

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Zielsetzung und Methodik	4
<b>2</b>	<b>Gleichgewicht</b>	<b>5</b>
2.1	Theoretische Grundlagen	5
2.2	Literaturüberblick zum reaktiven Standardtestsystem	6
2.3	Eigene Untersuchungen	9
2.3.1	Stoffsysteme	9
2.3.2	Versuchsdurchführung	10
2.3.3	Versuchsergebnisse für das physikalische Stoffsystem	11
2.3.4	Versuchsergebnisse für das reaktive Stoffsystem	11
2.4	Thermodynamische Modellierung des reaktiven Gleichgewichts	13
2.4.1	Modellierungsergebnisse für das reaktive Gleichgewicht	14
<b>3</b>	<b>Sedimentation</b>	<b>17</b>
3.1	Theorie	17
3.1.1	Freier Tropfenaufstieg	17
3.1.2	Schwarmverhalten	20
3.2	Versuchsapparatur	22
3.3	Ergebnisse	23
<b>4</b>	<b>Stofftransport und Reaktionskinetik</b>	<b>29</b>
4.1	Grundlagen	29
4.1.1	Reaktionskinetik	29
4.1.2	Diffusion und Konvektion	34
4.1.3	Stofftransport in Tropfen	37
4.1.4	Optimale Versuchsplanung	40
4.2	Eigene Untersuchungen zur Reaktionskinetik	42
4.2.1	Optimierung der Geometrie der Nitsch-Messzelle	42
4.2.2	Modifizierte Nitsch-Messzelle	47
4.2.3	Charakterisierung der Kinetikmesszelle mit einem nichtreaktiven Stoffsystem	48
4.2.4	Versuchsdurchführung mit dem reaktiven Stoffsystem Zink + D2EHPA	51
4.2.5	Ermittlung des reaktionskinetischen Regimes	52
4.2.6	Modellierung der Versuchsergebnisse	56
4.3	Eigene Untersuchungen zum Stofftransport an Einzeltropfen	60
4.3.1	Versuchsanlage und -durchführung	60
4.3.2	Versuchsergebnisse ohne Einbauten	63
4.3.3	Einfluss von Einbauten auf den reaktiven Stoffaustausch	66

4.3.4	Modellierung des reaktiven Stoffaustauschs an Einzeltropfen anhand der Reaktionskinetik . . . . .	69
4.3.5	Modellierung des reaktiven Stoffaustauschs an Einzeltropfen anhand effektiver Diffusionskoeffizienten . . . . .	70
<b>5</b>	<b>Tropfenspaltung und -koaleszenz</b>	<b>76</b>
5.1	Literaturrecherche zur Tropfenspaltung in Siebböden . . . . .	76
5.1.1	Modell von Henschke (2004) für den maximalen stabilen Durchmesser . . . . .	79
5.1.2	Modell von Wagner (1995) für den maximalen stabilen Durchmesser . . . . .	84
5.1.3	Modell von Henschke (2004) zur mittleren Tochtertropfenanzahl . . . . .	85
5.1.4	Tropfenanzahl- und Tochtertropfengrößenverteilung nach Henschke (2004) . . . . .	88
5.1.5	Spaltungswahrscheinlichkeit nach Henschke (2004) . . . . .	89
5.2	Koaleszenz von Tropfen . . . . .	91
5.3	Eigene theoretische Arbeiten . . . . .	92
5.3.1	Modellierung des stabilen Grenztropfendurchmessers . . . . .	92
5.3.2	Modellierung der mittleren Tochtertropfenanzahl . . . . .	100
5.3.3	Berechnung der Spaltungswahrscheinlichkeit . . . . .	102
<b>6</b>	<b>Kolonnenexperimente und -simulationen</b>	<b>105</b>
6.1	Kolonnenversuche . . . . .	105
6.1.1	Aufbau . . . . .	105
6.1.2	Versuchsdurchführung . . . . .	111
6.1.3	Versuchsauswertung . . . . .	113
6.1.4	Experimenteller Vergleich der drei Kolonnentypen PSB, PPK und Karr . . . . .	115
6.2	Berechnung des Verhaltens einer pulsierten Siebbodenkolonne . . . . .	118
6.2.1	ReDrop-Simulationen . . . . .	118
6.2.2	Vergleich der Berechnungen mit den Ergebnissen aus den Technikumsversuchen	120
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>124</b>
<b>Anhang</b>		<b>127</b>
<b>A</b>	<b>Analytik</b>	<b>128</b>
A.1	UV-Vis Spektroskopie . . . . .	128
A.2	Gaschromatographie . . . . .	128
A.3	Bestimmung der Zinkkonzentration in wässrigen Proben . . . . .	128
A.4	Bestimmung der Zinkkonzentration in organischen Proben . . . . .	129
A.5	Dichte- und pH-Messungen . . . . .	130
<b>B</b>	<b>Versuchsergebnisse</b>	<b>131</b>
B.1	Gleichgewicht . . . . .	131
B.2	Sedimentation . . . . .	132
B.3	Kinetikversuche in der Nitsch-Messzelle . . . . .	134
B.4	Einzeltropfenversuche zum Stofftransport . . . . .	139
B.5	Kolonnenversuche . . . . .	141
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>142</b>