

# Inhaltsverzeichnis

<b>Bezeichnungen</b>	<b>xii</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2 Druckmessung</b>	<b>7</b>
2.1 Bezeichnungen und Definitionen . . . . .	8
2.2 Messung des Wanddruckes . . . . .	12
2.3 Druckmesssonden . . . . .	15
2.3.1 Gesamtdrucksonden . . . . .	15
2.3.2 Sonden für den statischen Druck . . . . .	19
2.3.3 Differenzdrucksonden . . . . .	21
2.4 Druckmessgeräte und -aufnehmer . . . . .	22
2.4.1 Flüssigkeitsmanometer . . . . .	23
2.4.2 Elektromechanische Druckaufnehmer . . . . .	24
2.5 Drucksensitive Farben . . . . .	28
2.6 Messung von Wanddruckschwankungen . . . . .	32
2.6.1 Wandmikrofone . . . . .	32
2.6.2 Polymer-Sensor-Folien (Piezo-Folien) . . . . .	35
<b>3 Geschwindigkeitsmessung</b>	<b>41</b>
3.1 Bezeichnungen und Definitionen . . . . .	43
3.2 Geschwindigkeitsmessung mit Drucksonden . . . . .	45
3.3 Thermoelektrische Geschwindigkeitsmessverfahren . . . . .	48
3.3.1 Hitzdrahtanemometrie . . . . .	49
3.3.2 Pulsdrahtanemometrie . . . . .	56
3.4 Optische Geschwindigkeitsmessverfahren . . . . .	59

3.4.1	Laser-Doppler-Anemometrie . . . . .	59
3.4.2	Laser-2 Fokus-Anemometrie . . . . .	66
3.4.3	Particle-Image-Velocimetry . . . . .	68
3.4.4	Laser-Speckle-Anemometrie . . . . .	75
3.4.5	Teilchenfolgevermögen . . . . .	77
<b>4</b>	<b>Wandreibungsmessung</b>	<b>79</b>
4.1	Bezeichnungen und Definitionen . . . . .	80
4.2	Mechanische Verfahren (Wandschubspannungswaagen) . . . . .	84
4.3	Thermoelektrische Wandreibungsmessverfahren . . . . .	87
4.3.1	Oberflächenheißfilmtechnik . . . . .	87
4.3.2	Oberflächenhitzdraht . . . . .	92
4.3.3	Wandpulsdraht- und Wandhitzdrahttechnik . . . . .	94
4.3.4	Mikrotechnologie, Mikrosensorik . . . . .	98
4.3.5	Vergleich der thermoelektrischen Verfahren . . . . .	101
4.4	Wandreibungsmessung mit Drucksonden . . . . .	103
4.4.1	Preston-Rohr-Verfahren . . . . .	103
4.4.2	Oberflächenzaun, Stantonsonde und Oberflächendraht . . . . .	111
4.5	Optische Wandreibungsmessverfahren . . . . .	117
4.5.1	Ölfilm-Laserinterferometrie . . . . .	118
4.5.2	Wandgradienten-LDA . . . . .	121
<b>5</b>	<b>Temperaturmessung</b>	<b>124</b>
5.1	Bezeichnungen und Definitionen . . . . .	125
5.2	Thermoelektrische Temperaturmessverfahren . . . . .	129
5.2.1	Thermoelemente . . . . .	129
5.2.2	Widerstandsthermometer . . . . .	134
5.3	Messung von Oberflächentemperaturen . . . . .	138
5.3.1	Infrarot-Thermografie . . . . .	142
5.3.2	Flüssigkristalltechnik . . . . .	150

---

<b>6</b>	<b>Strömungssichtbarmachung</b>	<b>154</b>
6.1	Oberflächenvisualisierung . . . . .	155
6.1.1	Woll- oder Textilfäden . . . . .	155
6.1.2	Anstrichverfahren . . . . .	156
6.2	Visualisierung durch Partikelzugabe . . . . .	158
6.2.1	Laserlichtschnittverfahren . . . . .	159
6.2.2	Farbfadenmethode . . . . .	161
6.2.3	Elektrochemische Visualisierungsverfahren . . . . .	163
6.3	Optische Verfahren . . . . .	167
6.3.1	Schlieren-/ Schattenverfahren . . . . .	167
6.3.2	Interferometrie . . . . .	171
<b>7</b>	<b>Spezielle Probleme der Grenzschichtmesstechnik</b>	<b>177</b>
7.1	Wandinterferenzen bei Geschwindigkeits- und Druckmessung . . . . .	177
7.2	Messtechnische Probleme bei Ablösungen . . . . .	181
7.2.1	Geschwindigkeitsmessungen in Strömungen mit Ablösung . . . . .	182
7.2.2	Wandschubspannungsmessungen in Strömungen mit Ablösung	184
<b>8</b>	<b>Signalanalyse</b>	<b>189</b>
8.1	Messwertaufnahme . . . . .	189
8.2	Analyse von Messwerten . . . . .	190
8.2.1	Statistische Methoden . . . . .	190
8.2.2	Fourier-Analyse . . . . .	193
8.2.3	Simultan-Signalanalyse . . . . .	195
8.2.4	Filter . . . . .	198
8.3	Visualisierung von Strömungsdaten . . . . .	200
<b>9</b>	<b>Versuchsanlagen</b>	<b>203</b>
9.1	Allgemeine Windkanalkonzepte . . . . .	203
9.2	Unterschallkanäle . . . . .	205
9.3	Transsonik- und Überschallkanäle . . . . .	208
9.4	Hochdruck und Kryokanäle . . . . .	210
	<b>Farbtafeln</b>	<b>215</b>
	<b>Index</b>	<b>219</b>