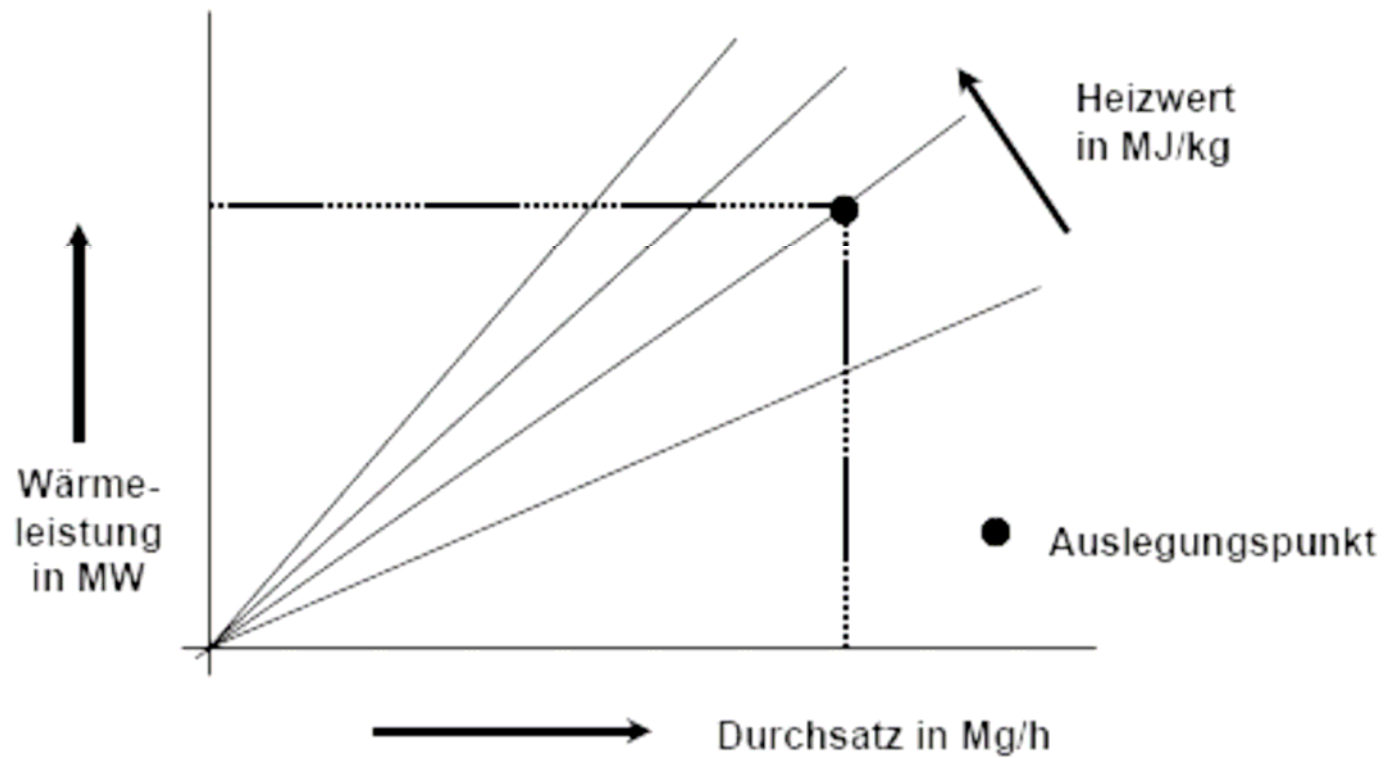
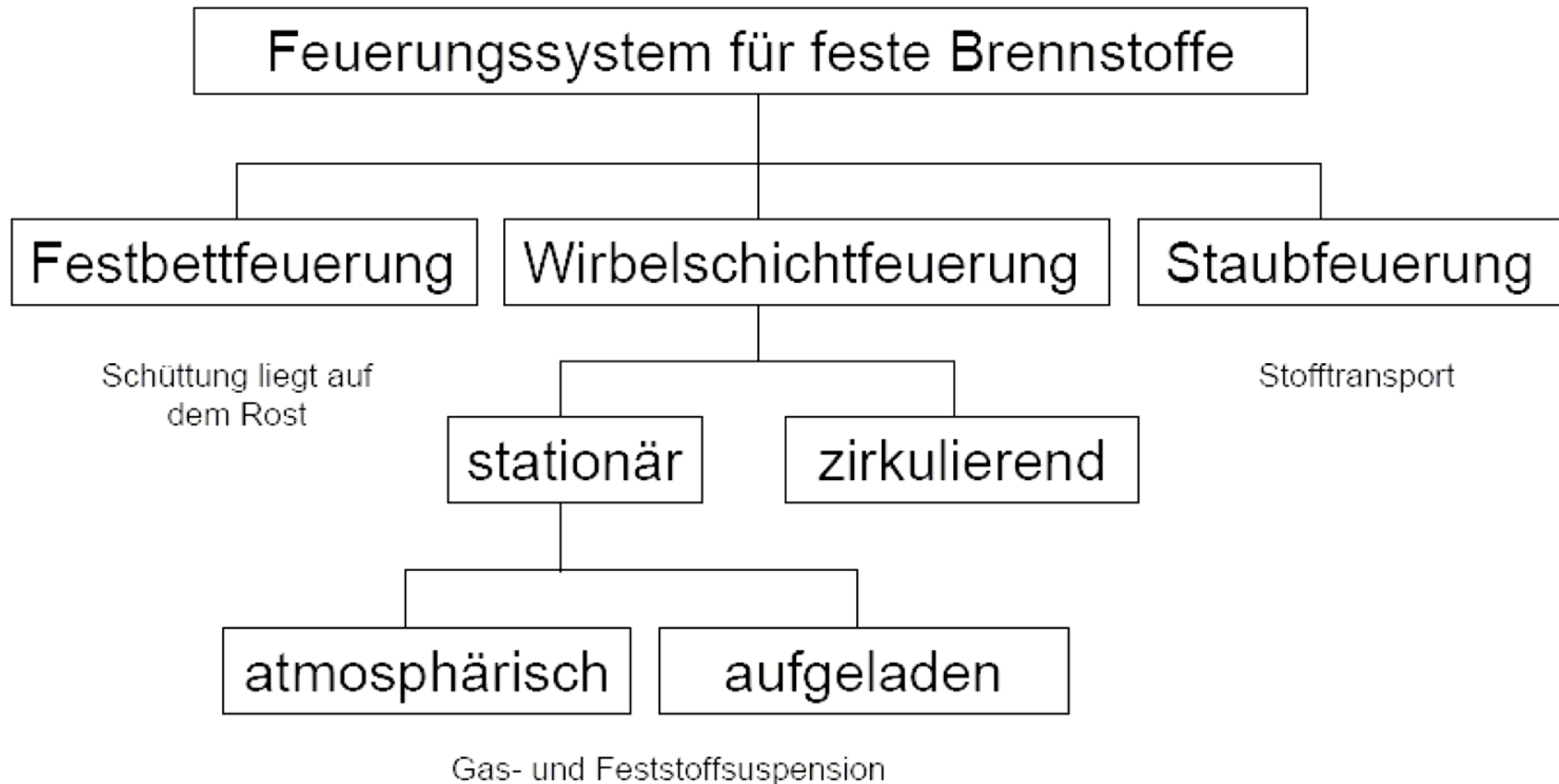


