

Dipl.-Ing. Achim Kienle, Leonberg

**Nichtlineare  
Wellenphänomene und  
Stabilität stationärer  
Zustände in  
Destillationskolonnen**

Reihe **3**: Verfahrenstechnik

Nr. **506**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführende Übersicht</b>	<b>1</b>
1.1	Einführung . . . . .	1
1.2	Problemstellung . . . . .	2
1.3	Übersicht . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Nichtlineare Wellenausbreitung</b>	<b>7</b>
2.1	Modellgleichungen . . . . .	7
2.1.1	Bilanzgleichungen . . . . .	8
2.1.2	Stoffaustauschkinetik . . . . .	9
2.1.3	Phasengleichgewicht . . . . .	12
2.2	Asymptotische Lösungen im unendlich ausgedehnten System . . . . .	19
2.2.1	Gleichgewichtsmodell . . . . .	19
2.2.2	Einfluß der axialen Dispersion . . . . .	37
2.2.3	Einfluß eines endlichen Stoffaustauschwiderstandes . . . . .	42
2.3	Einschwingverhalten . . . . .	46
2.3.1	Einschwingen auf die asymptotische Lösung nach einer zwischenzeitlichen Störung der Wellenform . . . . .	46
2.3.2	Einschwingen auf eine neue asymptotische Lösung nach einer bleibenden Störung der Randbedingungen . . . . .	49
2.4	Stationäre Zustände im berandeten System . . . . .	52
2.4.1	Ideale Gemische . . . . .	52
2.4.2	Nichtideale Gemische . . . . .	56
2.5	Zusammenfassung . . . . .	60

<b>3</b>	<b>Stabilität und Eindeutigkeit von stationären Betriebszuständen</b>	<b>63</b>
3.1	Einführung . . . . .	63
3.2	Kolonnen mit volumetrischem Rücklauf . . . . .	67
3.2.1	Analyse einer Verstärkersäule . . . . .	68
3.2.2	Analyse einer Destillationskolonne mit Abtriebs- und Verstärkungsteil	79
3.2.3	Experimentelle Ergebnisse . . . . .	83
3.2.4	Diskussion . . . . .	89
3.3	Einfluß der Energiebilanz . . . . .	90
3.3.1	Analyse einer Verstärkersäule . . . . .	93
3.3.2	Analyse einer Abtriebssäule . . . . .	101
3.3.3	Analyse einer Destillationskolonne mit Abtriebs- und Verstärkungsteil	106
3.3.4	Diskussion . . . . .	109
3.4	Einfluß des Siedegleichgewichts . . . . .	109
3.4.1	Der Grenzfall totalen Rücklaufs . . . . .	110
3.4.2	Endlicher Rücklauf . . . . .	114
3.4.3	Diskussion . . . . .	118
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>120</b>
<b>A</b>	<b>Eigenwerte und Eigenvektoren des Matrizenproduktes <math>M^{-1}N(x)</math></b>	<b>122</b>
<b>B</b>	<b>Existenz und Eindeutigkeit stationärer Wellen</b>	<b>125</b>
<b>C</b>	<b>Eigenvektoren für ideale Gemische mit konstanten Trennfaktoren</b>	<b>129</b>
<b>D</b>	<b>Methoden der Stabilitäts- und Bifurkationsanalyse</b>	<b>131</b>
D.1	Fortsetzungsverfahren für große, dünnbesetzte Systeme . . . . .	132
D.2	Stabilitätsanalyse . . . . .	135
D.3	Zweiparametrische Fortsetzung von Umkehrpunkten . . . . .	139
D.4	Implementierung in die Simulationsumgebung DIVA . . . . .	141
<b>E</b>	<b>Verwendete Korrelationen zur Berechnung des Siedegleichgewichts</b>	<b>143</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>145</b>