

Aufgabe Klassieren-1 (Trennfunktion)

Aus einem rieselfähigen Schüttgut sind die Partikel kleiner $80\ \mu\text{m}$ mit einem gegebenen Sichter abzutrennen. Für den Sichter ist die Trennfunktion zu bestimmen. Der Aufgabemassenstrom wurde mit $9\ \text{t/h}$, der Feingutmassenstrom mit $5\ \text{t/h}$ ermittelt. Die massenmäßige Verteilungsfunktion von Aufgabe- und Grobgut ist in der Tabelle gegeben:

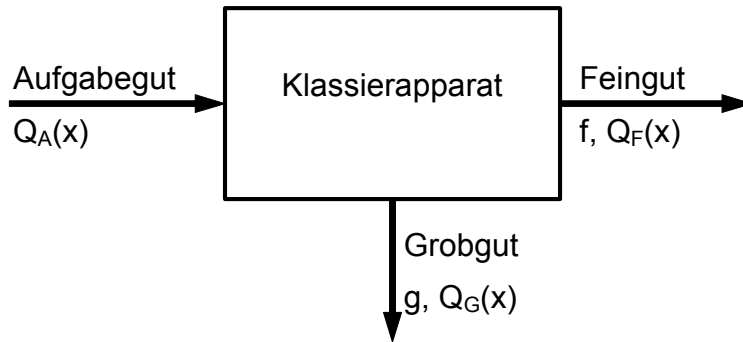
x_i in μm :	32	45	63	90	125	180	250
QA(x):	0.17	0.33	0.44	0.60	0.72	0.82	0.91
QG(x):	0	0	0.03	0.13	0.36	0.59	0.79

- Berechnen Sie den Gesamtabscheidegrad, die Trennkurve, die Trennteilchengröße und die Trennschärfe!
- Berechnen Sie für das Grobgut den Massenanteil jener Partikel, die kleiner als $80\ \mu\text{m}$ sind!
- Berechnen Sie den Fehlkornanteil im Grobgut!
- Berechnen Sie die Trennfunktion bei grobgutseitiger Reihenschaltung von zwei baugleichen Klassieren mit identischen Trenneigenschaften!
- Bestimmen Sie die Verteilungssummenfunktion des Grobgutes bei zweistufiger Betriebsweise sowie den Anteil der Partikel $< 80\ \mu\text{m}$ im Grobgut!

Aufgabe Klassieren-1 (Trennfunktion)

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

Skizzen:



Vorgegebene Werte:

Massenströme: $mS_A := 9000 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$ $mS_F := 5000 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$

SOLL-Trennteilchengröße: $x_{T.S} := 80 \mu\text{m}$

Klassengrenzen: $x_{Gr} := (0 \ 32 \ 45 \ 63 \ 90 \ 125 \ 180 \ 250)^T \mu\text{m}$

Aufgabegut: $Q_A := (0 \ 0.17 \ 0.33 \ 0.44 \ 0.60 \ 0.72 \ 0.82 \ 0.91)^T$

Grobgut: $Q_G := (0 \ 0 \ 0 \ 0.03 \ 0.13 \ 0.36 \ 0.59 \ 0.79)^T$

Lösung:

1. Gesamtabscheidegrad und Trennfunktion

Gesamtabscheidegrad:

Gesamtabscheidegrad:
$$\eta_{ges} = \frac{mS_G}{mS_A}$$

Bilanz der Massenströme:
$$mS_A = mS_F + mS_G$$

$$\eta_{ges} := \frac{mS_A - mS_F}{mS_A} \quad \eta_{ges} = 0.44$$

Trennfunktion/Trennkurve:

