

Durchströmung

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier & Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier

Bauhaus Universität Weimar | www.orbit-online.net

1 Durchströmung

Durchströmung poröser Medien:

Gesetz nach Darcy

$$v = k_f \cdot i$$

v	Durchströmungsgeschwindigkeit (Fließgeschwindigkeit)	[m/s]
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert	[m/s]
i	h/d hydraulischer Gradient	[-]

Erweitertes lineares Filtergesetz

$$v = k_f \cdot (i_0 - i)$$

v	Durchströmungsgeschwindigkeit (Fließgeschwindigkeit)	[m/s]
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert	[m/s]
i_0	Anfangsgradient	[-]
i	h/d hydraulischer Gradient	[-]

2 Strömungsgeschwindigkeit**Hagen-Poiseuilleschen Gleichung (Strömungsgeschwindigkeit in einer Pore):**

$$w_p = \frac{R^2}{4 \cdot \eta} \frac{dp}{l} \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right]$$

w_p	Strömungsgeschwindigkeit	[m/s]
R	Radius der Poren	[m]
l	Länge der Poren	[m]
r	Reaktionsgeschwindigkeit	[m/s]
dp	Druckdifferenz	[N/m ²]
η	dyn. Viskosität des Gases	[N·s/m ²]

Durchströmung

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier & Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier

Bauhaus Universität Weimar | www.orbit-online.net

Durch Integration über den gesamten Porenquerschnitt und mehrere Umformungen erhält man folgenden Zusammenhang:

$$w_p = \frac{R^2}{8 \cdot \eta} \frac{dp}{l}$$

w_p	Strömungsgeschwindigkeit	[m/s]
R	Radius der Poren	[m]
l	Länge der Poren	[m]
dp	Druckdifferenz	[N/m ²]
η	dyn. Viskosität des Gases	[N·s/m ²]

3 Gleichgewichtskonzentration

Gleichgewichtskonzentration von Schadgasen in einer Wäscherflüssigkeit:

Henry- bzw. Dalton-Gesetz

$$C_g = H C_L$$

C_g	Konzentration einer Gaskomponente in der Gasphase	[mg/m ³]
H	Absorptionskonstante (Henry-Konstante)	[-]
C_L	Gleichgewichtskonzentration	[mg/m ³]

4 Diffusion**Stofftransport durch Diffusion:**

Fick'sche Gesetz:

$$n = -D \cdot \frac{dc}{dx}$$

n	Stoffstromdichte	[mol/(m ² ·s)]
D	Diffusionskoeffizient	[m ² /s]

$\frac{dc}{dx}$	Konzentrationsgradient in x-Richtung	[mol/m ⁴]
-----------------	--------------------------------------	-----------------------

Diffusionskoeffizient D liegt für Gase im Bereich von

$$D = 1 \text{ bis } 2 \cdot 10^{-5} \quad [\text{cm}^2/\text{s}]$$

Durchströmung

Prof. Dr. Werner Bidlingmaier & Dr.-Ing. Christian Springer

Projekt Orbit | Dr. W. Bidlingmaier

Bauhaus Universität Weimar | www.orbit-online.net**5 Gasleitfähigkeit**

Die Berechnungsgrundlage der Permeabilität ist die auf kompressible Fluide erweiterte DARCY-Gleichung

$$K_0 = \frac{v_{f,N} \cdot l \cdot \eta}{p_e - p_a} \cdot \frac{2 p_N}{p_e + p_a}$$

mit K_0 : Permeabilität [m^2],

$v_{f,N}$: auf Bezugsdruck normierte Volumenstromdichte [m/s],

l : Probenlänge [m]

p_e : Druck am Probenanfang [Pa],

p_a : Druck am Probenende [Pa],

p_N : Normdruck [Pa]

η : dynamische Viskosität [$Pa \cdot s$].