

Dipl.-Ing. Detlef Vieth, Bochum

**Berechnung der Impuls-
und Wärmeübertragung
in ebenen turbulenten
Strömungen mit Ablösung
bei hohen Reynolds-Zahlen**

Reihe **7**: Strömungstechnik

Nr. **311**

Inhalt

Formelzeichen	VIII
Abstract	XIV
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	7
2.1 Grundgleichungen	7
2.2 Turbulente Strömungen bei hohen Reynolds-Zahlen	12
2.3 Turbulenzmodellierung	18
2.4 Ablösung	25
2.5 Asymptotische und dimensionsanalytische Methoden	35
2.6 Berechnungsverfahren	38
2.6.1 Klassifizierung von Berechnungsverfahren	38
2.6.2 Literaturübersicht	43
3 Herleitung des mathematisch/physikalischen Modell	47
3.1 Vorbemerkungen	47
3.2 Charakteristische Größen	48
3.2.1 Grenzschichtströmungen	48
3.2.2 Couette-Poiseuille-Strömungen	51
3.3 Asymptotische Analyse anliegender Grenzschichten	52
3.4 Asymptotische Analyse für Grenzschichten mit Ablösung	56
3.4.1 Grenzschichten im unmittelbaren Ablösebereich	56
3.4.2 Übergang von anliegenden zu abgelösten Grenzschichten	67
3.4.3 Anpassungsbedingungen viskose Unterschicht - voll- turbulenter Bereich	67

3.5	Asymptotische Analyse von Couette-Poiseuille-Strömungen	72
3.6	Die Methode der Wandfunktionen	73
3.7	Turbulenzmodellierung	82
3.8	Wechselwirkung zwischen der Grenzschicht und der reibungsfreien Strömung	88
3.9	Mathematisch/physikalisches Modell	89
4	Couette-Poiseuille-Strömungen	95
4.1	Vorbemerkungen	95
4.2	Bisherige Arbeiten	99
4.3	Beschreibung des Versuchsstandes	104
4.4	Messungen	112
4.4.1	Voruntersuchungen	112
4.4.2	Meßergebnisse	118
4.4.3	Die Konstanten der Wandfunktionen	126
4.5	Bewertung der Meßergebnisse	129
5	Grenzschichtströmungen	132
5.1	Vorbemerkungen	132
5.2	Grenzschichtströmungen mit $\tau_w(x) = 0$	133
5.3	Numerisches Verfahren	140
5.3.1	Transformation der Gleichungen	141
5.3.2	Randbedingungen	143
5.3.3	Anfangsbedingungen	145
5.4	Modellströmungen	147
5.5	Vergleich Rechnung - Messung	152
5.5.1	Integrale Größen	153
5.5.2	Profilgrößen	158
5.5.3	Ergebnisse zur Berechnung des Wärmeübergangs	162

Inhalt	VII
6 Zusammenfassung	170
Anhang	176
A1 Werte der Modellkonstanten	176
A2 Couette-Poiseuille-Strömungen: Sonden für die Geschwindigkeitsmessung, Meßstrecke.	177
A3 Couette-Poiseuille-Strömungen: Einfluß der Gestaltung des Vorlaufes	180
A4 Couette-Poiseuille-Strömungen: Entwicklung der Profile in Strömungsrichtung	182
A5 Couette-Poiseuille-Strömungen: Ergebnisse der 2-d Kreuzdrahtmessungen	184
A6 Grenzschichtströmungen: Profile der turbulenten Größen	187
A7 Grenzschichtströmungen: Terme der Bilanzgleichungen	189
Literaturverzeichnis	193