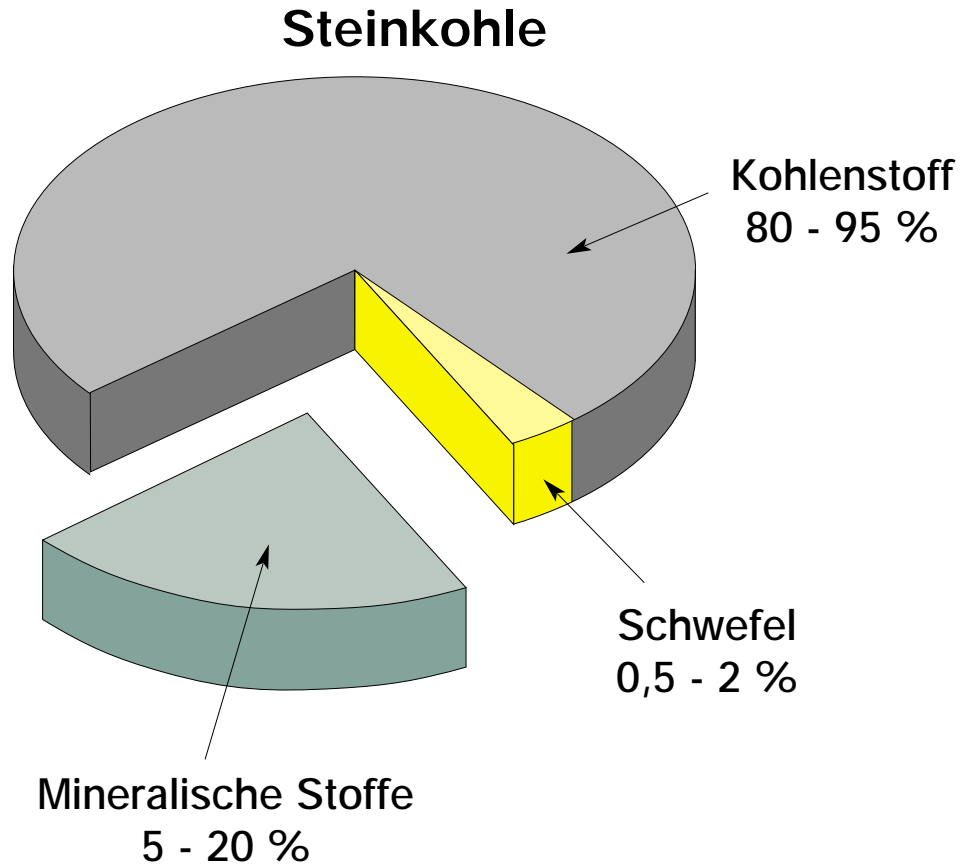
4

Die Anwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff

- 1 Betonzusatzstoff
- 2 Stoffraumbetrachtung
- 3 Nutzen für den Frischbeton
- 4 Nutzen für den Festbeton
- 5 Betonoptik
- 6 Nutzen für Betonherstellung und Verarbeitung
- 7 Nutzen für die Umwelt
- 8 Wirtschaftlichkeit
- 9 Anforderungen an Beton mit Steinkohlenflugasche (SFA)
- 10 Anrechenbarkeit

1. Der Rohstoff der Steinkohlenflugasche

Mineralstoff aus Kohle



Steinkohlenflugasche



Definition (DIN EN 450):

Steinkohlenflugasche ist feinkörniger Staub, der hauptsächlich aus kugelförmigen, glasigen Partikeln besteht, bei der Verbrennung feingemahlener Kohle entsteht, puzzolanische Eigenschaften hat und im wesentlichen aus SiO_2 und Al_2O_3 besteht.

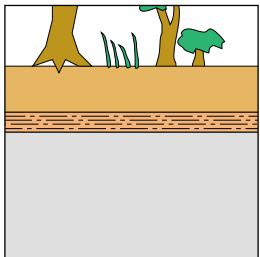
1. Der Rohstoff der Steinkohlenflugasche

Steinkohle – Entstehung

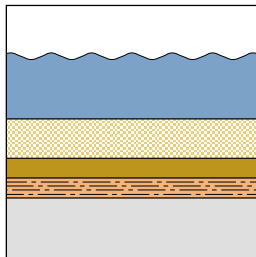
- Vor 300 Millionen Jahren wuchsen die Wälder der Steinkohlenzeit (Karbon)



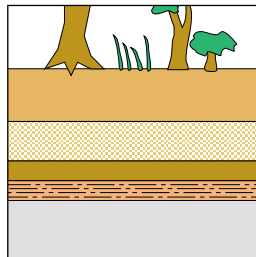
Wälder,
Moore



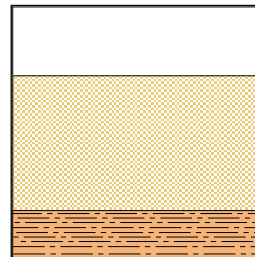
Absenkung,
Überflutung,
Sediment-
ablagerung