Energietechnik

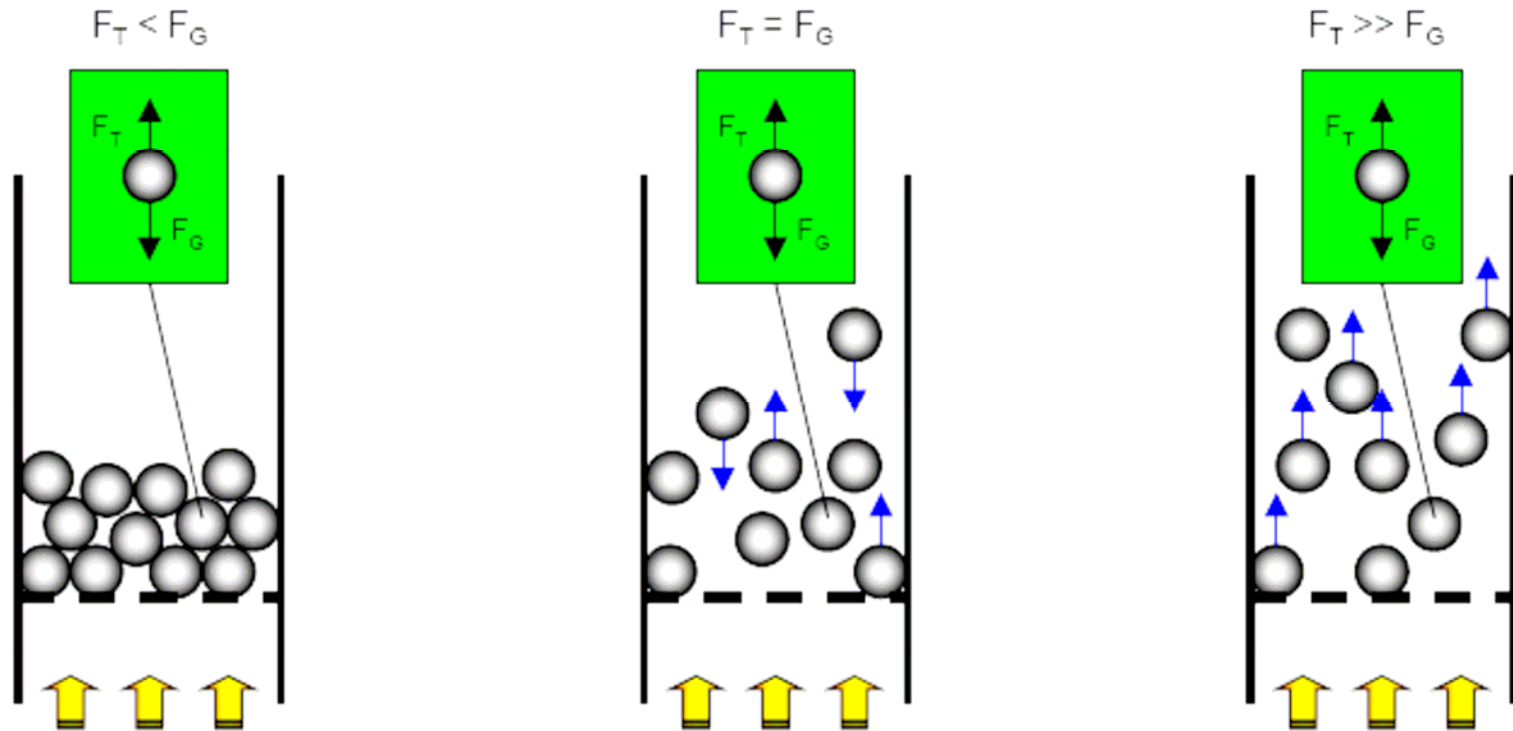
Feuerungssysteme und
Feuerraumdimensionierung

Feuerungsleistungsdiagramm





Kraftwirkung am Feststoffpartikel



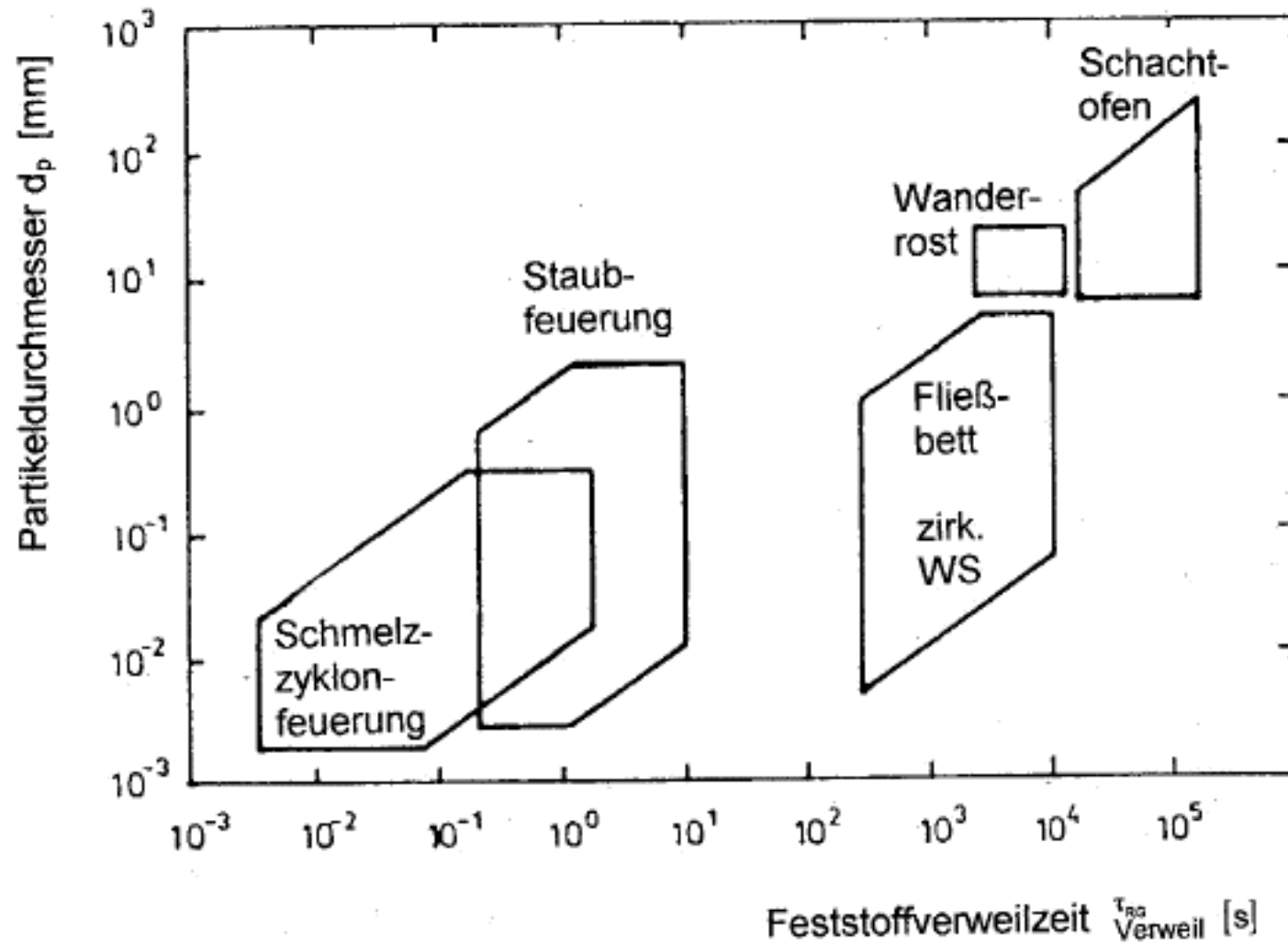
Festbettfeuerung
(Schüttung ruht auf dem Rost)