Trennkurve:
$$T(x) = \eta_{ges} \cdot \frac{q_G(x)}{q_A(x)} = \eta_{ges} \cdot \frac{dQ_G(x)}{dQ_A(x)}$$

fraktioneller Abscheidegrad:
 (fraktioneller Trenngrad)
$$T_i = \eta_{ges} \cdot \frac{\Delta Q_{G,i}}{\Delta Q_{A,i}} \quad \text{(falls die Summenfunktion nur für diskrete Punkte bekannt ist)}$$

fraktionelle Mengenanteile:
$$i := 1 \dots \text{länge}(Q_A) - 1$$

$$\Delta Q_{A_i} := Q_{A_i} - Q_{A_{i-1}} \quad \Delta Q_{G_i} := Q_{G_i} - Q_{G_{i-1}}$$

$$\Delta Q_A^T = [0 \quad 0.17 \quad 0.16 \quad 0.11 \quad 0.16 \quad 0.12 \quad 0.1 \quad 0.09]$$

$$\Delta Q_G^T = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0.03 \quad 0.1 \quad 0.23 \quad 0.23 \quad 0.2]$$

fraktioneller Abscheidegrad:
$$T_i := \eta_{ges} \cdot \frac{\Delta Q_{G_i}}{\Delta Q_{A_i}}$$

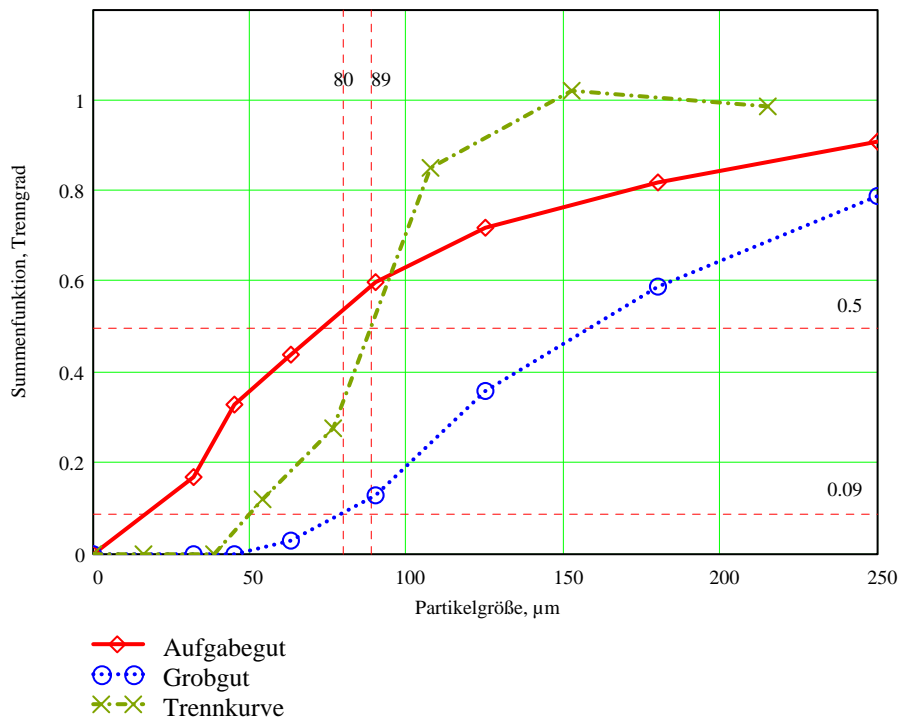
$$T^T = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0.121 \quad 0.278 \quad 0.852 \quad 1.022 \quad 0.988]$$

Im Gegensatz zu den kumulativen Häufigkeiten $Q(x_i)$ werden die fraktionellen Abscheidegrade nicht über der oberen Klassengrenze $x_{Gr,i}$ sondern über den Klassenmitten $x_{m,i}$ aufgetragen.

Klassenmitten:
$$x_{m_i} := 0.5 \cdot (x_{Gr_i} + x_{Gr_{i-1}})$$

$$x_m^T = [0 \quad 16 \quad 38.5 \quad 54 \quad 76.5 \quad 107.5 \quad 152.5 \quad 215] \mu\text{m}$$

Zur Berechnung der fraktionellen Trenngrade und der Klassengrenzen lässt sich u.a. EXCEL bequem einsetzen.



