

Dipl.-Ing. Frank Bechmann, Freising

**Das stationäre und
instationäre Verhalten von
Platten-Wärmeübertragern
im industriellen Maßstab**

Reihe **3**: Verfahrenstechnik

Nr. **437**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Einsatzbereiche des Platten-Wärmeübertragers	1
1.2	Ziele der Arbeit	2
1.3	Gliederung der Arbeit	3
2	Grundlagen der Wärmeübertragung in einem Platten-Wärmeübertrager	5
2.1	Annahmen und Voraussetzungen	5
2.2	Gleichungen	8
2.2.1	Nomenklatur	8
2.2.2	Berechnung der Parameter der Wärmeübertragung	9
2.2.3	Bewertung der Effizienz von Wärmeübertragern	11
2.2.4	Massenstromverteilung	14
2.3	Literaturüberblick	19
2.3.1	Allgemeine Grundlagen der Wärmeübertragung in einem Platten-Wärmeübertrager	19
2.3.2	Stationärer Zustand eines Platten-Wärmeübertragers	19
2.3.3	Instationäres Verhalten eines Platten-Wärmeübertragers	24
3	Stationärer Zustand eines Platten-Wärmeübertragers	30
3.1	Herleiten des Gleichungssystems	30
3.1.1	Gleichungssystem für Platten-Wärmeübertrager mit mehreren Abteilungen	32
3.1.2	Einfluß temperaturabhängiger Stoffwerte	32
3.2	Lösung des Differentialgleichungssystems	33
3.2.1	Bestimmen des Randbedingungsvektors \mathbf{C}	33
3.2.2	Berechnen der Exponentialfunktion einer Matrix	36
3.2.3	Berechnen des Eigensystems der Systemmatrix eines Platten-Wärmeübertragers	39
3.2.4	Behandlung von Platten-Wärmeübertragern mit mehreren Abteilungen	41
3.3	Ergebnisse stationärer Rechnungen	43

4	Instationäres Verhalten eines Platten-Wärmeübertragers	60
4.1	Ableiten des instationären Modells	60
4.1.1	Aufstellen der vollständigen Bilanzgleichungen	60
4.1.2	Ableiten des vollständigen instationären Modells	62
4.1.3	Vereinfachen des instationären Modells	63
4.1.4	Ableiten des instationären Modells unter Vernachlässigung von Wärmeleitung und Wärmespeicherung in der Platte	64
4.1.5	Klassifizierung der instationären Modellgleichungen	65
4.2	Bilanzgleichungen für die Verbindungen zwischen den Kanälen	67
5	Lösen der Gleichungen zum instationären Modell	69
5.1	Auswahl des Lösungsverfahrens	69
5.1.1	Laplace-Transformation	69
5.1.2	Numerische Lösungsverfahren	73
5.2	Ergebnisse instationärer Rechnungen	81
5.2.1	Vergleich der Verfahren	81
5.2.2	Vergleich der verschiedenen Modelle	85
5.2.3	Anwendung des Charakteristikenverfahrens auf Platten-Wärmeübertrager	88
5.2.4	Näherungen	95
6	Auswertung	107
6.1	Darstellung der Versuchsanlage	107
6.2	Versuchsergebnisse	110
6.2.1	Massenstromänderungen	110
6.2.2	Änderungen der Eintrittstemperatur	112
6.2.3	Bewertung der Versuchsergebnisse	115
7	Zusammenfassung	117
8	Anhang	121
8.1	Mathematische Grundlagen	121
8.1.1	Theorie der Eigensysteme	121
8.1.2	Rechenbeispiel für PWÜ mit mehreren Abteilungen	123
8.1.3	Klassifizierung partieller Differentialgleichungen	125

8.1.4	Format der Eingabedateien	125
8.2	Literaturverzeichnis	129