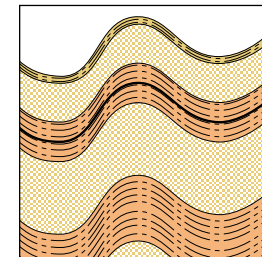
Neue Wälder,
neue Moore



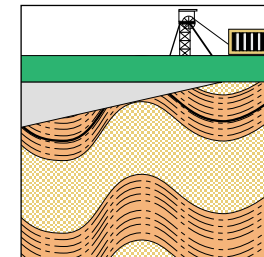
Druck,
Temperatur



Gebirgsfaltung

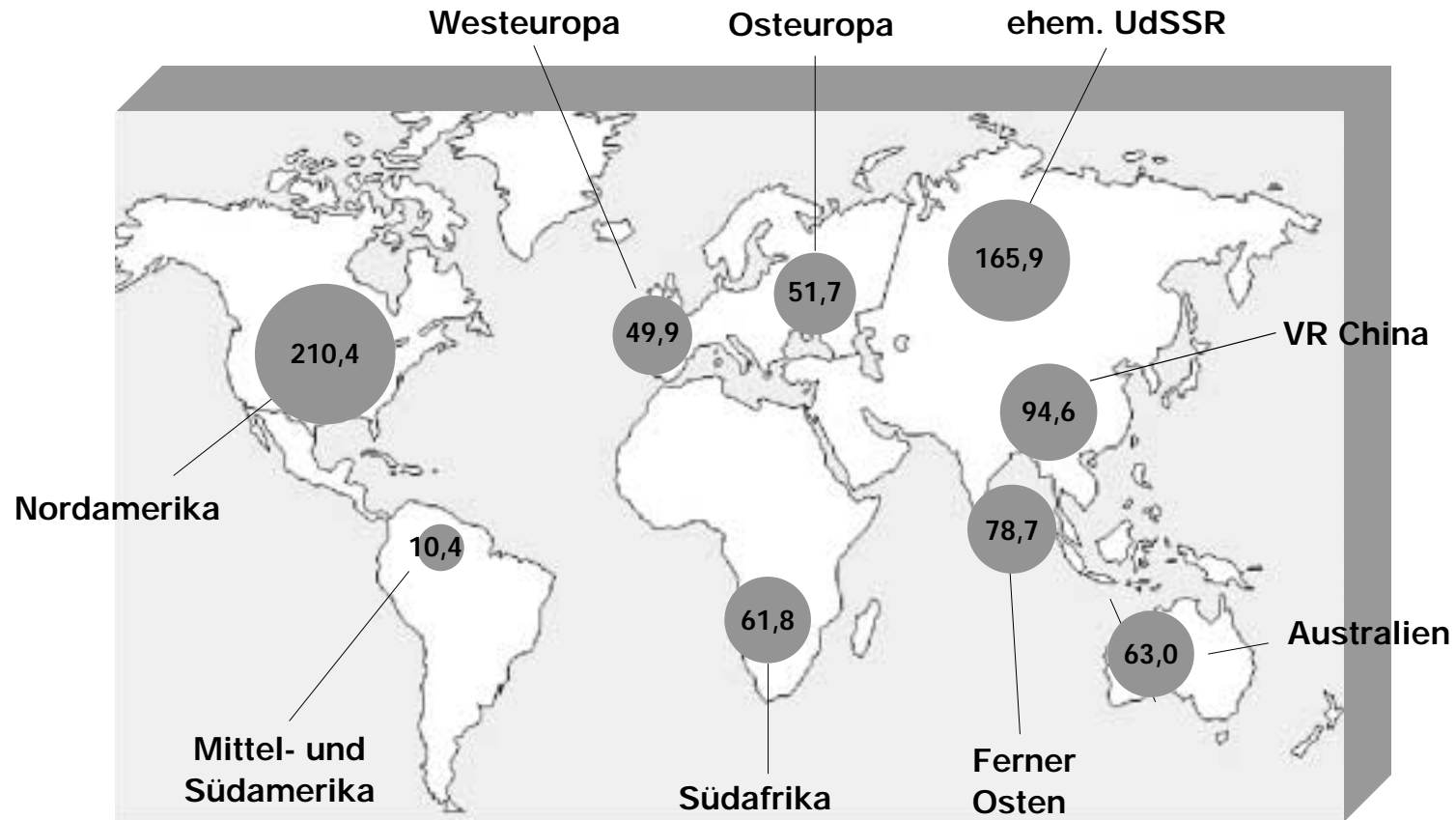


Abbau
und
Förderung



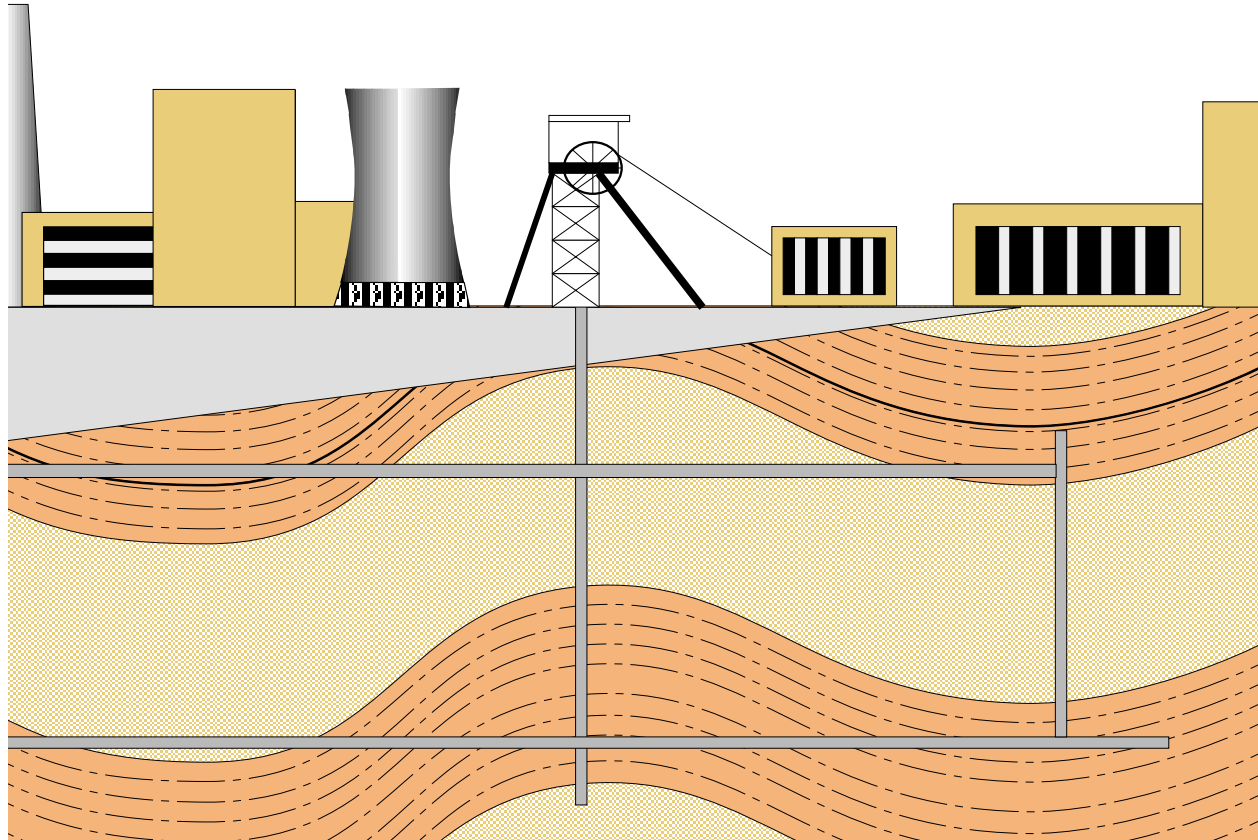
1. Der Rohstoff der Steinkohlenflugasche