Wirbelschichtfeuerung
(Gas-/ Feststoffsuspension)

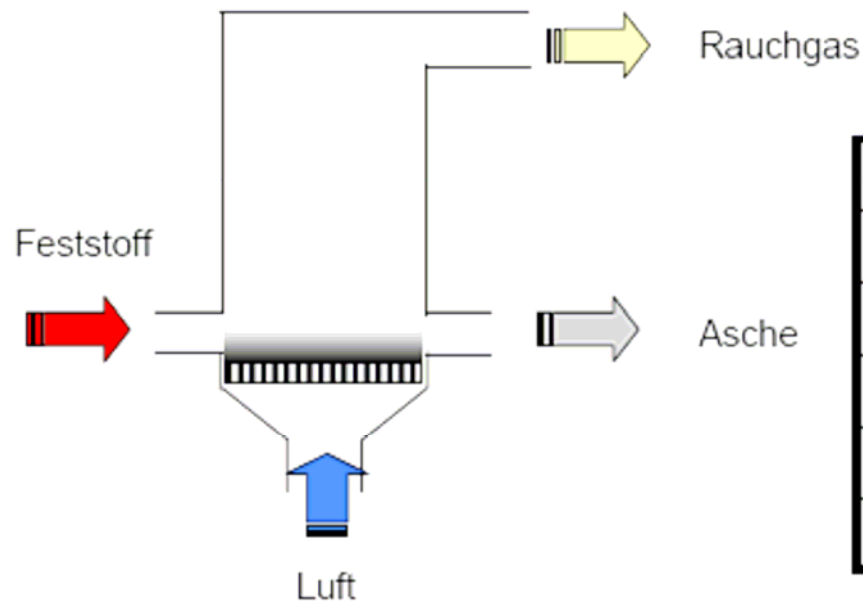
Staubfeuerung
(Stofftransport)

\uparrow = Bewegungsrichtung F_A = Auftriebskraft F_W = Widerstandskraft F_G = Schwerkraft
 $F_T = F_A + F_W = \text{Transportkraft}$

