

Zerkleinerung 4.1

Zur Herstellung eines Füllstoffes wird Siliziumdioxid mit einer Aufgabepartikelgröße von 5 mm und einem BOND-Index von $c_B = 653 \text{ m}^{2,5}/\text{s}^2$ in einer Kugelmühle trockenzerkleinert. Berechnen Sie die Partikelgröße, die nach einer massenbezogenen Zerkleinerungsarbeit von 36 kWh/t erreicht wird.

Die Untergrenze des BOND-Bereiches kann mit 50 μm angenommen werden.

Lösung:

Aufgabepartikelgröße: $x_a := 5000 \cdot 10^{-6} \cdot \text{m}$

Bond-Index von SiO_2 : $c_B := 653 \cdot \text{m}^{2,5} \cdot \text{sec}^{-2}$

massenbezogene Zerkleinerungsarbeit: $W_m := 36 \cdot \frac{\text{kW} \cdot \text{hr}}{\text{tonne}} \rightarrow W_m = 1,3 \times 10^5 \frac{\text{joule}}{\text{kg}}$

Bereichsgrenzen:

BOND/Rittinger (Untergrenze)(μm): $x_{Bu} := 50 \cdot 10^{-6} \cdot \text{m}$

Kick/BOND (Obergrenze)(μm): $x_{Bo} := 50000 \cdot 10^{-6} \cdot \text{m}$

Berechnung des Energiebedarfs bis zum Erreichen der BOND Untergrenze:

spezifischer Energiebedarf im Bond-Bereich:

$$e_B := c_B \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{x_{Bu}}} - \frac{1}{\sqrt{x_a}} \right) \quad e_B = 8,31 \times 10^4 \frac{\text{joule}}{\text{kg}} \quad e_B = 23,09 \frac{\text{kW} \cdot \text{hr}}{\text{tonne}}$$

Die verbleibende Energiemenge wird im Rittinger-Bereich umgesetzt.

$$e_R := W_m - e_B \quad e_R = 4,65 \times 10^4 \frac{\text{joule}}{\text{kg}} \quad e_R = 12,91 \frac{\text{kW} \cdot \text{hr}}{\text{tonne}}$$

Die Gleichung zur Berechnung des spez. E-bedarfs im Rittinger-Bereich wird nach der gesuchten Produktkorngröße umgestellt.

$$e_R := c_R \cdot \left(\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_{Ro}} \right) := c_R \cdot \left(\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_{Bu}} \right) \quad \text{Die obere Grenze des Rittinger-Bereiches ist die untere Grenze des Bond-Bereiches.}$$

Rittinger-Koeffizient: $c_R := 0,5 \cdot c_B \cdot x_{Bu}^{0,5} \quad c_R = 2,309 \text{ m}^3 \text{ sec}^{-2}$

Korngröße des Zerkleinerungsproduktes: $\mu\text{m} := 10^{-6} \cdot \text{m}$

$$x_p := \frac{1}{\frac{e_R}{c_R} + \frac{1}{x_{Bu}}} \quad x_p = 2,49 \times 10^{-5} \text{ m} \quad x_p = 24,9 \mu\text{m}$$