Steinkohle – Vorkommen (in Mrd. t SKE)



1. Der Rohstoff der Steinkohlenflugasche

Steinkohle – Gewinnung

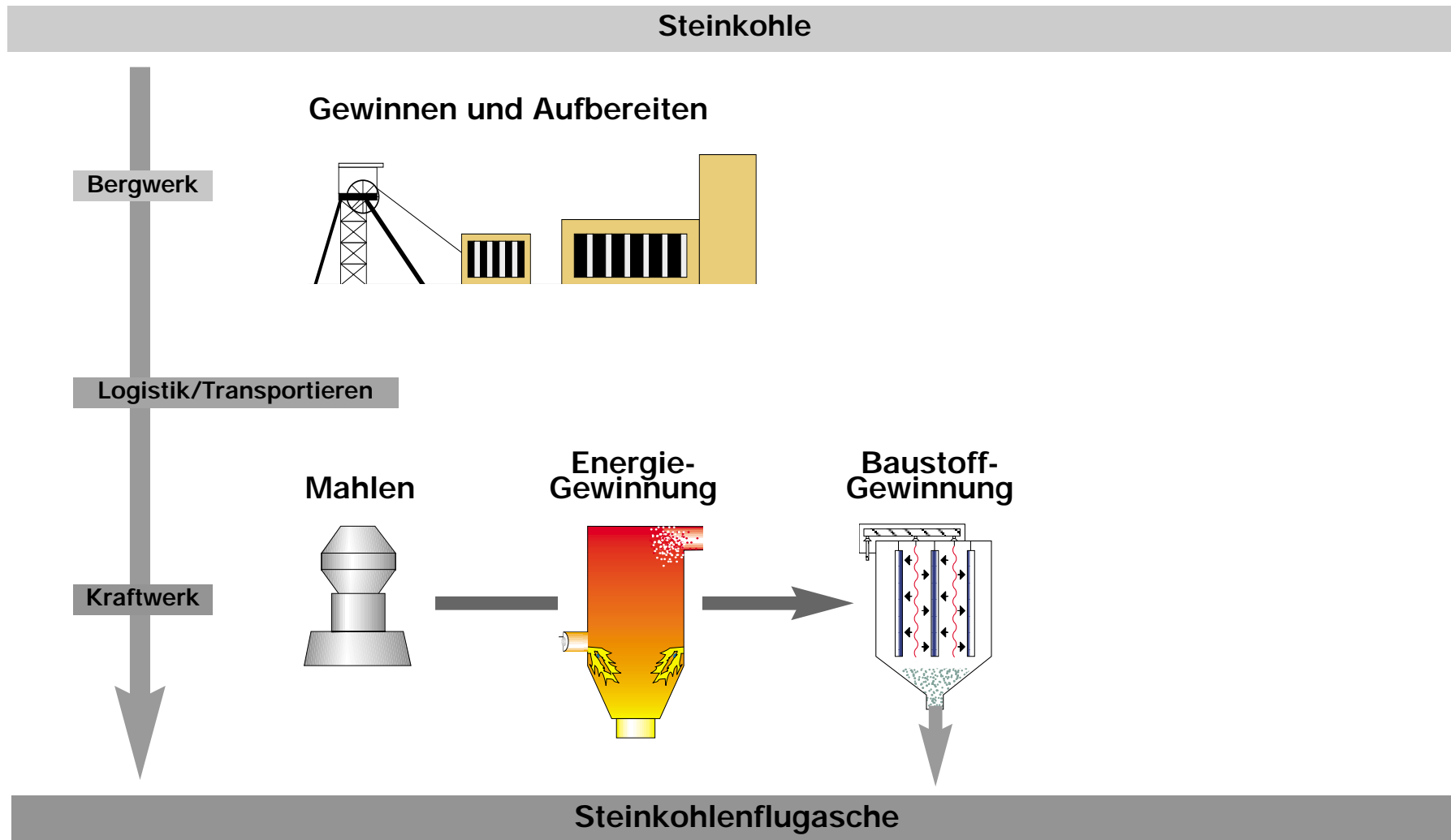


- Nach 300 Millionen Jahren gewinnt der Mensch mit Hilfe des Bergbaus die Pflanzen und Mineralstoffablagerungen von einst als Steinkohle.
- Im Zusammenhang mit der Energieproduktion nutzt er die Steinkohle auch zur Gewinnung der in ihr enthaltenen Mineralstoffe.

Steinkohle wird genutzt zur Herstellung von Energie und Baustoffen.