Feuerungssysteme – typische Arbeitsbereiche

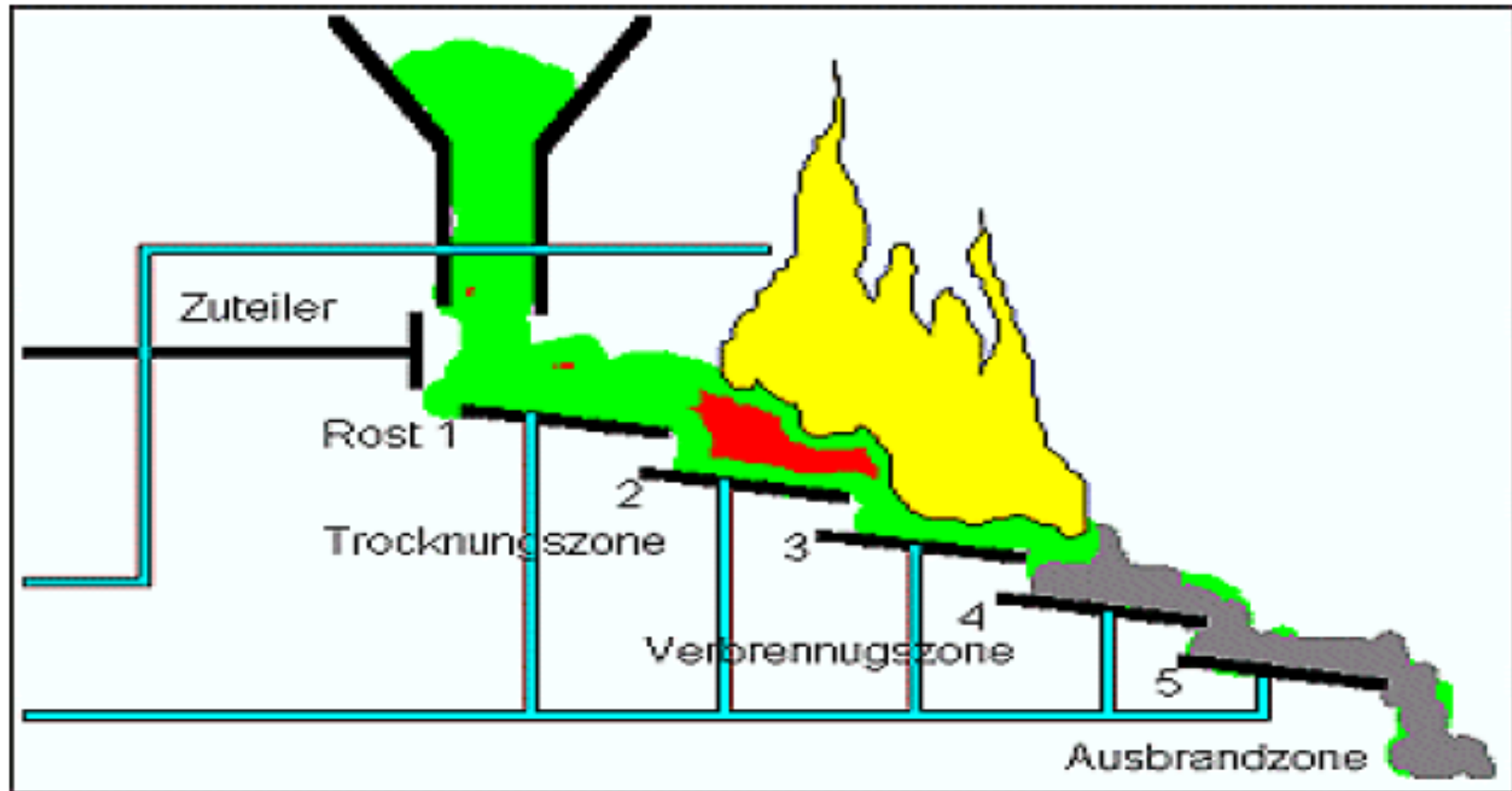


Festbettfeuerung



Typische Geschwindigkeiten in m/s	0,3 ... 8
Typische Feststoffverweilzeiten in h	1,5
Mindestluftbedarf λ	1,3 ... 1,6
maximale Feuerungstemperatur in °C	bis 1.200
Partikelgrößen in mm	0,5 ... 400
mittlere Partikelgröße in mm	50

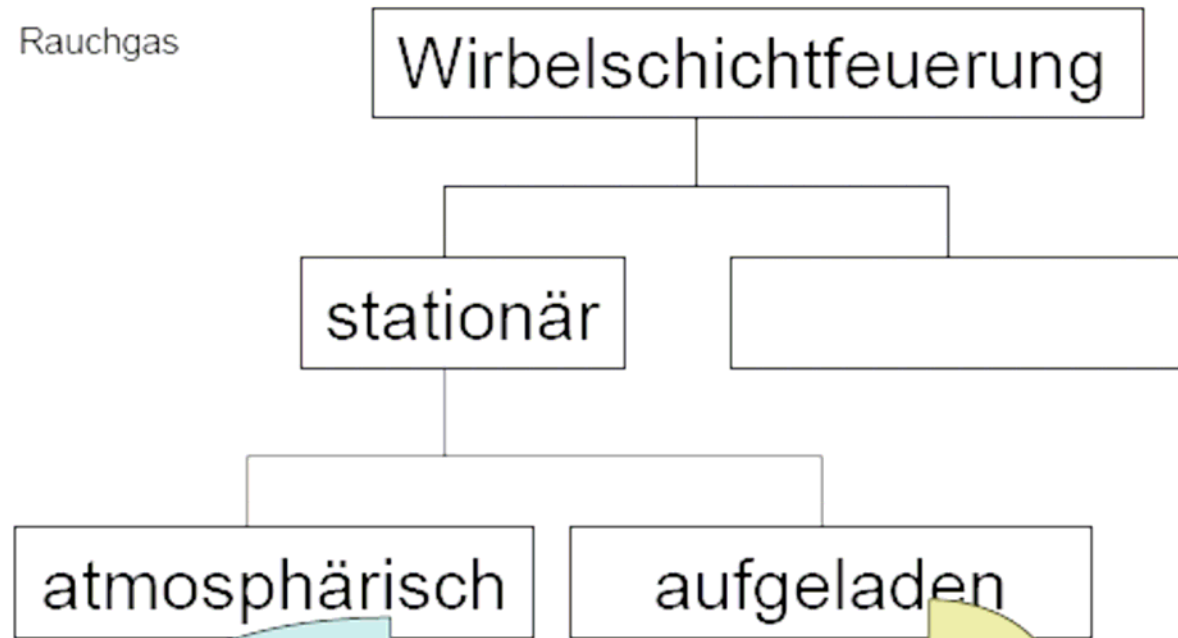
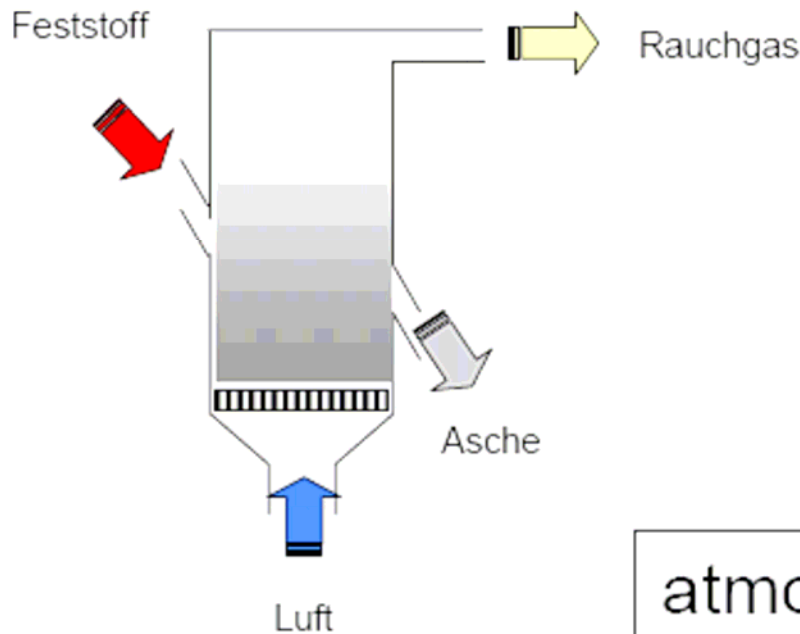
Schrägverschubrostfeuerung



