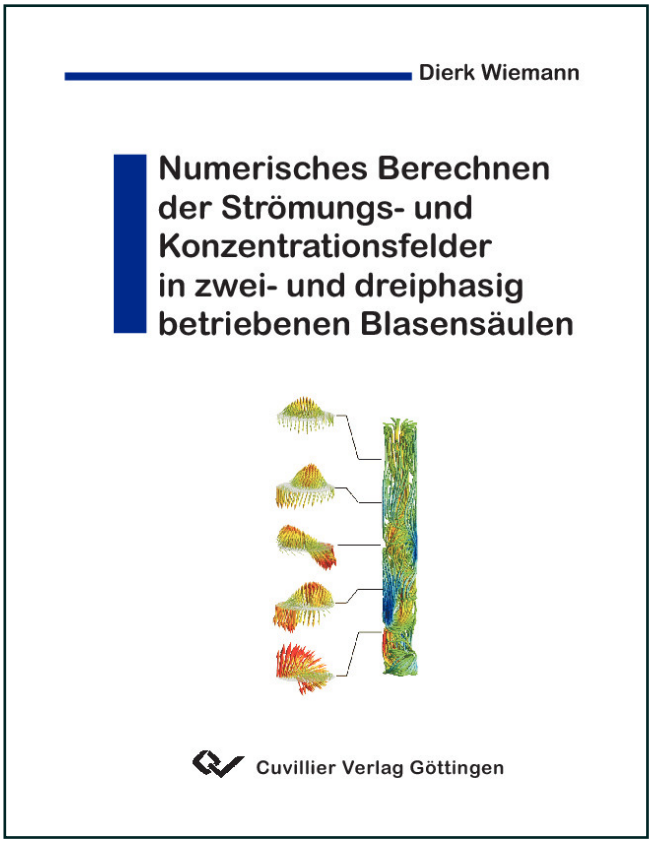
Dierk Wiemann (Autor)

Numerisches Berechnen der Strömungs- und Konzentrationsfelder in zwei- und dreiphasig betriebenen Blasensäulen



https://cuvillier.de/de/shop/publications/2399

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: https://cuvillier.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort III
Abstract V
Kurzfassung VII
Inhaltsverzeichnis IX
Formelzeichen XI

1 Einleitung 1

2 Ziele der Arbeit 2

3 Stand des Wissens 3
3.1 Strömungsfelder in Blasensäulen 3
3.2 Dispersion in Blasensäulen 5
3.3 Berechnungsverfahren für das Strömungsfeld in Blasensäulen 13

4 Modell für das Berechnen der Geschwindigkeits- und Konzentrationsfelder 18
4.1 Zweiphasige Strömungen 18
4.1.1 Bilanzgleichungen für Masse und Impuls 18
4.1.2 Stoffaustausch in zweiphasigen Strömungen 22
4.1.3 Berechnung der mittleren Blasengröße 28
4.2 Dreiphasige Strömungen 32
4.2.1 Impulsaustausch zwischen Blasen und Partikeln 33
4.2.2 Theorie granularer Medien 36
4.2.3 Dreiphasige Strömungen mit heterogener Reaktion 40
4.3 Numerisches Lösen des Gleichungssystems 42

5 Berechnung der Dispersion 47
5.1 Dispersion in der Flüssigkeit für den Batch-Betrieb 47
5.2 Einfluss einer überlagerten Flüssigkeitsgeschwindigkeit 61
5.3 Dispersion in der Gasphase für ruhende Flüssigkeit 67

5.3.1 Pulsartige Zugabe des Spurstoffs 67
5.3.2 Periodische Zugabe des Spurstoffs 70

6 Zweiphasige Strömungen mit Stoffaustausch 74

7 Dreiphasige Strömungen 83
7.1 Beeinflussung der Blasengröße durch Partikeln 83
7.2 Berechnete Strömungsfelder 90
7.3 Strömungsfelder mit heterogen katalysierter Reaktion 95

