

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	v
Formelzeichen und Indizes	vi
1 Probleme durch ungleichförmige Temperatur- und Geschwindigkeitsverteilungen	1
2 Stand der Forschung	2
2.1 Wärmeübergang und Druckabfall durch Rohrbündel	2
2.2 Beeinflussung von Temperatur- und Geschwindigkeitsprofilen	3
2.2.1 Temperaturprofile	3
2.2.2 Geschwindigkeitsprofile	4
2.2.3 Temperatur- und Geschwindigkeitsprofile	5
2.3 Auswirkung von Gittern auf Geschwindigkeits- und Temperaturprofile . . .	5
2.4 Ziel der Arbeit	6
3 Berechnungsgrundlagen	7
3.1 Vorgänge in einem Dampferzeuger	7
3.2 Ähnlichkeit von Rohrbündelmodell und Dampferzeuger	7
3.2.1 Strömungsmodell	7
3.2.2 Wärmeübergangsmodell	8
3.2.3 Berechnung von Wärmeübergang und Druckabfall in Rohrbündeln .	10
3.2.4 Wärmeübergang	10
3.2.5 Druckverlust	13
4 Versuchseinrichtung	15
4.1 Luftkreislauf	15
4.2 Wärmeaustauscher	15
4.3 Meßgeräte	16
4.3.1 Meßrohre	16
4.3.2 Kalibrierung der Meßgeräte	17
5 Durchführung der Versuche und Auswertung	17
5.1 Durchführung der Versuche	17
5.2 Auswertung der Versuche	19
5.2.1 Geschwindigkeit an der Prandtl-Sonde	19
5.2.2 Blendenmessung	20
5.2.3 Feldabtastung und Netzmessung	20
5.2.4 Wärmeströme	21
5.2.5 Berechnung der Druckverlustbeiwerte	21
5.2.6 Rohroberflächentemperaturen	21

6	Meßergebnisse und Diskussion	22
6.1	Messungen bei senkrechter Lage der Profile zu den Rohren	23
6.1.1	Einfluß der Rohranordnung	23
6.1.2	Einfluß der Zuordnung von Temperatur- zu Geschwindigkeitsprofil .	25
6.1.3	Variation der Geschwindigkeitsprofilhöhe	26
6.2	Messungen bei Profilen parallel zu den Rohren	26
6.3	Wärmeübergang im Rohrbündel	27
6.3.1	Wärmeübergang am Rohrumfang	27
6.3.2	Wärmeübergang bei Einzelreihen	28
6.3.3	Wärmeübergang am Rohrbündel	29
6.4	Druckabfall am Rohrbündel	31
7	Berechnungsmodelle	32
7.1	Nusselt-Ansatz aus den Meßergebnissen	32
7.2	Modell der getrennten Teilapparate	33
7.2.1	Grundlegende Überlegungen	33
7.2.2	Durchführung der Berechnungen	36
7.2.3	Vergleich der Berechnungen mit den Meßergebnissen	36
7.3	Formulierung der Erhaltungsgleichungen für Rohrbündel	37
7.3.1	Impulsbilanz	38
7.3.2	Energieerhaltung	38
7.3.3	Mathematische Lösungsverfahren für die Erhaltungsgleichungen . .	39
7.4	Das Zellenmodell	39
7.4.1	Anwendung des Zellenmodells auf Rohrbündel	39
7.4.2	Theoretische Grundlagen	40
7.4.3	Erstellung eines Rechenprogrammes für das Zellenmodell	44
7.4.4	Ergebnisse der Modellrechnung	46
7.4.5	Vergleich der Rechen- und Versuchsergebnisse	47
7.5	Das Dispersionsmodell	48
7.5.1	Grundlagen	48
7.5.2	Berechnung der örtlichen Péclet- und Reynolds-Zahlen aus den Mes- sungen	51
7.5.3	Verbindung von Zellen- und Dispersionsmodell	52
7.5.4	Vergleich der Berechnung mit Versuchsergebnissen	56
8	Vergleich mit den Messungen anderer Autoren	56

9	Ausblick	58
10	Zusammenfassung	59
11	Literaturverzeichnis	60
12	Tabellen	73
13	Bilder	83
A	Anhang	139
A.1	Berechnung der Nusselt-Zahlen nach Traub	139
A.2	Stoffwerte	140
A.2.1	Stoffwerte für Luft	140
A.2.2	Stoffwerte für Wasser	141