

**Maßgebende Stoffwerttemperaturen und Einfluß des Luftdruckes bei
freier Konvektion**

Von der Fakultät Energietechnik der Universität Stuttgart
zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
genehmigte Abhandlung

vorgelegt von
Hermann Sauter
aus Ehingen/Volkersheim

Hauptberichter:	Prof. Dr.-Ing. H.Bach
Mitberichter:	Prof. Dr.-Ing. E.Hahne
Tag der Einreichung:	25.5.1993
Tag der mündlichen Prüfung:	9.7.1993

Institut für Kernenergetik und Energiesysteme der
Universität Stuttgart
1993

Kurzfassung

Sowohl zur Korrektur des Luftdruckeinflusses bei der Leistungsprüfung von Heizkörpern als auch zur systematischen, analytischen Vorausbestimmung der konvektiven Wärmeleistung eines Heizkörpers - abhängig von Form und Abmessung - müssen genügend genaue Kennzahlen-Funktionen vorliegen. Die Genauigkeit hängt unter anderem von der richtigen Wahl der für die Stoffwerte maßgeblichen Temperaturen ab. Es wird ausgehend von der Ähnlichkeitstheorie mit drei verschiedenen Experimenten nachgewiesen, daß für die Stoffwerte die Wandtemperatur maßgebend ist. Es werden für bestimmte Übertemperaturen die Nu, Gr -Funktionen zum ersten durch Variation der Bauhöhe bei einer ebenen Platte, zum zweiten durch Variation des Luftdruckes bei einem zylindrischen Heizstab ermittelt und zum dritten die Ergebnisse am Heizstab mit denen bei einer Zwangsanströmung verglichen. Über Näherungs-Potenzfunktionen für die Stoffwerte in Abhängigkeit von der Übertemperatur läßt sich durch einen Vergleich der aus den Nu, Gr -Funktionen berechneten Hochzahlen für den Wärmeübergang mit den gemessenen der Nachweis für den Wandtemperatureinfluß liefern. Damit können nun genügend genau Rechenmodelle für komplexe Heizkörperformen mit beliebiger Kombination von freier - und geführter Auftriebsströmung aufgestellt werden (z.B. mehrreihige Platten mit Rippen). Ein Vergleich von Rechnungen, z.B. zum Zweck der Heizkörperoptimierung, mit Meßergebnissen zeigt, daß die Abweichungen zwischen -3 und +5% liegen (zugelassene Unsicherheit aufgrund von Fertigungstoleranzen: 4%).

Gliederung

1	Einleitung	Seite 7
2	Grundlagen	12
	2.1 Phänomenologische Betrachtungen der Konvektion am Heizkörper	12
	2.2 Beschreibende Differentialgleichungen	16
	2.3 Ähnlichkeitsbetrachtungen	18
3	Veröffentlichungen über die wirksame Stoffwerttemperatur	28
4	Experimentelle Untersuchungen	34
	4.1 Variation der kennzeichnenden Länge senkrechter Platten	34
	4.1.1 Versuchsaufbau	35
	4.1.2 Versuchsergebnisse	37
	4.1.3 Die Nu,Gr-Funktion	45
	4.2 Variation des Luftdruckes bei einem zylindrischen Heizstab mit Schacht	49
	4.2.1 Versuchsaufbau	49
	4.2.2 Versuchsergebnisse	50
	4.2.3 Die Nu,Gr- oder Nu,Re-Funktion	58
	4.3 Zwangsanströmung des zylindrischen Heizstabes	61
	4.3.1 Ergänzender Versuchsaufbau	61
	4.4 Vergleich der Ergebnisse mit denen aus der Literatur (freie Auftriebs- und Zwangsanströmung)	66
	4.5 Physikalische Begründung	68
5	Anwendung auf rechnerische Bestimmung von konvektiven Wärmeleistungen	69
	5.1 Aufbau von Rechenmodellen für Heizkörper Typ A und C	69

	Seite
5.2 Aufbau von Rechenmodellen für Heizkörper Typ B und D	69
5.2.1 Kanal K1	72
5.2.2 Schacht K2	75
5.2.3 Schacht K3	77
5.2.4 Schacht K4	77
5.2.5 Vorderseite K5	79
5.3 Lösung der Modellgleichungen	79
5.4 Rechenergebnisse	80
5.4.1 Vergleich der Rechenergebnisse mit gemessenen Wärmeleistungen	80
5.4.2 Rechenergebnisse für die einzelnen Rechenmodelle	84
5.5 Zusammenstellung der funktionskennzeichnenden Exponenten für alle Heizkörper	93
6 Anwendung der Ergebnisse	96
6.1 Beispiel für die rechnerische Leistungsbestimmung eines zweireihigen Plattenheizkörpers	98
7 Zusammenfassung	101
8 Literatur	104
9 Anhang	108
9.1 Diagramme der Exponenten $2m^*$ für die Heizkörper Typ A, B, C und D	108
9.2 Randbedingungen für das Differenzenverfahren	116
9.3 Numerische Lösung der Differentialgleichungen	121
9.4 Vorschlag für eine Druckkorrektur (CEN TC 130)	124
9.5 Meßwerte	127