

	Symbolverzeichnis	5
1	Wärmeübertragung - Überblick	11
1.1	Bedeutung der Wärmeübertragung	11
1.2	Erste Berechnungen	11
1.3	Wärmeaustauscher	11
1.4	Arten der Wärmeaustauscher	12
2	Theoretischer Teil	15
2.1	Voraussetzungen	15
2.2	Eindimensionales Modell der Gleich- bzw. Gegenstrom-Wärmeaustauscher	16
2.3	Aufstellung des Differentialgleichungssystems	18
2.4	Laplace-Transformation bezüglich der Zeit des Differentialgleichungssystems eines Gleich- bzw. Gegenstrom-Wärmeaustauschers	22
2.5	Gleichstrom-Wärmeaustauscher	23
2.5.1	Allgemeine Lösung des Differentialgleichungssystems	23
2.5.2	Bestimmung der Eigenwerte	25
2.5.3	Bestimmung der Eigenvektoren	27
2.5.4	Bestimmung der Konstanten a und b	28
2.5.5	Lösungen des Differentialgleichungssystems im Laplace-Raum	29
2.5.6	Rücktransformation der Aufnehmertemperatur	31
2.5.6.1	Umwandlung der Aufnehmertemperatur T_2 im Laplace-Raum	31
2.5.6.2	Rücktransformation	32
2.5.6.3	Anwendung des Faltungssatzes	34
2.5.7	Bedingungsgleichung der Aufnehmertemperatur T_2	34

2.5.8	Bedingungsgleichung der Abgebortemperatur T_1	40
2.5.8.1	Bedingungsgleichung der Abgebortemperatur T_1 für den Zeitbereich $t > \text{Max } L W/u_2, L W/u_1$	40
2.5.8.2	Bedingungsgleichung der Abgebortemperatur T_1 im Fall $u_1 < u_2$ für den Zeitbereich $L W/u_2 < t < L W/u_1$	45
2.5.8.3	Bedingungsgleichung der Abgebortemperatur T_1 im Fall $u_2 < u_1$ für den Zeitbereich $L W/u_1 < t < L W/u_2$	49
2.6	Ergebnisse des Gleichstrom-Wärmeaustauschers	53
2.7	Gegenstrom-Wärmeaustauscher	60
2.7.1	Allgemeine Lösung des Differentialgleichungssystems	60
2.7.2	Bestimmung der Eigenwerte	61
2.7.3	Bestimmung der Eigenfunktionen	62
2.7.4	Bestimmung der Konstanten a und b	63
2.7.5	Lösungen des Differentialgleichungssystems im Laplace-Raum	64
2.7.6	Rücktransformation	66
2.7.6.1	Der Heaviside'sche Entwicklungssatz	66
2.7.6.2	Die Temperatur der Abgeberphase eines Gegenstrom- Wärmeaustauschers T_1	68
2.7.6.3	Die Temperatur der Aufnehmerphase eines Gegenstrom- Wärmeaustauschers T_2	70
2.7.6.4	Aufsuchen der Pole	72
2.7.6.5	Lage der Pole	75
2.7.7	Die Temperaturen der Abgeber- und der Aufnehmerphase T_1 und T_2 im Falle $S = 1$	76
2.7.8	Die stationären Temperaturen der Abgeber- und der Aufnehmerphase $T_1(\text{stat.})$ und $T_2(\text{stat.})$	79
2.7.9	Programmierung und graphische Darstellung	81
2.8	Der Gegenstrom-Wärmeaustauscher unendlicher Länge	85

2.8.1	Aufstellung der Übertragungsmatrix	85
2.8.2	Bestimmung der Eigenwerte	86
2.8.3	Bestimmung der Eigenvektoren	88
2.8.4	Bestimmung der Konstanten a und b	89
2.8.5	Lösung des Differentialgleichungssystems im Laplace-Raum	91
2.8.6	Rücktransformation der Abgebortemperatur	91
2.8.6.1	Umwandlung der Abgebortemperatur T_1 im Laplace-Raum	91
2.8.6.2	Einzelrücktransformationen	92
2.8.6.3	Anwendung des Faltungssatzes	93
2.8.7	Bestimmungsgleichung der Abgebortemperatur T_1	94
2.8.8	Bestimmungsgleichung der Aufnehmertemperatur T_2	95
2.9	Ergebnisse des Gegenstrom-Wärmeaustauschers	100
3	Experimenteller Teil	106
3.1	Die Meßapparatur	106
3.1.1	Die Doppelrohr-Wärmeaustauscher-Anlage	106
3.1.2	Die Temperaturmessung	110
3.1.3	Liste der verwendeten Geräte	114
3.2	Durchführung der Messungen	115
3.3	Experimentelle Ergebnisse des Gleichstrom-Wärmeaustauschers	117
3.4	Experimentelle Ergebnisse des Gegenstrom-Wärmeaustauschers	123
3.5	Diskussion der Messergebnisse	129
4	Vergleich der theoretisch ermittelten und der gemessenen Werte	133
5	Abschließende Diskussion und Ausblick	136
6	Zusammenfassung	138
7	Literaturverzeichnis	142
8	Anhang	161

8.1	Anh.1: Die Aufnehmertemperatur T_2 des Gleichstrom-Wärmeaustauschers für $t > \text{Max } L W / u_2, L W / u_1$	161
8.2	Anh.2: Die Abgebertemperatur T_1 des Gleichstrom-Wärmeaustauschers für $t > \text{Max } L W / u_2, L W / u_1$	165
8.3	Anh.3: Programm zur Berechnung einer 41×41 - Matrix der Abgebertemperatur T_1 eines Gleichstrom-Wärmeaustauschers	168
8.4	Anh.4: Programm zur Bestimmung der Pole für die Berechnung der Abgebertemperatur T_1 und der Aufnehmertemperatur T_2 eines Gegenstrom-Wärmeaustauschers	170
8.5	Anh.5: Programm zur Berechnung einer 41×41 - Matrix der Aufnehmertemperatur T_2 eines Gegenstrom-Wärmeaustauschers	171