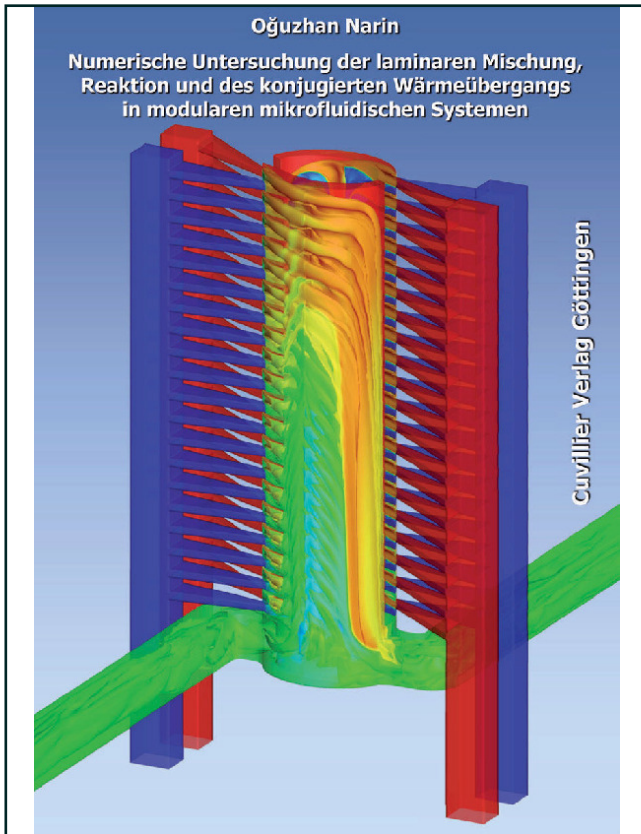




Oğuzhan Narin (Autor)

Numerische Untersuchung der laminaren Mischung, Reaktion und des konjugierten Wärmeübergangs in modularen mikrofluidischen Systemen



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/797>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

I. INHALTSVERZEICHNIS	I
II. NOMENKLATUR	IV
1 EINLEITUNG	1
2 STAND DER WISSENSCHAFT	5
2.1 GÜLTIGKEIT UND EINSCHRÄNKUNGEN DES KONTINUUMSMECHANISCHEN ANSATZES AUF MIKROFLUIDISCHEN SKALEN	5
2.1.1 <i>Kontinuumsansatz</i>	5
2.1.2 <i>Gase</i>	6
2.1.2.1 Geschwindigkeits- und Temperaturschlupf.....	10
2.1.2.2 Gaskinetische Zusammenhänge der Modelle.....	13
2.1.2.3 Probabilistische Modelle: Grenzen und Anwendbarkeit.....	17
2.1.3 <i>Flüssigkeiten</i>	24
2.1.3.1 Nicht-newtonsches Verhalten	25
2.1.3.2 Versagen der Haftbedingung.....	26
2.2 MODELLE ZUR BESCHREIBUNG DER TRANSPORTPROZESSE	30
2.2.1 <i>Erhaltungsgleichungen auf Grundlage der Kontinuumsannahme</i>	31
2.2.1.1 Numerische Lösung über die Finite Volumen Methode.....	32
2.2.2 <i>Statistische Modelle: Boltzmann-Gleichung</i>	35
2.2.2.1 DSMC (Direct Simulation Monte Carlo)	38
2.2.2.2 Lattice-Boltzmann.....	39
2.2.3 <i>Deterministische Modelle</i>	40
2.2.3.1 Moleküldynamische Simulationen	40
2.3 EINFLUSS DER SKALIERUNG AUF STRÖMUNG, MISCHUNG, REAKTION UND WÄRMETRANSPORT.....	42
3 BEURTEILUNG DER MISCHUNGSGÜTE IN MIKROREAKTOREN	51
3.1 SEGREGATIONSINTENSITÄT NACH DANCKWERTS.....	52
3.2 „POTENZIAL FÜR DIFFUSIVES MISCHEN“ NACH BOTHE.....	54
3.3 PARALLEL KONKURRIERENDE REAKTIONEN MIT SCHNELLER UND ULTRASCHNELLER CHEMIE: VILLERMAUX-DUSHMAN-REAKTIONSSYSTEM	56
3.3.1 <i>Beschreibung des Reaktionen</i>	56
3.3.2 <i>Stöchiometrische Quantifizierung</i>	59
3.3.3 <i>Numerische Darstellung der Villermaux-Dushman-Reaktionen</i>	61