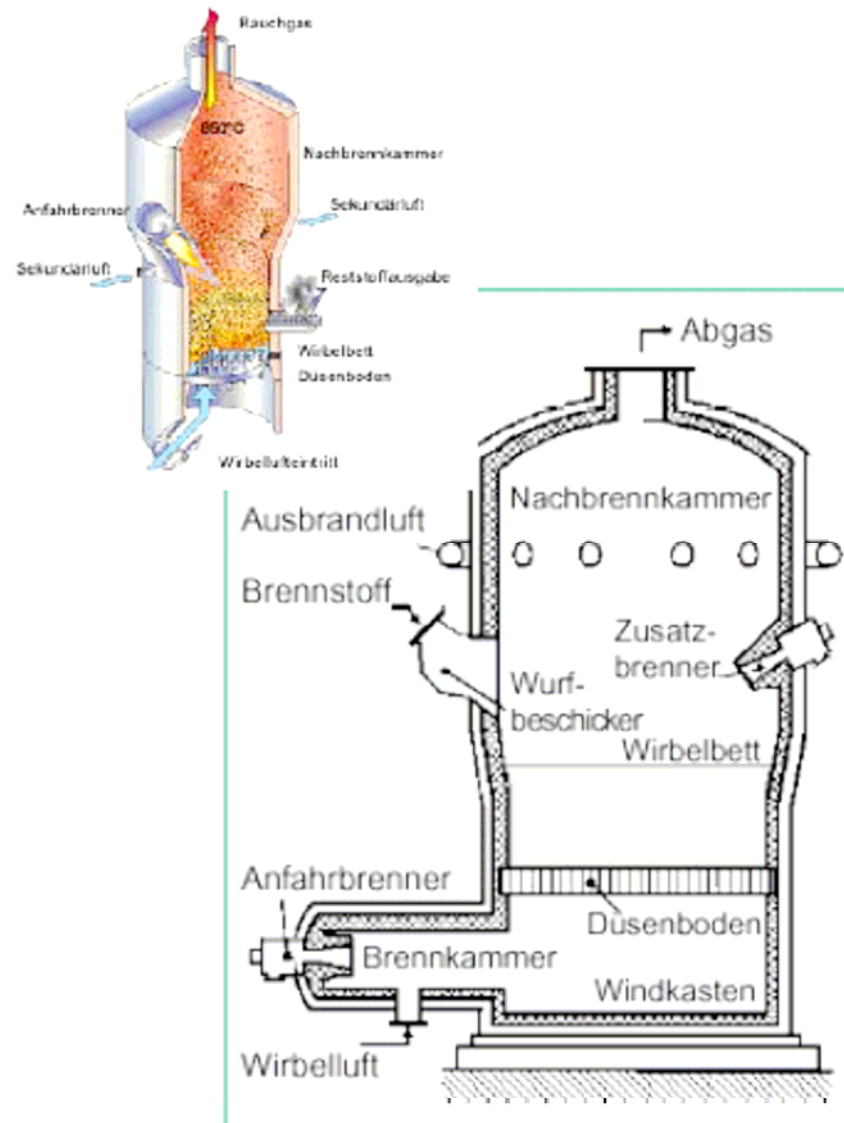
Wirbelschichtfeuerung

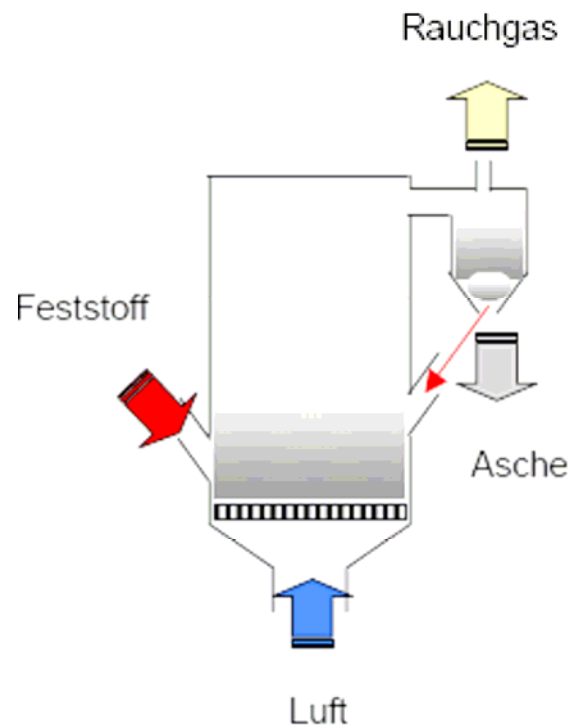
Die Wirbelschichtfeuerung hat durch die hohe Luftgeschwindigkeit ein aufgewirbeltes schwebendes Brennstoffbett.

Ihr verfahrenstechnisches Prinzip beruht darauf, dass eine Schüttung aus körnigen, inerten (*träge, wenig reaktionsfreudig*) Feststoffen (Quarzsand, Kalkstein, Asche u.a.) im Brennraum über einem Düsenboden von unten durch Luft angeströmt wird, so dass die Feststoffe in einem aufgewirbelten Schwebезustand versetzt werden.

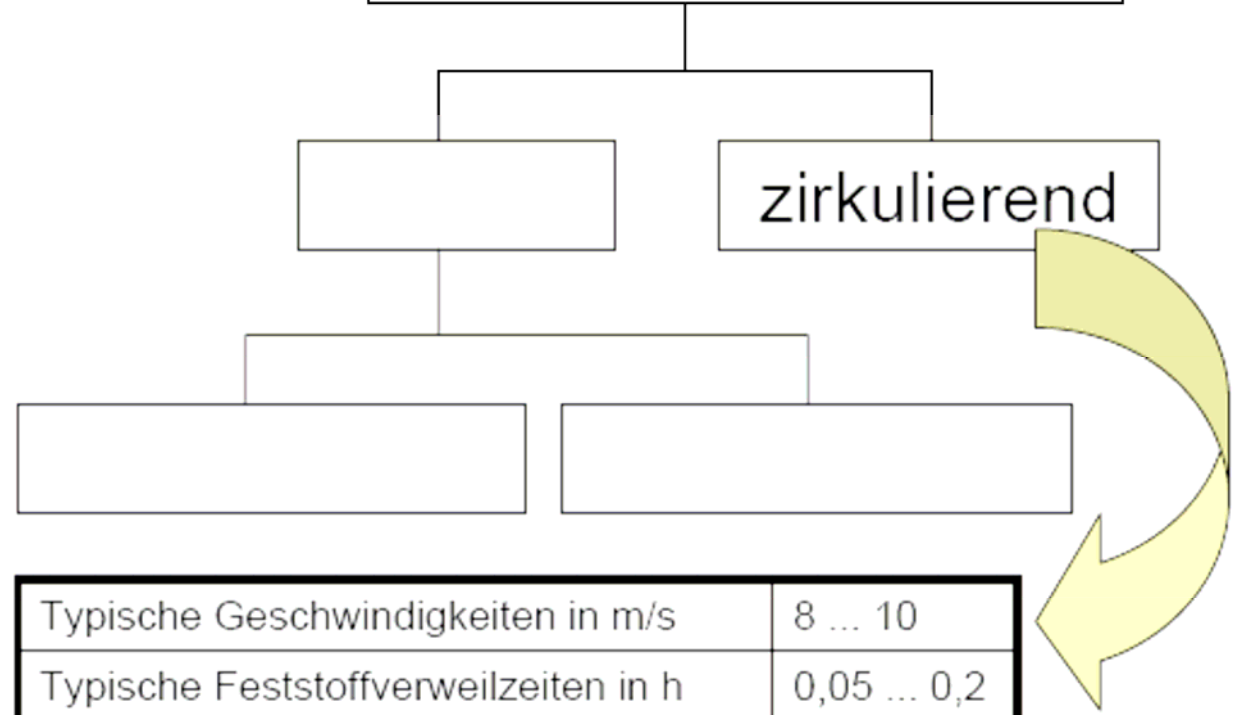


Typische Geschwindigkeiten in m/s	0,1 ... 2,5	0,5 ... 3
Typische Feststoffverweilzeiten in h	0,2 ... 1	--
Mindestluftbedarf λ	1,1 ... 1,5	1,2 ... 1,5
maximale Feuerungstemperatur in °C	bis 1.000	750 ... 900
Partikelgrößen in mm	1 ... 20	1 ... 20
mittlere Partikelgröße in mm	2	2



