

Dipl.-Ing. Reiner Armbruster, Esslingen

Strömungsformen und Wärmeübergang an waag- rechten berieselten Rohren

Reihe **19**: Wärmetechnik/
Kältetechnik

Nr. **99**

Inhaltsübersicht

Verwendete Formelzeichen	VII
Zusammenfassung	X
1 EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	1
2 STAND DES WISSENS	3
2.1 Hydrodynamik	3
2.1.1 Bereiche der einzelnen Strömungsformen	3
2.1.2 Tropfen- und Strahlabstand	4
2.1.3 Auflösung frei fallender Flüssigkeitsstrahlen	8
2.2 Wärmeübergang	13
2.2.1 Thermische Grenzschichten und Temperaturverläufe	13
2.2.2 Definition des Wärmeübergangskoeffizienten	16
2.2.3 Theoretische Grundlagen	17
2.2.4 Korrelationen für den Wärmeübergang	22
2.2.5 Vergleich der Wärmeübergangskorrelationen	26
3 EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN	33
3.1 Versuchsanlage	33
3.1.1 Kreislauf für die Versuchsflüssigkeit	33
3.1.1.1 Berieselungsvorrichtung	34
3.1.2 Windkanal	36
3.1.3 Kühlkreislauf	37
3.2 Meßgrößen und deren Genauigkeit	37
3.3 Parameterbereiche und Ablauf der Messungen	39
3.3.1 Strömungsuntersuchungen	39
3.3.2 Benetzungsgrenzen	40
3.3.3 Temperaturverteilung an der Rohroberfläche	40
3.3.4 Wärmeübergang	41
4 DARSTELLUNG UND BESCHREIBUNG DER ERGEBNISSE	43
4.1 Strömung	43
4.1.1 Formen der Flüssigkeitsverteilung	43
4.1.2 Abstand zwischen den Flüssigkeitsstrahlen	53
4.2 Benetzungsgrenzen	57
4.3 Temperaturverteilungen an der Rohroberfläche	60

4.4	Wärmeübergang	66
4.4.1	Ruhende Luft	66
4.4.2	Strömende Luft	68
4.4.2.1	Wärmeübergangskoeffizienten mit einbezogener Flüssigkeitsvorkühlung	69
4.4.2.2	Separation der Flüssigkeitsvorkühlung vom Wärmeübergang am Rohr	76
4.5	Abkühlung der Flüssigkeit durch Verdunstung	80
4.5.1	Abkühlung zwischen den Rohren	80
4.5.2	Aufstellung einer Korrelation zur Berechnung der Abkühlung	85

ANHANG

Anhang A	Beziehungen zur Berechnung der mittleren Nusselt-Zahl	88
Anhang B	Ergebnisse der Strömungsuntersuchungen	97
Anhang C	Ergebnisse der Untersuchungen zur Temperaturverteilung	104
Anhang D	Ergebnisse der Untersuchungen zum Einfluß des Luftzustandes auf den Wärmeübergang	125
Anhang E	Ergebnisse der Untersuchungen zur Filmabkühlung	151

LITERATUR		177
-----------	--	-----