

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Ausgangssituation	1
1.1	Zielsetzung	2
2	Grundlagen der Kondensation heteroazeotroper Gemische	4
2.1	Phasenübergang gasförmig/flüssig	5
2.2	Formen ineinander unlöslicher Kondensatgemische	6
2.2.1	Eigene visuelle Untersuchungen	8
2.3	Literaturvergleich	13
2.3.1	Untersuchungen von BERNHARDT et al.	13
2.3.2	Untersuchungen von AKERS und TURNER	13
2.3.3	Untersuchungen von MARMAI	15
2.4	Inertgaseinfluss	16
3	Versuchsanlage	20
3.1	Versuchsstoffführung	20
3.1.1	Aufbereitung des Dampfgemisches	20
3.1.2	Inertgaszufuhr	22
3.1.3	Kondensatmassenstrom	22
3.1.4	Trennung der flüssigen Komponenten	23
3.1.5	Restdampf	23
3.2	Messstrecke	24
3.2.1	Kühlung	27
3.3	Messverfahren und Definition der Massenströme	28
3.4	Messtechnik	28
3.4.1	Massenströme im Eintritt	29
3.4.2	Druckmessung	30
3.4.3	Temperaturmessung	30
3.4.4	Kondensat-, Entrainment- und Restdampfmassenstrom	32
3.5	Messwertverarbeitung	33
4	Versuchsdurchführung	34
5	Experimente	35
5.1	Versuchsübersicht	36
5.2	Einzelne Messergebnisse	39
5.3	Fehlerbetrachtung	41
6	Auswertung der Kondensationsversuche	44
6.1	Startwert und schrittweise Berechnung	44
6.2	Wärmestromdichten	45
6.3	Temperatur des Gas/Dampf-Gemisches	48

6.4	Transportvorgänge im gasförmigen Gemisch	50
6.4.1	Konzentrationsverläufe	50
6.4.2	Diffusion in Mehrstoffsystemen	52
6.4.3	Effektiver Diffusionskoeffizient nach WILKE	53
6.5	Berechnung des Phasengleichgewichts	55
6.5.1	Kondensation zweier Stoffe aus einem Ternärgemisches	56
6.5.2	Kondensation eines Stoffes aus einem Ternärgemisch	57
6.6	Bestimmung der Transportkoeffizienten	58
6.6.1	Wärmedurchgang im Kondensatfilm	58
6.6.2	Modifikationen für den Wärmeübergang im zweiphasigen Kondensat	61
6.6.3	Gasseitiger Wärme- und Stoffübergang	63
6.6.4	Impulsaustausch	66
7	Vergleich der Simulation mit experimentellen Ergebnissen	68
7.1	Kondensation von Versuchsgemischen mit eutektischer Zusammensetzung	68
7.1.1	Ansatz von HOON und BURNSIDE	73
7.1.2	Eigener Vorschlag	77
7.2	Kondensation nicht-eutektischer Gas/Dampf-Gemische	81
7.2.1	Berechnung nach AKERS und TURNER und BERNHARDT et al.	82
7.2.2	Berechnung nach HOON und BURNSIDE	84
7.2.3	Überprüfung des eigenen Ansatzes bei nicht-eutektischen Einstellungen	87
7.2.4	Überprüfung der Flächenanteile aus dem eigenen Vorschlag	89
7.2.5	Übergang von Ein- zur Zweistoffkondensation	93
7.3	Einflüsse auf die Kondensatbildung	95
7.3.1	Inertgaseinfluss	95
7.3.2	Einfluss der Kondensattemperatur	95
7.3.3	Einflüsse der Versuchsanlage auf die Qualität der Experimente	96
7.4	Schlussfolgerung	96
8	Zusammenfassung	99
9	Formelzeichen	101
	Literatur	104
	Anhang	109
A	Meßergebnisse	109
A.1	Eutektische Versuchsreihen	109
A.2	Nicht-eutektische Versuchsreihen	119
A.3	Gemessene Wandtemperaturen	131
A.4	Stoffwerte	137
A.4.1	Reine Gase	137

A.4.2	Gasgemische	140
A.4.3	Reine Flüssigkeiten	142
A.4.4	Stoffspezifische Konstanten von n-Heptan	143
A.4.5	Stoffspezifische Konstanten von Wasser	144
A.4.6	Stoffspezifische Konstanten von Stickstoff	145
A.4.7	Stoffspezifische Konstanten von CO_2	146