2. Die Produktion von Steinkohlenflugasche

Vom Rohstoff zum Produkt



2. Die Produktion von Steinkohlenflugasche

Vom Kohlekorn zur Steinkohlenflugasche

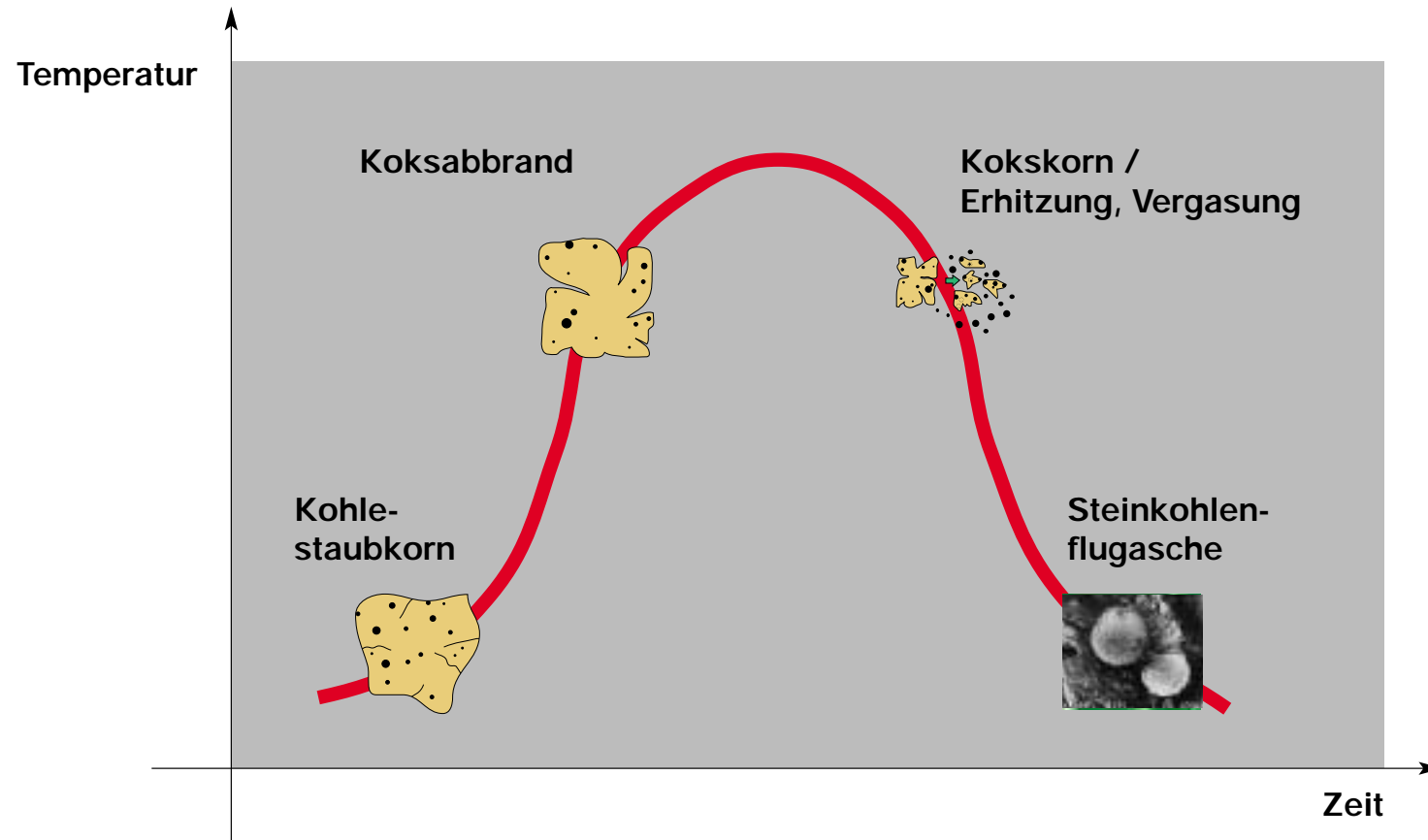
Verfahren	Feuerraum-temperatur	Produkte / Filter	Produkte / Kesselboden
Trocken- feuerung	1100°C bis 1300°C	Steinkohlen- flugasche	Kesselsand
Schmelzkammer- feuerung	1500°C bis 1700°C	Steinkohlen- flugasche	Schmelzkammer- granulat

Kohlenstaubfeuerung

- Steinkohle wird staubfein gemahlen und mit vorgewärmter Luft über Brenner in den Feuerraum des Kessels eingeblasen.
- Je nach Bauart des Feuerraumes wird zwischen Trockenfeuerung und Schmelzkammerfeuerung unterschieden.

2. Die Produktion von Steinkohlenflugasche

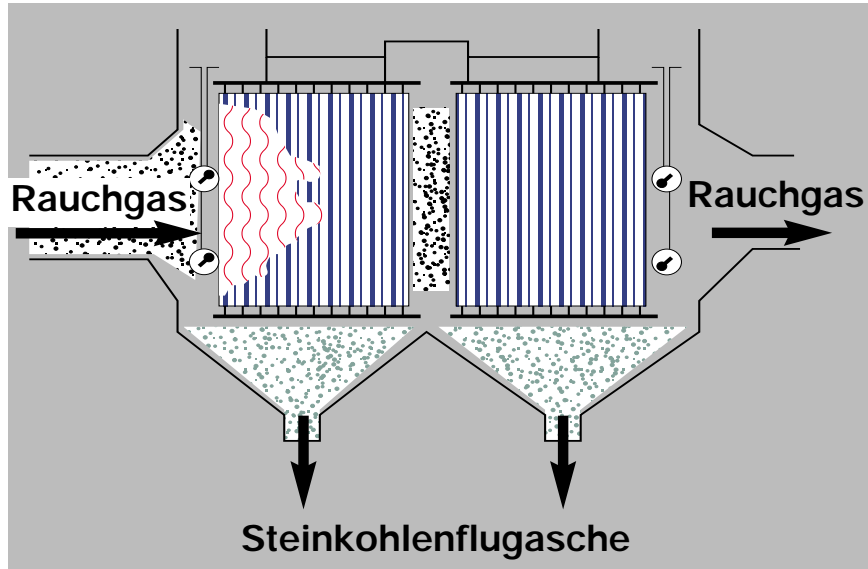
Vom Kohlekorn zur Steinkohlenflugasche



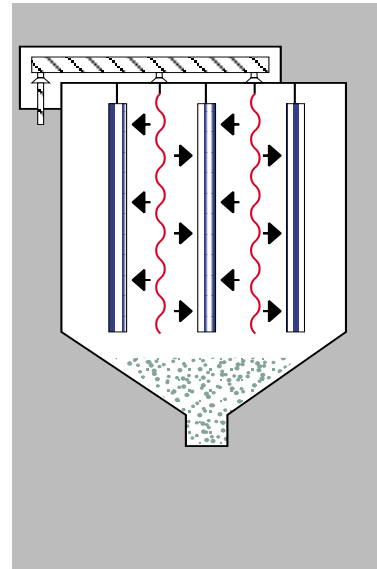
2. Die Produktion von Steinkohlenflugasche