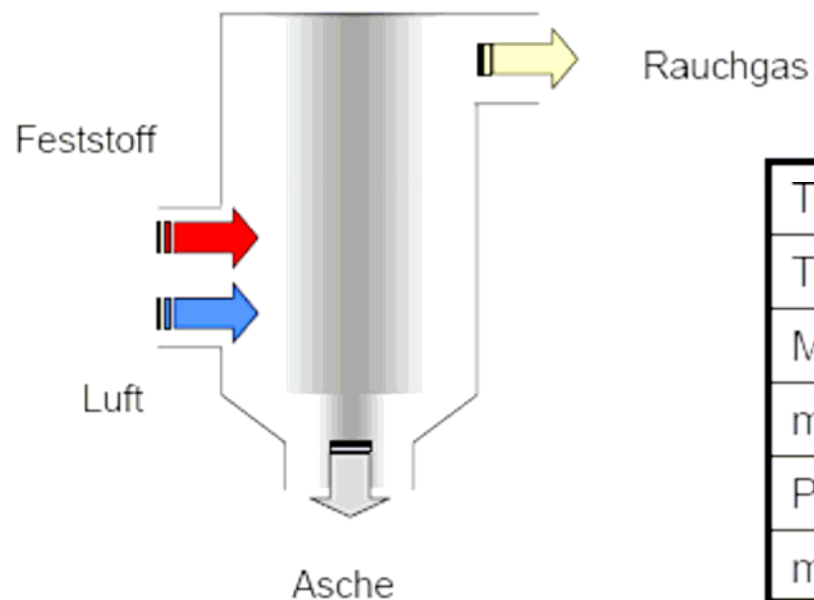


Wirbelschichtfeuerung



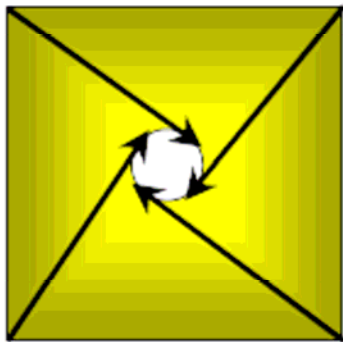
Typische Geschwindigkeiten in m/s	8 ... 10
Typische Feststoffverweilzeiten in h	0,05 ... 0,2
Mindestluftbedarf λ	1,1 ... 1,3
maximale Feuerungstemperatur in °C	bis 1.000
Partikelgrößen in mm	0,15 ... 20
mittlere Partikelgröße in mm	0,25

Staubfeuerung

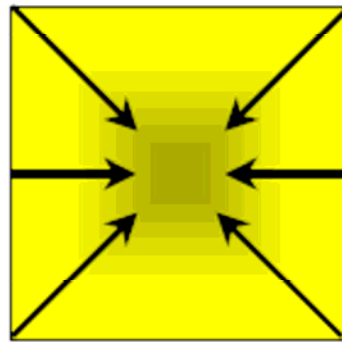


Typische Geschwindigkeiten in m/s	> 8
Typische Feststoffverweilzeiten in s	0,01 ... 1
Mindestluftbedarf λ	1,05 ... 1,15
maximale Feuerungstemperatur in °C	1.100 ... 1.500
Partikelgrößen in mm	0,01 ... 0,8
mittlere Partikelgröße in mm	0,1

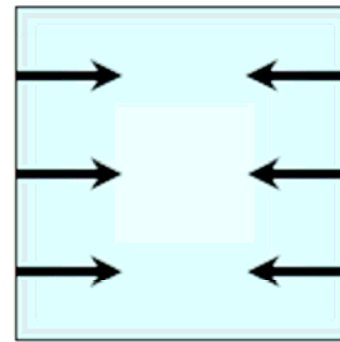
Anordnung von Kohlenstaubbrennern



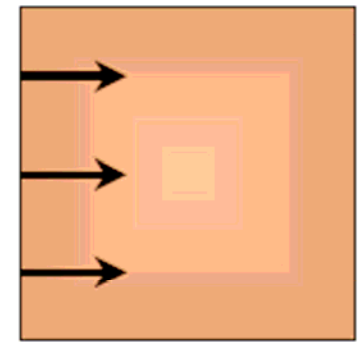
Tangential-
feuerung



Zweipunkt-
feuerung



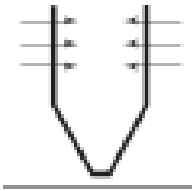
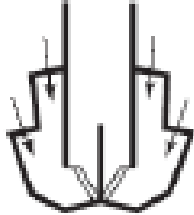
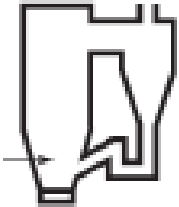
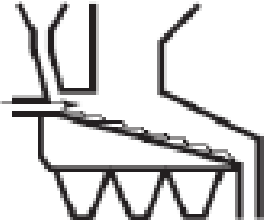
Boxer-
feuerung



