

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	V
Abstract.....	VI
Symbol- und Abkürzungsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis.....	X
Tabellenverzeichnis	XV
1 Einleitung.....	1
2 Stand des Wissens.....	5
2.1 <i>Dünnschichtverdampfer in der thermischen Trenntechnik</i>	6
2.1.1 Aufbau, Funktionsweise und Filmzonen.....	7
2.1.2 Betriebliche, apparative und stoffliche Einflussfaktoren	11
2.1.3 Herausforderungen bei der Auslegung und beim Betrieb.....	14
2.2 <i>Benetzbarkeit und Wärmeübertragung mechanisch unterstützter Fallfilme</i>	15
2.2.1 Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Vergleich zur Fallfilmverdampfung	16
2.2.2 Bereich der einphasigen Aufwärmung	20
2.2.3 Bereich des geschlossenen Films	21
2.2.4 Bereich der Teilbenetzung, Filmaufriss und Mindestberieselung	27
2.3 <i>Ausrichtung und Ziele der vorliegenden Arbeit</i>	29
3 Segmentweise Methodik und Vorgehen.....	32
3.1 <i>Segmentweise Charakterisierung von Dünnschichtverdampfern</i>	33
3.1.1 Benetzungssituationen für einen unterkühlten Feed mit $\Gamma_s < \Gamma_{s,min}$	35
3.1.2 Benetzungssituationen für einen unterkühlten Feed mit $\Gamma_s \geq \Gamma_{s,min}$	37
3.1.3 Benetzungssituationen für einen siedenden Feed mit $\Gamma_s < \Gamma_{s,min}$	38
3.1.4 Benetzungssituationen für einen siedenden Feed mit $\Gamma_s \geq \Gamma_{s,min}$	39
3.2 <i>Berechnungsansätze in den unterschiedlichen Segmenten</i>	40
3.3 <i>Aufbau und Funktionsweise der Fließbildsimulation</i>	44
4 Experimentelle Untersuchungen	47
4.1 <i>Aufbau der Versuchsanlage</i>	48
4.2 <i>Verwendete Medien und Betriebsbedingungen</i>	51
4.3 <i>Weitere verwendete Dünnschichtverdampfer</i>	53
4.4 <i>Datenauswertung und -reduzierung</i>	54
4.4.1 Massenbilanzierung	55
4.4.2 Wärmebilanzierung	55
4.5 <i>Unsicherheitsbetrachtungen der durchgeführten Experimente</i>	58
4.6 <i>Visualisierung des Benetzungsverhaltens durch Hochgeschwindigkeitsaufnahmen</i>	59
5 Ergebnisse und Diskussion	61
5.1 <i>Betrachtung eines stationären Zustands</i>	62
5.1.1 Massenbilanzierung	62
5.1.2 Energetische Bilanzierung	64

5.1.3	Versuchsstabilität weiterer Prozessgrößen	66
5.1.4	Auswertung der Massenbilanz	68
5.2	<i>Benetzung, Verdampfungsleistung und Wärmedurchgang</i>	70
5.2.1	Benetzung und Wärmedurchgang bei flüssig-siedendem Feed	70
5.2.2	Voll- und Teilbenetzung bei unterkühltem Feed	77
5.2.3	Wärmeübertragung, minimale Sumpfumfangsbelastungen und teilbenetzte Zonen	78
5.2.4	Einfluss der Betriebsveränderlichen	82
5.3	<i>Bildgestütztes Be- und Entnetzungsverhalten sowie Betriebsphänomene</i>	86
5.4	<i>Skalierbarkeit der Methodik auf weitere Apparate und Stoffsysteme</i>	94
5.4.1	Anwendung auf einen Glasapparat im Labormaßstab	94
5.4.2	Anwendung auf einen dampfbeheizten Edelstahlapparat im Produktionsmaßstab	98
5.5	<i>Ergebnisse der Fließbildsimulation und Vergleich mit dem segmentweisen Ansatzes</i>	100
6	Zusammenfassung und Ausblick	106
6.1	<i>Erkenntnisse der durchgeführten Arbeit</i>	107
6.2	<i>Ausblick und zukünftige Forschungsschwerpunkte</i>	108
	Literaturverzeichnis	110
	Anhang	115
	Lebenslauf	118