Die Baustoffgewinnung im Elektrofilter

Längsschnitt






Querschnitt



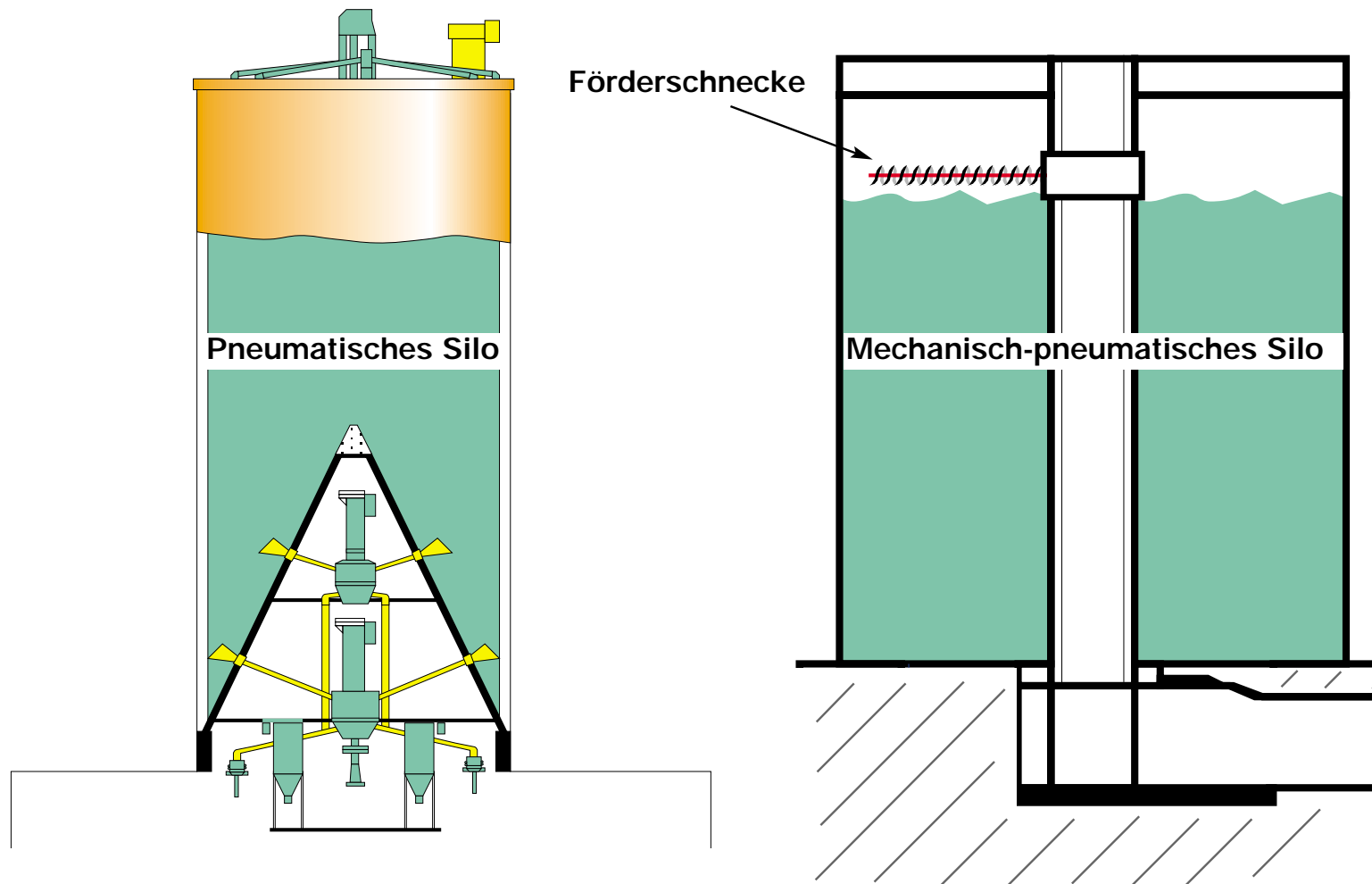
Arbeitsweise

Zwischen den Sprühelektroden und Niederschlagselektroden besteht aufgrund der angelegten Hochspannung ein elektrisches Feld, in dem sich die Steinkohlenflugaschepartikel im Rauchgas negativ aufladen. Sie werden von der Niederschlagselektrode angezogen, an der sie zunächst haften bleiben. Durch periodisches Abklopfen fällt die Steinkohlenflugasche in Sammeltrichter und wird von dort zum Silo gefördert.

-  Hochspannungsführende Sprühelektroden
-  Großflächige Niederschlagselektroden
-  Abklopfaggregate

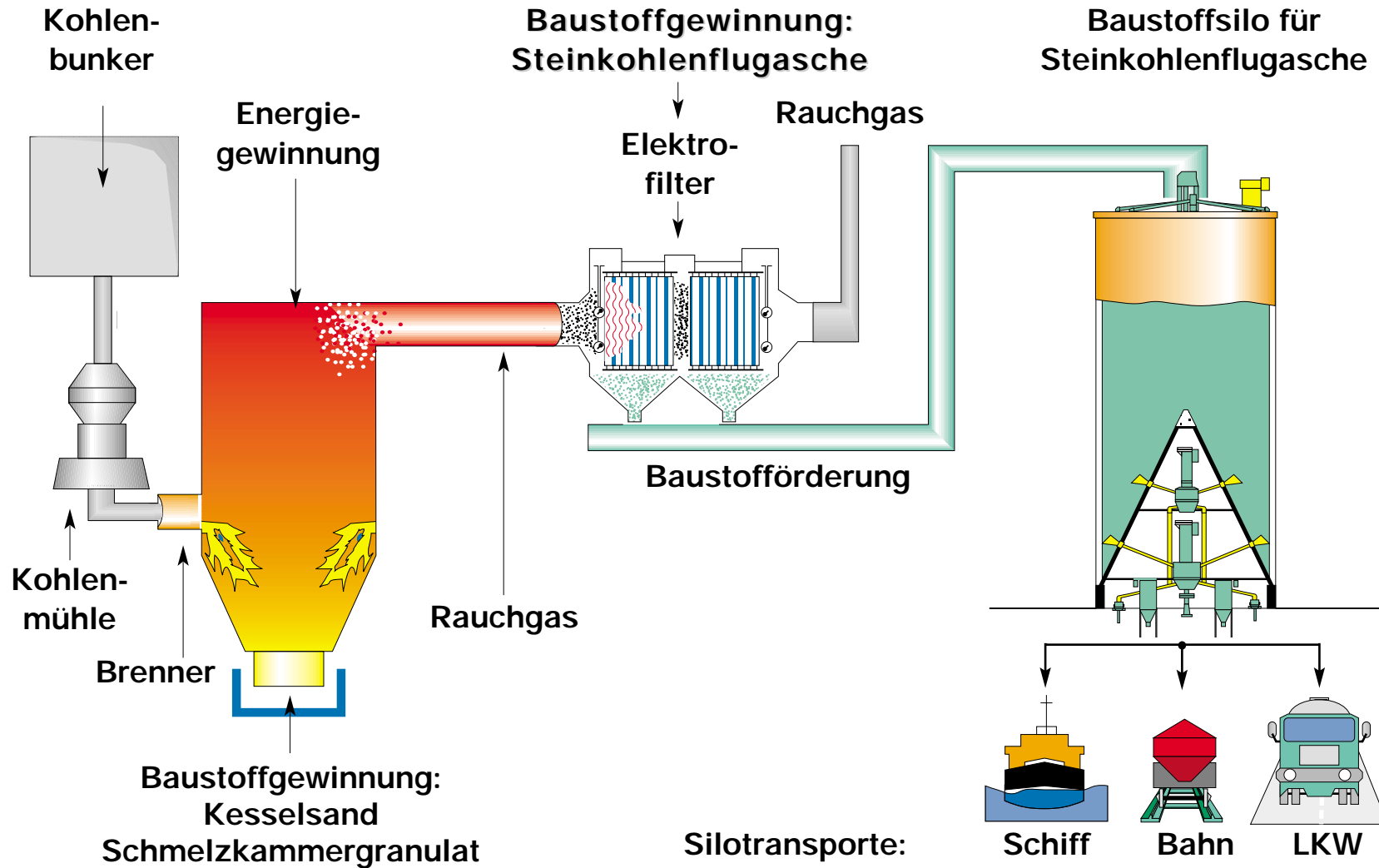
2. Die Produktion von Steinkohlenflugasche