Front-
feuerung

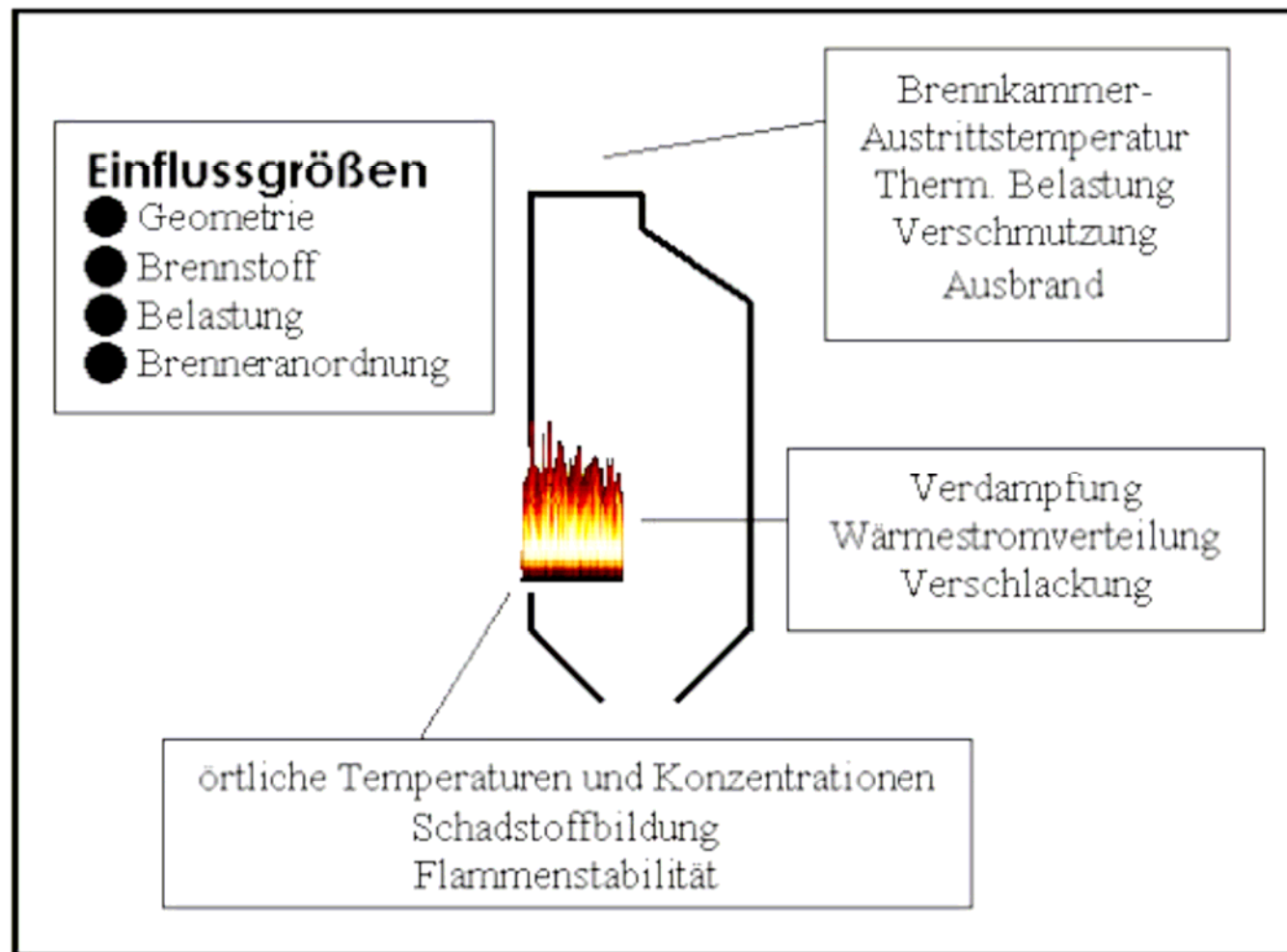
Charakteristische Größen für Staubfeuerungen (Braunkohle) im Kraftwerksbereich

Verbrennungstemperatur	$^{\circ}\text{C}$	1.100 – 1.300
Feuerraumendtemperatur	$^{\circ}\text{C}$	950 – 1.150
Gasgeschwindigkeit im Feuerraum	m/s	4 - 8
Verweilzeit der Gase im Feuerraum	s	1 - 3
Luftzahl	-	1,2 – 1,5
Verweilzeit des Brennstoffs im Feuerraum	s	1 - 3
Thermische Volumenbelastung	MW/m^3	0,06 – 0,15
Thermische Querschnittsbelastung	MW/m^2	2,5 - 5
Thermische Oberflächenbelastung	MW/m^2	0,25 – 0,4
Thermische Gürtelflächenbelastung	MW/m^2	0,4 - 1
Feuerungswirkungsgrad	-	0,96 – 0,99

	<p>Trockenfeuerung</p>	<p>bevorzugt Kohle</p>
	<p>Schmelzfeuerung</p>	<p>Niederflüchtige, Asche</p>
	<p>Zirkulierende Wirbelschichtfeuerung</p>	<p>Steinkohle, Braunkohle, Minderwertige Kohle, Holz, Klärschlamm</p>
	<p>Rostfeuerung</p>	<p>Kohle, Torf, Klärschlamm, Müll</p>

- Brennkammerdimensionierung -

Problemstellung bei der Brennkammerauslegung

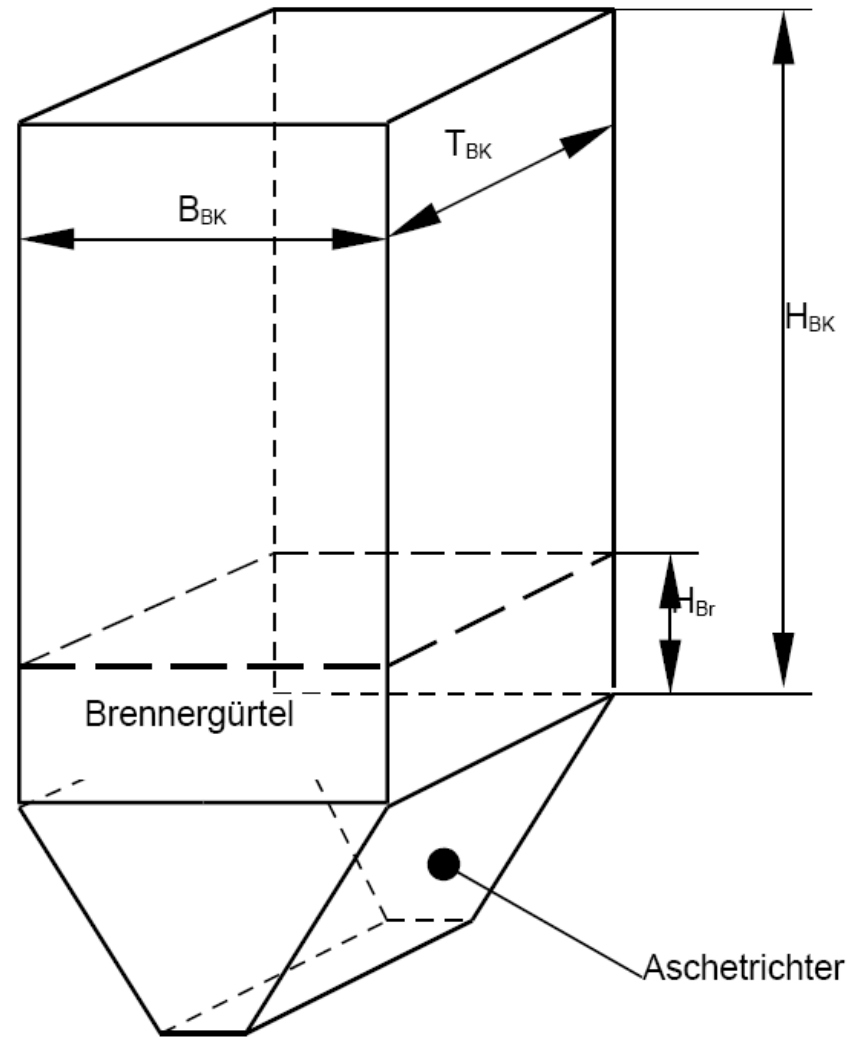


Auslegungskriterien

Um sowohl den Feuerraumquerschnitt als auch die Brenneranordnung und Feuerraumhöhe in erster Näherung festzulegen, werden in der Praxis spezifische Kennzahlen verwendet.

