

# Inhaltsverzeichnis

<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>i</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1 Was ist Turbulenz? . . . . .	3
1.2 Stand der Forschung über wandnahe Turbulenz . . . . .	6
1.3 Ziele und Vorgehensweise . . . . .	8
<b>2 Grundlagen wandgebundener Strömungen</b>	<b>11</b>
2.1 Strömungsinstabilitäten . . . . .	11
2.1.1 Stabilitätstheorie . . . . .	12
2.1.2 Transition unter Wandeinfluss . . . . .	15
2.1.3 Wege in die Turbulenz - Nichtklassische Betrachtungsweise . . . . .	17
2.2 Entwickelte Turbulenz - Klassische Betrachtungsweise . . . . .	19
2.3 Turbulenzmodellierung - Das Schließungsproblem . . . . .	22
<b>3 Arbeiten zur Laser-Doppler-Anemometrie</b>	<b>31</b>
3.1 Messvolumenkorrekturen . . . . .	31
3.2 Bestimmung der effektiven Messvolumengröße . . . . .	41
3.3 Anforderungen an das LDA-Messvolumen . . . . .	43
<b>4 Turbulente zweidimensionale Kanalströmung</b>	<b>53</b>
4.1 Experimenteller Aufbau . . . . .	53
4.2 Strömungsentwicklung . . . . .	56
4.2.1 Strömungsentwicklung mit der Lauflänge . . . . .	56
4.2.2 Einfluss von Tripping . . . . .	57
4.2.3 Klassifizierung der Strömungszustände . . . . .	66
4.3 Vollentwickelte turbulente Kanalströmung . . . . .	71
4.3.1 Mittlere Geschwindigkeit . . . . .	72

4.3.2	Turbulente Schwankungen . . . . .	78
4.3.3	Momente höherer Ordnung . . . . .	84
4.4	Analyse von Reynoldszahleinflüssen . . . . .	84
4.4.1	Energiebilanz . . . . .	84
4.4.2	Anwendung der Anisotropie-Invariantentheorie . . . . .	91
4.4.3	Bilanz der Dissipationsrate . . . . .	92
4.4.4	Reynoldszahleffekte in unmittelbarer Wandnähe . . . . .	102
4.4.5	Vergleich experimenteller und numerischer Daten an der Wand . . .	104
<b>5</b>	<b>Transitionale ebene Grenzschichtströmung</b>	<b>109</b>
5.1	Analogiebetrachtung . . . . .	110
5.2	Experimenteller Aufbau . . . . .	113
5.3	Einfluss von Rauigkeitselementen . . . . .	120
5.4	Beschreibung mit Invariantentheorie . . . . .	134
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>143</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>147</b>
	<b>Danksagung</b>	<b>153</b>