Die Bereitstellung des Baustoffs



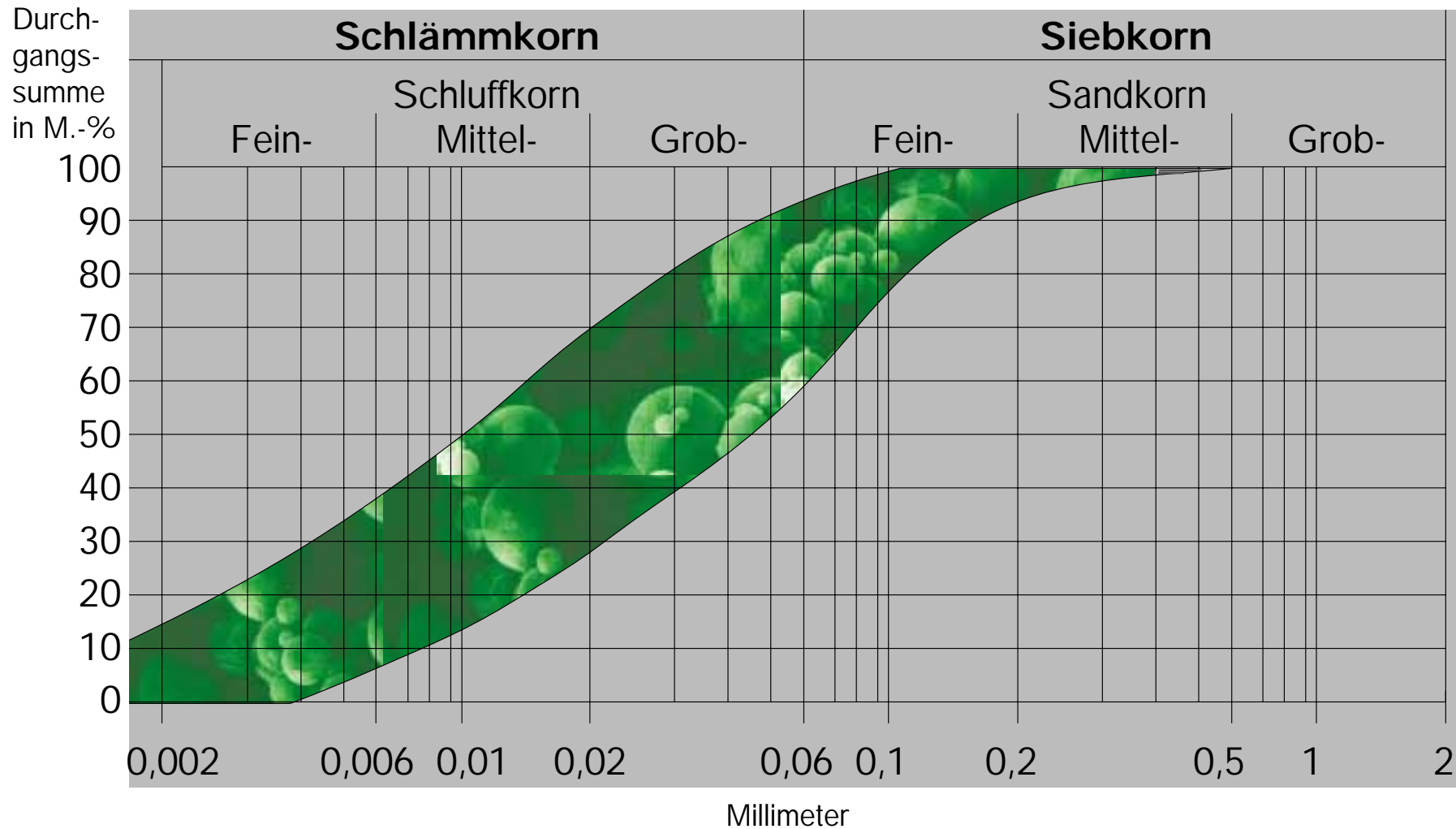
2. Die Produktion von Steinkohlenflugasche

Die Herstellung des Produkts – Ablaufschema



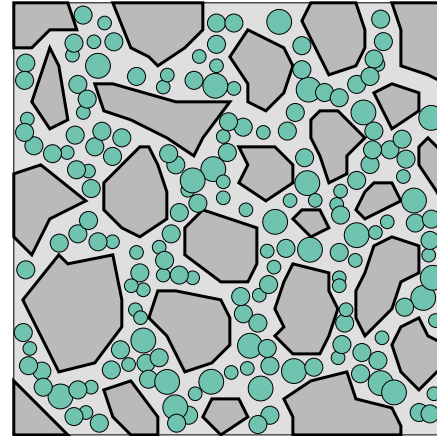
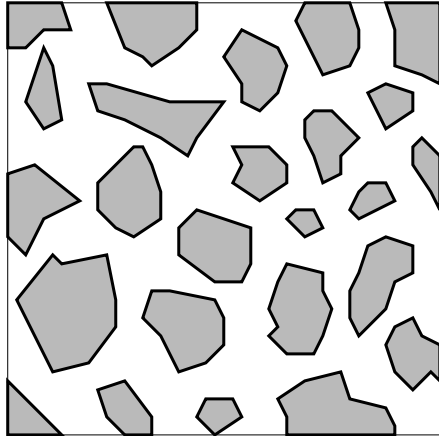
3. Stoffbeschreibung der Steinkohlenflugasche

Korngrößenverteilung



3. Stoffbeschreibung der Steinkohlenflugasche

Raumausfüllung



Korngemenge ohne und mit Füller

Definition

- Füller sind feinkörnige mineralische Stoffe, die in Baustoffen wie z.B. Beton, die Korngrößenabstufung der Feststoffpartikel verbessern. Durch eine Ausfüllung von Zwickeln wird die Raumausfüllung durch Feststoff verbessert und damit die Festigkeit gefördert.