Sie wurden durch systematisches Untersuchen und Auswerten ausgeführter Anlagen empirische ermittelt.

Diese Kennzahlen erlauben eine Beurteilung nur, wenn sie gesamtheitlich betrachtet werden.



Volumenbelastung (Ausbrand / Verschlackung):

$$q_V = \frac{\dot{Q}_{zu}}{V_{BK}} \quad \text{in} \quad \frac{MW}{m^3}$$

\dot{Q}_{zu} – der Brennkammer zugeführter Wärmestrom in MW

V_{BK} – Brennkammervolumen

Querschnittsbelastung (Zündstabilität / Strömung):

$$q_A = \frac{\dot{Q}_{zu}}{A_{BK}} \quad \text{in } \frac{MW}{m^2}$$

A_{BK} – Brennkammerquerschnitt

Höhe der Brennkammer: $H_{BK} = \frac{V_{BK}}{A_{BK}} \quad \text{in m}$

Bei quadr. Querschnitt: $B_{BK} = T_{BK} = \sqrt{A_{BK}} \quad \text{in m}$

Gürtelbelastung (thermische Wandbelastung des Brennergürtels):

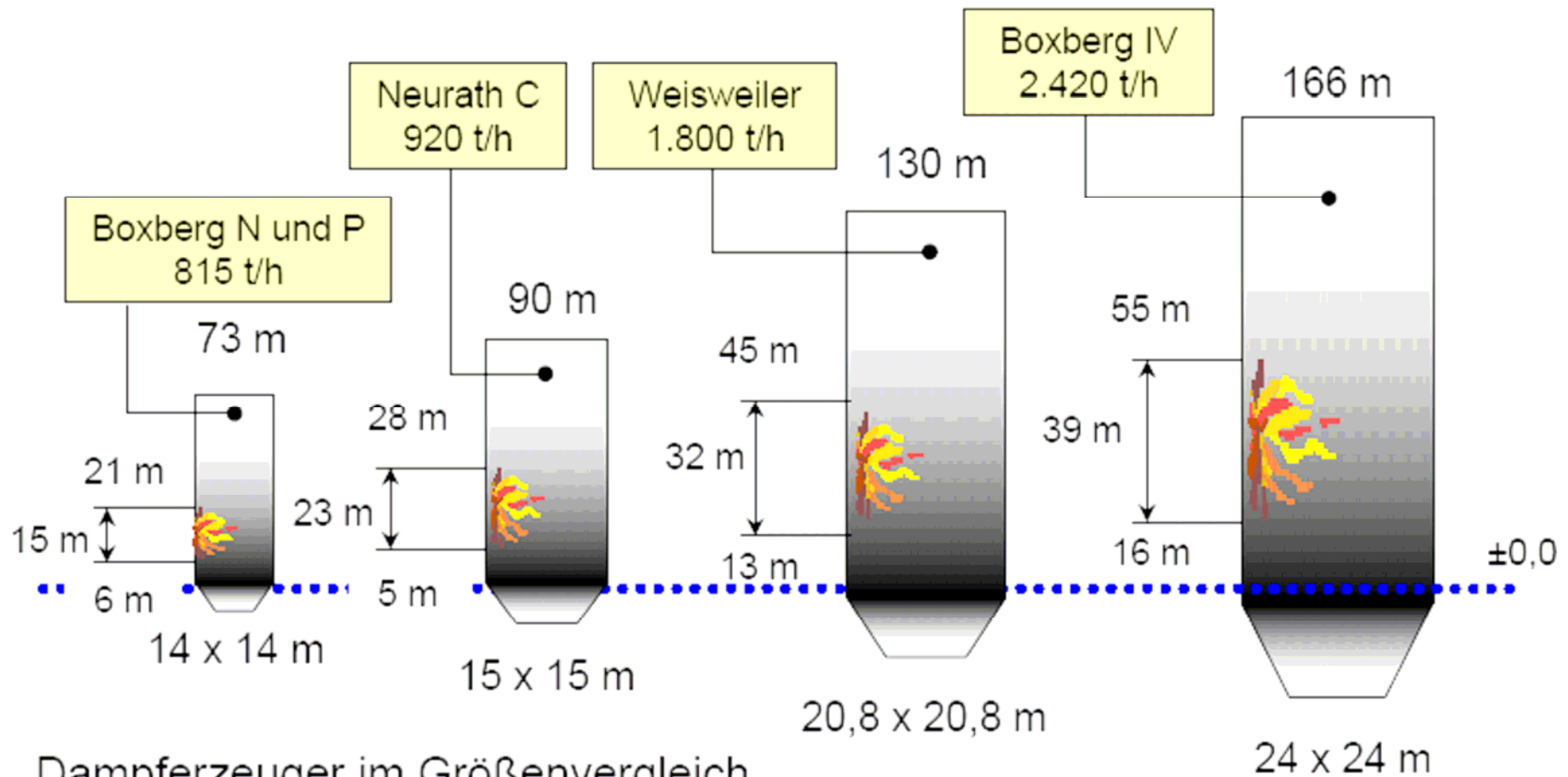
$$q_H = \frac{\dot{Q}_{zu}}{A_H} = \frac{\dot{Q}_{zu}}{2 * H_{BG} * (T_{BK} + B_{BK})} \text{ in } \frac{MW}{m^2}$$

A_H – Brennkammergürtelquerschnitt

Brennkammer-Wärmebelastung für verschiedene Brennstoffe

Brennstoff	Brennkammerbelastung			
	Volumen MW/m ³		Querschnitt MW/m ²	Gürtel MW/m ²
	Rost	Staub		
Kohle	0,2 ... 0,3	0,1 ... 0,2	2,5 ... 5,0	1,0 ... 1,2
Öl, Gas	0,23 ... 0,3		4,0 ... 7,0	nicht festgelegt

Quelle: Effenberger



Dampferzeuger im Größenvergleich