

Reibungstemperaturfelder in turbulenten Grenzschichten

VON DER
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

ZUR ERLANGUNG
DER WÜRDE EINES DOKTORS DER
TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

GENEHMIGTE
PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON

KARL ELSER

von Goßau St. G.

Referent: Herr Prof. Dr. G. Eichelberg
Korreferent: Herr Prof. Dr. J. Ackeret



ZÜRICH 1949

Dissertationsdruckerei Leemann AG.

Zusammenfassung

Bei Strömungen mit hohen Geschwindigkeiten ist das durch die innere Reibung erzeugte Temperaturfeld, insbesondere dessen Randwert, die Eigentemperatur, von erheblicher Bedeutung. Es wurde gezeigt, daß es durch bekannte dimensionslose Kennzahlen bestimmt wird.

Allgemeine Betrachtungen über die Wirkungen der turbulenten Mischungsbewegung führten zu einem von 1 verschiedenen Wert des Austauschverhältnisses.

Für die turbulente Strömung im geraden Kreisrohr konnte die Differentialgleichung des Temperaturfeldes nach Einführen eines neuen Ansatzes für das Geschwindigkeitsprofil in Wandnähe und geeigneter dimensionsloser Variabler ohne Schwierigkeiten numerisch integriert werden. Die Ergebnisse wurden als Funktionen der maßgebenden Kennzahlen in einem weiten Bereiche derselben mitgeteilt.

Der Zusammenhang zwischen Druckabfall- und Reibungsziffer bei der Strömung einer kompressibeln Flüssigkeit in einem Rohr konstanten Querschnittes wurde untersucht. Die durchgeführten Messungen ergaben, daß der Druckabfallkoeffizient mit der Machschen Zahl sehr stark ansteigt, die Reibungsziffer dagegen nur wenig von Ma abhängig ist.

Für das Reibungstemperaturfeld bei turbulenter Strömung an einer ebenen Platte ist eine verhältnismäßig einfache Lösung nur möglich, wenn das Problem zu einem eindimensionalen reduziert wird, was bei großen Reynoldsschen Zahlen zulässig scheint. Unter gewissen Einschränkungen ist es indessen auch möglich, die dem zweidimensionalen Temperaturfeld zugehörige partielle Differentialgleichung in eine totale überzuführen und zu integrieren. Es zeigte sich aber, daß diese Einschränkungen nicht streng erfüllt sind, und daß die numerische Auswertung mit großem Aufwand verbunden ist.

Die Resultate der Berechnungen konnten mit verschiedenen Meßergebnissen verglichen werden, wobei sich eine gute Übereinstimmung ergab. Dasselbe zeigten besondere Eigentemperaturmessungen bei turbulenter Strömung von Luft in einem Rohr. Sie gestatteten außerdem eine Bestimmung der Größe des Austauschverhältnisses, für welches nach den vorliegenden Messungen der Wert $\alpha = 1,10$ als wahrscheinlich gelten kann.

Da Strömungen mit turbulenter Grenzschicht in der Technik vorherrschen und vielfach einer der beiden behandelten, klassischen Fälle (die Strömung in einem Rohr oder diejenige an einer ebenen Platte) eine ausreichende Annäherung an die Wirklichkeit darstellt, machen die mitgeteilten Diagramme und Zahlenwerte eine große Zahl von Problemen (beispielsweise die Oberflächentemperatur schnellfliegender Körper oder den Wärmeübergang bei hoher Strömungsgeschwindigkeit) einer praktischen Berechnung zugänglich.