3. Stoffbeschreibung der Steinkohlenflugasche

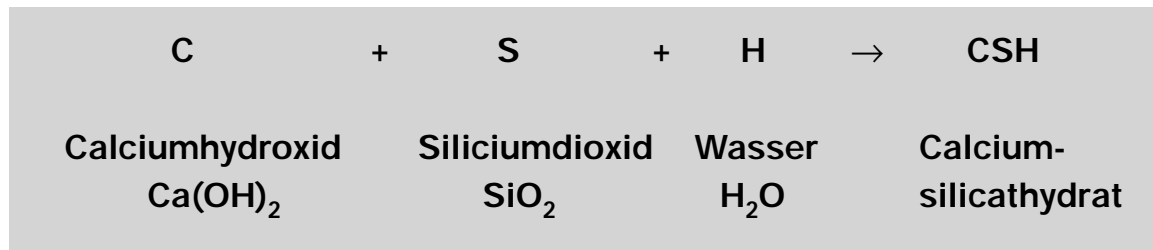
Puzzolanität

Definition

- Puzzolanität kennzeichnet eine Bindemittleigenschaft mineralischer Stoffe im System der hydraulischen Bindemittel.

Ein Puzzolan ist ein mehlfeiner, silikatischer Baustoff, der unter Zugabe von Calciumhydroxid und Wasser zu einer festen Masse reagiert.

Beispielhaftes Reaktionsprinzip



Wissenswertes

- Der Name der Puzzolane stammt von Vulkanerden, die in und bei der italienischen Stadt Pozzuoli am Fuße des Vesuv gefunden werden. Die Vulkanerde wurde bereits in der frühromischen Bautechnik als Baustoff verwendet.

4. Die Anwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff

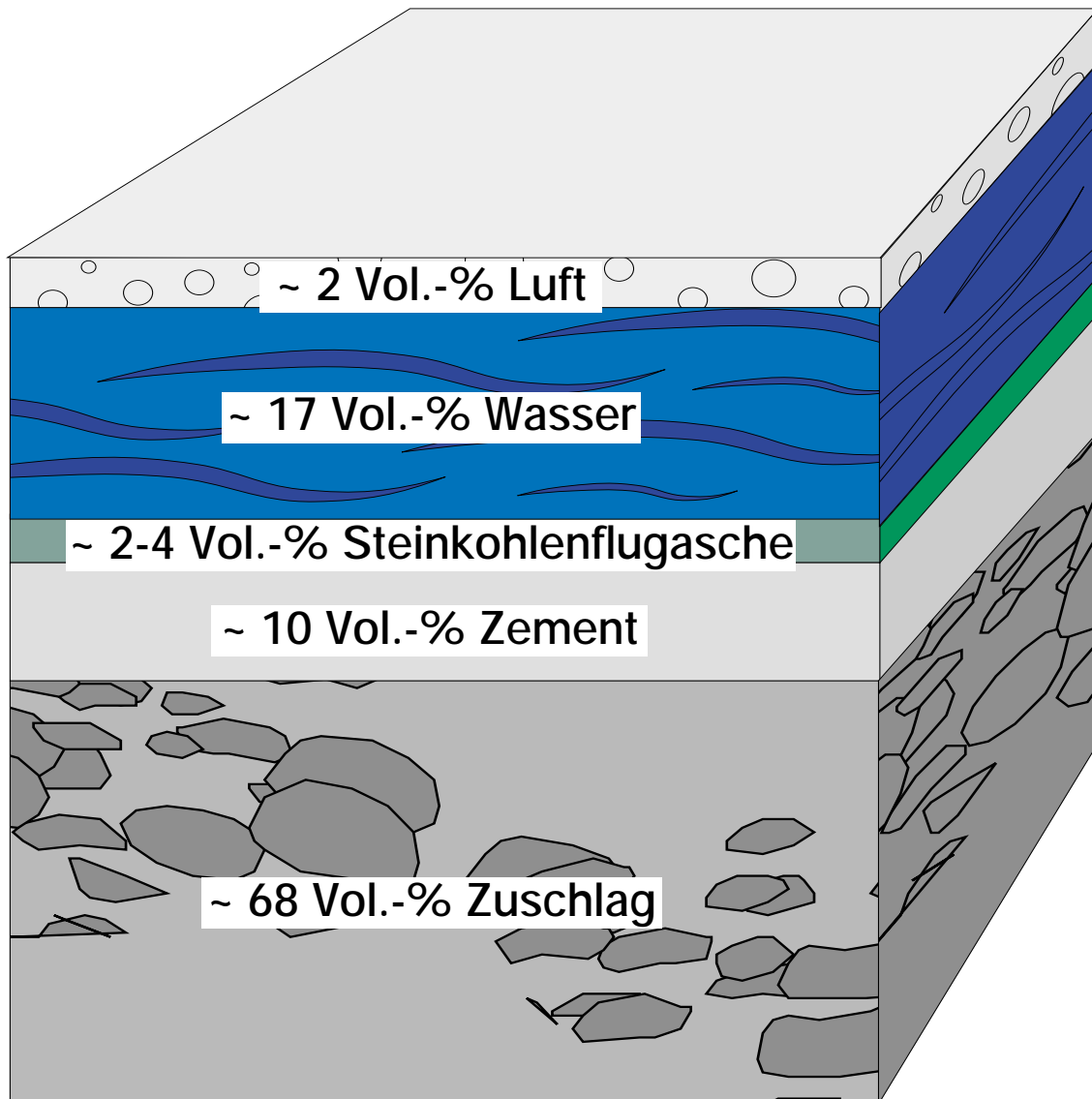
Betonzusatzstoff Steinkohlenflugasche

Definition

Steinkohlenflugasche ist ein nicht selbständiges Bindemittel, das dem Beton in größerer Menge zugegeben wird, um bestimmte Eigenschaften zu beeinflussen. Steinkohlenflugasche muß der DIN EN 450 entsprechen oder eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik Berlin haben.