8 Zusammenfassung 100

Anhang 102

Literaturverzeichnis 108

Formelzeichen

Lateinische Symbole

Symbol	Einheit	Bedeutung
a_p	m^{-1}	spezifische Phasengrenzfläche
c	kmol m^{-3}	Molkonzentration
d	m	Durchmesser
D	$m^2\ s^{-1}$	molekularer Diffusionskoeffizient
D_S	m	Säulendurchmesser
e	-	Stoßkoeffizient
E	$m^2\ s^{-1}$	Dispersionskoeffizient
f	m^{-6}	Blasenanzahldichte
g	m s^{-2}	Gravitationsbeschleunigung
g_o	-	radiale Verteilungsfunktion
h	m	Höhe
H	kg $m^{-1}\ s^{-2}$	Henry-Koeffizient
i	-	Index
j	m s^{-1}	Volumenstromdichte
k	$m^2\ s^{-2}$	turbulente kinetische Energie
l	m	Länge
$\dot{m}$	kg $m^{-2}\ s^{-1}$	Massenstromdichte
$\dot{n}$	kmol $m^{-2}s^{-1}$	molare Stoffstromdichte
p	kg $m^{-1}\ s^{-2}$	Druck
r	m	Radius
r_1	$m^{-3}\ s^{-1}$	Blasenzerfallskernfunktion
r_2	$m^3\ s^{-1}$	Koaleszenzkernfunktion
R	$m^2\ s^{-2}\ K^{-1}$	individuelle Gaskonstante
t	s	Zeit
T	K	thermodynamische Temperatur
u, v, w	m s^{-1}	Geschwindigkeitskomponenten
x	m	Koordinate
x_A	-	Molenbruch der Komponente A in der Flüssigphase
y	m	Koordinate
y_A	-	Molenbruch der Komponente A in der Gasphase
z	m	Koordinate

griechische Symbole

α	-	Volumenanteil
β_l	$m^2\ s^{-1}$	flüssigkeitsseitiger Stoffübergangskoeffizient
β_L	$m^2\ s^{-1}$	flüssigkeitsseitiger Stoffdurchgangskoeffizient
δ	m	Länge
ε	$m^2\ s^{-3}$	turbulente Dissipation
ε_s	-	Volumenanteil des Feststoffs an der Suspension
η	kg $m^{-1}s^{-1}$	dynamische Viskosität
θ	-	Winkel

Θ	$m^2\ s^{-2}$	granulare Temperatur
λ	$m^2\ s^{-1}$	Volumenviskosität
μ	$kmol\ kg^{-1}$	Molmasse
ν	$m^2\ s^{-1}$	kinematische Viskosität
ξ	-	Massenanteil
π	-	Kreiskonstante
ρ	$kg\ m^{-3}$	Dichte
σ	$kg\ s^{-2}$	Oberflächenspannung
τ	$kg\ m^{-1}\ s^{-2}$	Schubspannung
ω	s^{-1}	Winkelgeschwindigkeit

Indizes

g	Gasphase
g1	Kleinblasenfraktion
g2	Großblasenfraktion
l	Flüssigkeit
lam	laminar
0	Anfangswert
t	turbulent
∞	unendliche Zeitskala

Kennzahlen

$Bo = \frac{jD_s}{E}$	Bodenstein-Zahl
$Eo = \frac{g(\rho_l - \rho_g)d}{\sigma}$	Eötvös-Zahl
$Fo = \frac{Dt}{(d/2)^2}$	Fourier-Zahl
$Fr = \frac{j^2}{gD_s}$	Froude-Zahl
$Ga = \frac{gD_s}{\nu}$	Galilei-Zahl
$Re = \frac{ud}{\nu}$	Reynolds-Zahl
$Sc = \frac{\nu}{D}$	Schmidt-Zahl