

Aufgabe 2-3 (Partikelmerkmale)

Erläutern Sie das Konzept des "Äquivalentdurchmessers"!

Berechnen Sie von einem quaderförmigen Partikel der Abmessungen $10\ \mu\text{m} \times 10\ \mu\text{m} \times 30\ \mu\text{m}$ die Äquivalentdurchmesser in Bezug auf:

- a) die Projektionsfläche der stabilsten Lage,
- b) den Umfang der stabilsten Lage,
- c) das Volumen,
- d) die spezifische Oberfläche,
- e) die Oberfläche,
- f) Sinkgeschwindigkeit (Annahme: $x_{\text{Stokes}} = \sqrt[4]{\Psi \cdot x \cdot V}$, Ψ = Sphärizität).

Welche Partikelmerkmale würden Sie in den folgenden Fällen messen wollen:

- i) Feststoffpartikel in Abwasser,
- ii) Katalysatorpartikel,
- iii) Farbpigmente
- iv) Asbestfasern?

Aufgabe 2-3 (Partikelmerkmale)

Definition: $\mu\text{m} := 10^{-6} \text{ m}$

Vorgegebene Werte:

Partikelabmessungen: $L := 30 \mu\text{m}$ $B := 10 \mu\text{m}$ $H := 10 \mu\text{m}$

Lösung:

1. projektionsflächenäquivalente Partikelgröße

Projektionsfläche der stabilsten Lage:

$$A_{\text{Pstab}} := L \cdot B$$

Äquivalentdurchmesser: $x_{\text{Pstab}} := \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot A_{\text{Pstab}}}$ $x_{\text{Pstab}} = 19.54 \mu\text{m}$

2. umfangsäquivalente Partikelgröße

Partikelumfang der stabilsten Lage:

$$U_{\text{stab}} := 2 \cdot (L + B)$$

Äquivalentdurchmesser: $x_{\text{Ustab}} := \frac{U_{\text{stab}}}{\pi}$ $x_{\text{Ustab}} = 25.46 \mu\text{m}$

3. volumenäquivalente Partikelgröße

Partikelvolumen: $V := L \cdot B \cdot H$

Äquivalentdurchmesser: $x_{\text{V}} := \sqrt[3]{\frac{6}{\pi} \cdot V}$ $x_{\text{V}} = 17.89 \mu\text{m}$

4. oberflächenäquivalente Partikelgröße

Partikeloberfläche: $S := 2 \cdot (L \cdot B + L \cdot H + B \cdot H)$

Äquivalentdurchmesser: $x_{\text{S}} := \sqrt{\frac{S}{\pi}}$ $x_{\text{S}} = 21.11 \mu\text{m}$

5. Äquivalentdurchmesser der spezifischen Oberfläche

spezifische Oberfläche: $S_{\text{V}} := \frac{S}{V}$

Äquivalentdurchmesser: $x_{\text{SV}} := \frac{6}{S_{\text{V}}}$ $x_{\text{SV}} = 12.86 \mu\text{m}$

6. sinkgeschwindigkeitsäquivalente Partikelgröße

Sphärizität nach WADELL: $\Psi := \left(\frac{x_V}{x_S} \right)^2$ $\Psi = 0.719$

Äquivalentdurchmesser: $x_{\text{Stokes}} := \sqrt[4]{\Psi} \cdot x_V$ $x_{\text{Stokes}} = 16.47 \mu\text{m}$

Vergleich der Äquivalentdurchmesser

$$x_{SV} = 12.9 \mu\text{m} \quad x_{\text{Stokes}} = 16.5 \mu\text{m} \quad x_V = 17.9 \mu\text{m} \quad x_{P\text{stab}} = 19.5 \mu\text{m} \quad x_S = 21.1 \mu\text{m} \quad x_{U\text{stab}} = 25.5 \mu\text{m}$$

Da das Partikel (ein Parallelepipid) keine konkave Oberflächenabschnitte aufweist, entspricht der oberflächenäquivalente Durchmesser dem Äquivalentdurchmesser der mittleren Projektionsfläche x_{Pm} (Satz von CAUCHY). Damit liegt der seltene Fall vor, dass die mittlere Projektionsfläche größer ist als die der stabilsten Lage. Dies ist in der regulären Partikelform begründet. In der Regel gilt jedoch für konvexe Partikel folgender Zusammenhang:

$$x_{SV} < x_{\text{Stokes}} < x_V < x_S = x_{Pm} < x_{P\text{stab}} < x_{U\text{stab}}$$

Interessierende Partikelmerkmale:

| | |
|--------------------------------|--|
| Feststoffpartikel im Abwasser: | Sinkgeschwindigkeit |
| Katalysatorpartikel: | spezifische Oberfläche |
| Farbpigmente: | optisches Streuverhalten (Volumen, Partikelform) |
| Asbestfasern: | Sinkgeschwindigkeit, Längen-Durchmesser-Verhältnis |