4. Die Anwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff

Stoffraumbetrachtung Beton



4. Die Anwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff

Nutzen für den Frischbeton

- ➔ Reduzierung des Wasseranspruchs
- ➔ Verbesserung der Verarbeitbarkeit
- ➔ Verbesserung der Fließfähigkeit
- ➔ Verbesserung der Verdichtungswilligkeit
- ➔ Verringerung der Wasserabsonderung / Sedimentation
- ➔ Verringerung der Hydratationswärme

4. Die Anwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff

Nutzen für den Festbeton

- ➔ bessere Nacherhärtung
- ➔ höhere Endfestigkeit
- ➔ dichteres Gefüge
- ➔ besserer Korrosionsschutz der Bewehrung
- ➔ reduzierte Reißneigung
- ➔ größerer Widerstand gegen chemischen Angriff
- ➔ höherer Sulfatwiderstand
- ➔ besserer Widerstand gegen Karbonatisierung
- ➔ verminderte Alkali-Kieselsäure-Reaktion im Beton

4. Die Anwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff

Betonoptik

- ➔ verbesserte Sichtbetonflächen
- ➔ gleichmäßige Farbgebung
- ➔ saubere Fasen und Kanten
- ➔ weniger Ausblühungen

4. Die Anwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff

Nutzen für Betonherstellung und Verarbeitung

- ➔ **geringerer Verschleiß an Mischanlagen**
- ➔ **geringerer Verschleiß an Transportbetonfahrzeugen**
- ➔ **verbesserte Pumpfähigkeit**
- ➔ **geringerer Verschleiß an Betonpumpen**
- ➔ **geringerer Verschleiß an Pumpleitungen**

4. Die Anwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff

Nutzen für die Umwelt

Die Verwendung von Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff schont in erheblichem Umfang natürliche Ressourcen und führt durch Substitution von Bindemitteln zur Energieeinsparung und zur Verminderung des CO₂ - Ausstoßes.

Die gute Recyclingfähigkeit von Beton bleibt bei der Verwendung von Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff erhalten.

Die Umweltverträglichkeit und arbeitshygienische Unbedenklichkeit ist in vielen Untersuchungen nachgewiesen worden.

4. Die Anwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff

Wirtschaftlichkeit

- ➔ **weniger Zement durch Bindemitteloptimierung**
- ➔ **bessere Verarbeitbarkeit bei Einbau und Herstellung**
- ➔ **weniger Materialverschleiß an Pumpsystemen, Mischanlagen und Transportfahrzeugen**

4. Die Anwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff

Anforderungen an Beton nach DIN 1045 mit Steinkohlenflugasche (SFA)

DIN 1045 Abschnitt	Anwendung Betonart	Zementfestigkeitsklasse	Mindestzementgehalt ohne SFA z (kg/m ³)	Mindestzementgehalt mit SFA z+f (kg/m ³)	empfohlene SFA-Zugabe f (kg/m ³)	k-Wert	maximaler Wasser-Zementwert w/(z+k·f) (f ≤ 0,25 z)
Beton B I mit Eignungsprüfung, Beton II							
6.5.5.1 6.5.6.1	Stahlbeton	≥ CEM 32,5	240	240	40 - 80	0,4	0,75
6.5.2 6.5.5.1 (3)	Beton für Außenbauteile B I	CEM 32,5	300	270 + 30	60 - 80	0,4	0,60
6.5.5.1 (3)	Beton für Außenbauteile B I	≥ CEM 42,5	270	270	60 - 80	0,4	0,60
6.5.6.1	Beton für Außenbauteile B II		270	270	40 - 80	0,4	0,60

Tabelle 1 von 2

4. Die Anwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff

Anforderungen an Beton nach DIN 1045 mit Steinkohlenflugasche (SFA)

DIN 1045 Abschnitt	Anwendung Betonart	Zement- festigkeits- klasse	Mindestzementgehalt ohne SFA z (kg/m ³)	mit SFA z+f (kg/m ³)	empfohlene SFA-Zugabe f (kg/m ³)	k-Wert	maximaler Wasser- Zementwert w/(z+k·f) (f ≤ 0,25 z)
Beton mit besonderen Eigenschaften B II (Auswahl)							
6.5.7.2	wasserun- durchlässiger Beton	≥ CEM 32,5	240 / 270	240 / 270	40 - 80	0,4	0,60 (d≤40cm) 0,70 (d>40cm)
6.5.7.3	Beton mit hohem Frost- widerstand	≥ CEM 32,5	240 / 270	240 / 270	40 - 80	0,4	0,60
6.5.7.5	Beton mit hohem Wider- stand gegen chem. Angriff	≥ CEM 32,5	240 / 270	240 / 270	40 - 80	0,4	0,50 (starker Angriff) 0,60 (schwacher Angriff)
6.5.7.8	Unterwasser- beton	≥ CEM 32,5	350	280 + 70	70 - 120	0,7	0,60

Tabelle 2 von 2

4. Die Anwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff

Anforderungen an Beton nach DIN 4014 und nach DIN 4227 mit Steinkohlenflugasche (SFA)

Anwendung Betonart		Zement- festigkeits- klasse	Mindestzementgehalt ohne SFA z (kg/m ³)		empfohlene SFA-Zugabe f (kg/m ³)		k-Wert	maximaler Wasser- Zementwert w/(z+k·f) (f ≤ 0,25 z)
Sonstige Betone								
DIN 4014	Bohrpfahl- beton (0/32mm) (0/16mm)	≥ CEM 32,5	350 400	280 + 70 320 + 80	70 - 120 80 - 120	0,7	0,60 0,60	
DIN 4227	Spannbeton	≥ CEM 32,5	240/270	240/270	40 - 80	0,4	0,60	

4. Die Anwendung der Steinkohlenflugasche als Betonzusatzstoff

Anforderungen an Beton nach DIN 1045 Regelungen für den Einsatz zur Herstellung von Sulfatwiderstandsfähigem Beton

DIN 1045 Abschnitt	Zulässige Zementart	SFA-Gehalt	Wasser- bindemittel- wert
6.5.7.5 Absatz 5	CEM I CEM II / A-S CEM II / B-S CEM II / A-L	$f/(z+f) \geq 0,20$	$w (z + 0,4 f)$ (mit $f \leq 0,25 z$)
6.5.7.5 Absatz 5	CEM III / A CEM II / A-T CEM II / B-T	$f/(z+f) \geq 0,10$	$w (z + 0,4 f)$ (mit $f \leq 0,25 z$)