4	BEURTEILUNG DES WÄRMEÜBERGANGS IN MIKROFLUIDISCHEN WÄRMEÜBERTRAGERN.....	65
4.1	FUNKTIONSPRINZIPIEN	65
4.2	BEURTEILUNGSKRITERIEN	67
4.2.1	<i>Wärmedurchgangskoeffizient und Übertragungsfähigkeit.....</i>	<i>67</i>
4.2.2	<i>Dimensionslose Temperaturdifferenz</i>	<i>72</i>
5	UNTERSUCHTE SYSTEME	73
5.1	MIKROREAKTOR TM1	73
5.2	MIKROWÄRMEÜBERTRAGER HEF	76
6	BERECHNUNGSFÄLLE.....	79
6.1	MIKROREAKTOR	79
6.1.1	<i>Strömungsfeld und Druckverluste.....</i>	<i>79</i>
6.1.1.1	Stromlinienverlauf, Verweilzeiten.....	80
6.1.1.2	Geschwindigkeiten	81
6.1.1.3	Drücke	83
6.1.1.4	Vergleich der Druckverluste mit experimentellen Daten	85
6.1.2	<i>Mischung des binären Flüssigkeitssystems $C_2H_5OH - H_2O$</i>	<i>89</i>
6.1.2.1	Abhängigkeit des Diffusionskoeffizienten vom Ethanolmassenbruch	89
6.1.2.2	Simulationsparameter und Berechnungsgitter.....	91
6.1.2.3	Quantitative Beurteilung der Mischungscharakteristik.....	93
6.1.2.4	Mischungsphänomenologie	96
6.1.3	<i>Mischung des binären Gassystems $C_3H_8 - n-C_4H_{10}$.....</i>	<i>105</i>
6.1.3.1	Quantitative Beurteilung der Mischungscharakteristik	106
6.1.3.2	Mischungsphänomenologie	109
6.1.4	<i>Analyse der Mischung über das numerische Modell des Villermaux-Dushman-Reaktionssystems</i>	<i>112</i>
6.1.4.1	Konzentrationsverläufe	114
6.1.4.2	Vergleich mit experimentellen Ergebnissen.....	121
6.2	WÄRMEÜBERTRAGER.....	126
6.2.1	<i>Validierung der numerischen Modellierung des Wärmeübergangs auf mikrofluidischen Skalen</i>	<i>126</i>
6.2.1.1	Rahmenparameter.....	127
6.2.1.2	Temperaturabhängigkeit der Stoffwerte.....	128

6.2.1.3	Berechnungsgitter	130
6.2.1.4	Druckverluste und Temperaturdifferenzen: Vergleich mit experimentellen Ergebnissen für $Re=135$ – $Re=1643$	132
6.2.1.5	Vergleich mit experimentellen und numerischen Resultaten bei $Re=890$	133
6.2.2	<i>Numerische Untersuchung des HEF-Wärmeübertragers</i>	139
6.2.2.1	Untersuchung des Kreuzgegenstrom-Wärmeübertragers, Vergleich mit experimentellen Ergebnissen	139
6.2.2.2	Vergleich des HEF-Wärmeübertragers im Kreuzgegenstrom- und Kreuzstrombetrieb	145
7	ZUSAMMENFASSUNG	151
8	ANHANG	157
8.1	HÖHENSCHNITTE HEF-WÄRMEÜBERTRAGER.....	157
9	LITERATURVERZEICHNIS	165