Parameter der Trennung

Die Trennkurve hat aufgrund ihrer Definition folgende Eigenschaften:

- $T(x_u) = 0$ --> Korngrößen unterhalb von x_u befinden sich nicht im Grobgut
- $T(x_o) = 1$ --> alle Korngrößen oberhalb von x_o befinden sich im Grobgut
- $T(x_T) = 0,5$ --> Median-Trenngrenze (Schnittpunkt der Grobgut- mit der Feingutanteilkurve)

$$g \cdot q_G(x_T) = f \cdot q_F(x_T)$$

Trennteilchengröße:

a) graphisch

$$x_{T.ist} := 89 \mu\text{m}$$

b) interpolieren

$$x_{T.ist} := x_{m_5} - \frac{T_5 - 0,5}{T_5 - T_4} \cdot (x_{m_5} - x_{m_4})$$

$$x_{T.ist} = 88,5 \mu\text{m}$$

Trennschärfegrad nach EDER: $\kappa = \frac{x_{25}}{x_{75}}$

0,8..0,9 Analyse

0,6..0,8 scharfe technische Trennung

0,3..0,6 übliche technische Klassierung

$$x_{25} := x_{m_4} - \frac{T_4 - 0,25}{T_4 - T_3} \cdot (x_{m_4} - x_{m_3})$$

$$x_{25} = 72,5 \mu\text{m}$$

$$x_{75} := x_{m_5} - \frac{T_5 - 0,75}{T_5 - T_4} \cdot (x_{m_5} - x_{m_4})$$

$$x_{75} = 102 \mu\text{m}$$

$$\kappa := \frac{x_{25}}{x_{75}}$$

$$\kappa = 0,711$$

2. Anteil der Partikel < 80 µm im Grobgut

a) graphisch

$$Q_{G,80\mu m} := 0.09$$

b) interpolieren

$$Q_{G,80\mu m} := Q_{G_4} - \frac{x_{Gr_4} - x_{T.S}}{x_{Gr_4} - x_{Gr_3}} \cdot (Q_{G_4} - Q_{G_3})$$

$$Q_{G,80\mu m} = 0.093$$

3. Fehlkornanteil im Grobgut

Der Fehlkornanteil im Grobgut entspricht der auf das Aufgabegut bezogenen Partikelmenge, die in das Grobgut gelangt, obwohl für sie gilt: $x < x_T$

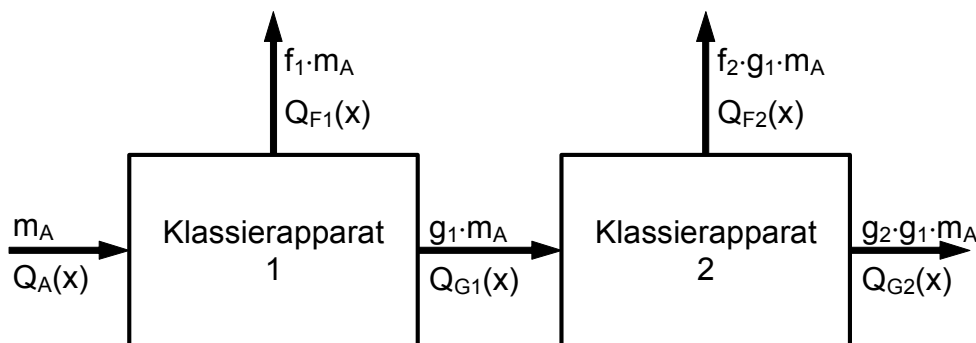
Fehlkornanteils im Grobgut: $FIG = \eta_{ges} \cdot Q_G(x_{T.ist})$

Grobgutanteil mit $x < x_T$: $Q_{G.T} := Q_{G_4} - \frac{x_{Gr_4} - x_{T.ist}}{x_{Gr_4} - x_{Gr_3}} \cdot (Q_{G_4} - Q_{G_3})$ $Q_{G.T} = 0.124$

$$FIG := \eta_{ges} \cdot Q_{G.T} \quad FIG = 0.055$$

4. Trennfunktion bei grobgutseitiger Reihenschaltung

Bei grobgutseitiger Reihenschaltung wird das Grobgut des ersten Klassierers zum Aufgabegut des zweiten Klassierers.



