

Partikelgrößenanalyse
Sedimentationsanalyse Grundlagen
 Auswertgleichungen zur Mengemessung im Fliehkraftfeld

Beiblatt 1
 zu
 DIN 66 111

Particle size analysis; sedimentation analysis; principles; evaluation equations for determination of quantities in the field of centrifugal force

Granulométrie; analyse granulométrique par sédimentation; bases; équations d'évaluation pour la détermination des quantités dans le champ de force centrifuge

Dieses Beiblatt enthält Informationen zu DIN 66 111,
 jedoch keine zusätzlichen genormten Festlegungen.

1 Allgemeines

Für die Abschnitte 2.1 und 2.2 mit den Grundgleichungen wird ein Suspensionsring betrachtet, wie er sich in einem Zentrifugenrotor ausbildet. Er hat den Außenradius r_a , den Innenradius r_i und eine konstante Winkelgeschwindigkeit ω .

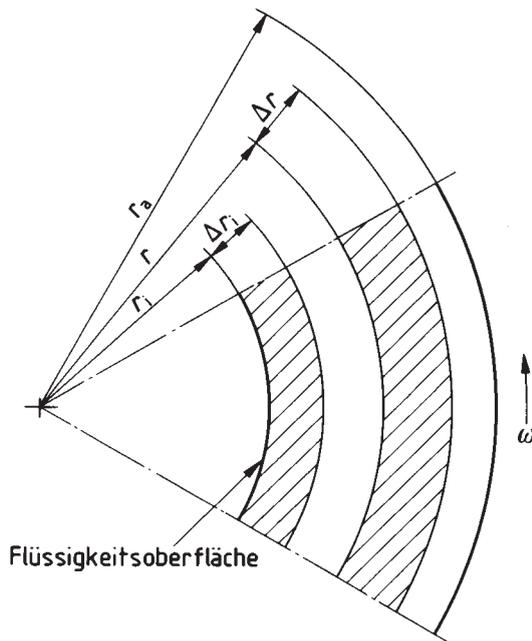


Bild. Suspensionsring in einem Zentrifugenrotor, Ausschnitt

2 Grundgleichung für inkrementale Verfahren

2.1 Ableitung

Sind zu Beginn der Rotation überall gleichgroße Partikel der Größe x in der Suspension vorhanden, so bewegen sie sich unter dem Einfluß der Zentrifugalkraft auf radialen Bahnen nach außen.

Berücksichtigt man den Einfluß der Corioliskraft, so sind die Bahnen der Partikel leicht gekrümmt. Dieser Einfluß kann jedoch für die nachfolgende Betrachtung wegen der Rotationssymmetrie des Suspensionsringes vernachlässigt werden.

Partikel, die sich ursprünglich in einem Suspensionsring mit der radialen Erstreckung Δr_i befanden, sind in der Zeit t in den Ringraum am Radius r sedimentiert. Infolge der Bewegung auf radialen Bahnen ist die ursprünglich vorhandene, überall

gleiche Konzentration des Feststoffes $c_{V,0}$ auf die Konzentration $c_{V,r}$ abgesunken. Da sich das ursprünglich im Ringraum Δr_i vorhandene Feststoffvolumen nun im Ringraum Δr befindet, gilt

$$c_{V,0} \cdot V_{\Delta r_i} = c_{V,r} \cdot V_{\Delta r} \quad (1)$$

Dabei ist c_V die Feststoffvolumenkonzentration (im folgenden kurz Feststoffkonzentration genannt) und V das Suspensionsvolumen des entsprechenden Ringraumes. Da die Suspensionsvolumina den Inhalten der Ringflächen in dem Bild proportional sind, berechnet man für das Verhältnis der Feststoffkonzentrationen:

$$\frac{c_{V,r}}{c_{V,0}} = \frac{V_{\Delta r_i}}{V_{\Delta r}} = \frac{(r_i + \Delta r_i)^2 - r_i^2}{(r + \Delta r)^2 - r^2} \quad (2)$$

Nach DIN 66 111/01.89, Gleichung (8), lassen sich die im Zähler der Gleichung (2) enthaltenen Radien wie folgt umrechnen. Aus

$$w_g = \frac{(\rho_s - \rho_l) \cdot g \cdot x_{St}^2}{18\eta} = \frac{g}{\omega^2 \cdot t} \cdot \ln \frac{r}{r_i} \quad (3)$$

errechnet man

$$r_i = r \cdot e^{-k \cdot t \cdot x_{St}^2} \quad (4)$$

$$\Delta r_i = \Delta r \cdot e^{-k \cdot t \cdot x_{St}^2} \quad (5)$$

Dabei ist

$$k = \frac{\rho_s - \rho_l}{18\eta} \cdot \omega^2 \quad (6)$$

Setzt man die Gleichungen (4) und (5) in Gleichung (2) ein, so erhält man die gesuchte Gleichung für $c_{V,r}$:

$$c_{V,r} = c_{V,0} \cdot e^{-2 \cdot k \cdot t \cdot x_{St}^2} \quad (7)$$

Demnach nimmt auf einem bestimmten Radius auch bei gleichgroßen Partikeln das logarithmische Konzentrationsverhältnis linear mit der Zeit ab.

Sind die in der Suspension vorhandenen Partikel nach einer Verteilungskurve $q_3(x_{St})$ verteilt, so trägt jede Partikelgrößenklasse nur differentiell entsprechend ihrem Volumen oder ihrer Masse zur Konzentration bei, und man erhält

$$d \left[\frac{c_{V,r}}{c_{V,0}} \right] = e^{-2 \cdot k \cdot t \cdot x_{St}^2} \cdot q_3(x_{St}) \cdot dx_{St} \quad (8)$$

Summiert man bis zu einer bestimmten Partikelgröße x_{St} auf, so gilt:

$$c_{V,r} = c_{V,0} \int_{x_{St,min}}^{x_{St}} e^{-2 \cdot k \cdot t \cdot z^2} \cdot q_3(z) \cdot dz \quad (9)$$

Fortsetzung Seite 2 und 3

Normenausschuß Siebböden und Kornmessung (NASK) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
 Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN