

Inhaltsverzeichnis

1 Problem	1
2 Stand des Wissens zur Druckentlastung von Chemiereaktoren	2
2.1 Experimentelle Untersuchungen	4
2.2 Analytische Untersuchungen	6
2.2.1 Erforderlicher Entlastungsquerschnitt bei Zweiphasenströmung	6
2.2.2 Aufwallen und Dampfgehalt im Reaktor	10
2.3 Bewertung	13
3 Ziel und Vorgehensweise	14
4 Grundlagen der Modellierung der Druckentlastung	17
4.1 Energie- und Massenbilanz für den Chemiereaktor	17
4.2 Kritischer Strömungszustand in der Abblaseleitung	20
4.2.1 Einphasendampfströmung	20
4.2.2 Zweiphasenströmung	23
4.2.3 Wiedergabegenauigkeit von Massenstromdichtemodellen	29
4.3 Siedeverzug zu Entlastungsbeginn	31
4.4 Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Dampf und Flüssigkeit im Reaktor	33
5 Modellierung der fluiddynamischen, thermodynamischen und reaktionskinetischen Einflußgrößen	43
5.1 Phasenseparation im Reaktor	44
5.1.1 Berechnung der Dampfgehaltverteilung im Reaktor	44
5.1.2 Beziehung für die Aufwallzeit	49
5.1.3 Gleichung für den Dampfgehalt im Reaktorkopf	51
5.2 Beziehung für den Strömungsmassendampfgehalt bei Eintritt in die Abblaseleitung	55
5.3 Formalkinetik für die Essigsäureanhydrid-Methanol Veresterung	57

6 Neue Methode zur Berechnung des Druckentlastungsvorgangs	65
7 Versuchsaufbau und Meßtechnik	68
7.1 Versuchsanlagen	68
7.2 Transienter Massenstrom in der Abblaseleitung	72
7.2.1 Messung des mittleren volumetrischen Dampfgehaltes	73
7.2.2 Messung des dynamischen Druckes	76
7.2.3 Berechnung des transienten Massenstroms aus den Meßwerten	80
7.2.4 Genauigkeit der Massenstrommeßmethode	82
7.3 Transienter volumetrischer Dampfgehalt bei Eintritt in die Abblasleitung	84
8 Diskussion der experimentellen Ergebnisse	87
8.1 Druckentlastung von Methanol und Wasser	88
8.2 Druckentlastung der Essigsäureanhydrid-Methanol Veresterung	93
8.2.1 Charakteristischer Druckverlauf	94
8.2.2 Aufwallverhalten im Vergleich zu einer Druckentlastung von Methanol	95
8.2.3 Variation der Parameter Entlastungsquerschnitt, Füllgrad und Entlastungsdruck	99
9 Nachrechnung der Druckentlastungsversuche	103
9.1 Nicht chemisch reagierende Systeme	104
9.2 Essigsäureanhydrid-Methanol Veresterung	115
10 Bedeutung der Ergebnisse	121
11 Zusammenfassung	122
Formelzeichen	124
Literatur	126