Trennfunktion: $T_{gR}(x) = \eta_{ges.gR} \cdot \frac{q_{G2}(x)}{q_A(x)} = g_2 \cdot g_1 \cdot \frac{q_{G2}(x)}{q_{G1}(x)} \cdot \frac{q_{G1}(x)}{q_A(x)} = T_2(x) \cdot T_1(x)$

$$T_{gR_i} := (T_i)^2$$

$$T_{gR}^T = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0.015 \quad 0.077 \quad 0.726 \quad 1.045 \quad 0.975]$$

Der Gesamtabseidegrad des zweiten Klassierers (g_2) muss geringer sein als der des ersten (g_1), weil ein deutliches feineres Partikelsystem bei gleicher Trennleistung klassiert wird!

$$\eta_{\text{ges}} \text{ der Reihenschaltung: } \eta_{\text{ges.gR}} = \sum_{i=1}^N T_{\text{gR}_i} \cdot \Delta Q_{A_i}$$

$$\text{wobei gelten muss: } Q_A(x_0) = 0 \quad \text{und} \quad Q_A(x_N) = 1$$

Achtung! Im gegebenen Fall ist die Größenverteilung des Aufgabegutes nur bis 250 μm bekannt. Für diese Größe gilt jedoch $Q_A(250 \mu\text{m}) < 1$. Andererseits ist bekannt, dass eine vollständige Abtrennung für sämtliche Partikel größer ca. 150 μm stattfindet. Das heißt, das eine weitere Größenklasse ($i = 8$) mit unbekannter Obergrenze, aber bekanntem Mengenanteil $\Delta Q_{A,8} = 1 - Q_{A,7}$ und mit bekanntem Fraktionsabscheidegrad $T_{\text{gR},8} = 1$ eingeführt werden muss.

$$\eta_{\text{ges}} \text{ der Reihenschaltung: } \eta_{\text{ges.gR}} := \sum_{i=1}^7 T_{\text{gR}_i} \cdot \Delta Q_{A_i} + 1 \cdot (1 - Q_{A_7})$$

$$\eta_{\text{ges.gR}} = 0.383$$

$$\text{Vergleich: } \eta_{\text{ges}} = 0.444$$

5. Größenverteilung des Grobgutes bei Reihenschaltung

$$\text{Trennfunktion: } T_{\text{gR}}(x) = \eta_{\text{ges.gR}} \cdot \frac{q_{G2}(x)}{q_A(x)} = \eta_{\text{ges.gR}} \cdot \frac{\Delta Q_{G2}(x)}{\Delta Q_A(x)}$$

$$\text{bzw. } T_{\text{gR}_i} = \eta_{\text{ges.gR}} \cdot \frac{\Delta Q_{G2,i}}{\Delta Q_{A,i}}$$

$$\text{fraktionelle Grobgutanteile: } \Delta Q_{G2_i} := \frac{1}{\eta_{\text{ges.gR}}} \cdot (T_{\text{gR}_i} \cdot \Delta Q_{A_i})$$

$$\text{kumulative Verteilung: } Q_{G2_0} := 0 \quad Q_{G2_i} := Q_{G2_{i-1}} + \Delta Q_{G2_i}$$

$$Q_{G2}^T = \left[0 \quad 0 \quad 0 \quad 4.216 \cdot 10^{-3} \quad 0.036 \quad 0.264 \quad 0.536 \quad 0.765 \right]$$

Grobgutanteil bei SOLL-Trenngröße

$$\text{a) graphisch } Q_{G2.80\mu\text{m}} := 0.025$$

$$\text{b) interpolieren } Q_{G2.80\mu\text{m}} := Q_{G2_4} - \frac{x_{\text{Gr}_4} - x_{\text{T.S}}}{x_{\text{Gr}_4} - x_{\text{Gr}_3}} \cdot (Q_{G2_4} - Q_{G2_3})$$

$$Q_{G2.80\mu\text{m}} = 0.024$$

