

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung, Überblick und Grundlagen .....</b>	<b>1</b>
<b>1 Eigenschaften von Fluiden .....</b>	<b>4</b>
1.1 Molekularer Aufbau – Mikrostruktur .....	4
1.2 Widerstand gegen Formänderungen (Elastizität, Viskosität) .....	5
1.3 Gaskinetische Erklärung der inneren Reibung .....	11
1.4 Volumenänderung und Zustandsgleichung für Gase .....	13
1.5 Oberflächen- oder Grenzflächenspannung und Kapillarität .....	15
<b>2 Hydro- und Aerostatik .....</b>	<b>26</b>
2.1 Flüssigkeitsdruck $p$ .....	26
2.2 Flüssigkeitsdruck in Kraftfeldern .....	27
2.3 Druckkraft auf ebene Behälterwände .....	32
2.4 Hydrostatischer Auftrieb. Druckkraft auf gekrümmte Flächen .....	35
<b>3 Hydro- und Aerodynamik .....</b>	<b>38</b>
3.1 Stromfadentheorie .....	38
3.1.1 Grundbegriffe .....	38
3.1.2 Grundgleichungen der Stromfadentheorie .....	43
3.1.3 Stromfadentheorie in Einzelausführungen .....	48
3.1.3.1 Bewegung auf konzentrischen Kreisbahnen (Wirbel) .....	49
3.1.3.2 Wirbelquell- oder Wirbelsenkenströmung .....	51
3.1.3.3 Drehbewegung unter Berücksichtigung der Schwere .....	53
3.1.3.4 Verschiedene Druckbegriffe und deren Messung .....	54
3.1.3.5 Ausströmen aus einem Behälter .....	57
3.1.3.6 Gasdynamische Betrachtungen. Die Strömung in der Laval-Düse. Der senkrechte Verdichtungsstoß .....	60
3.2 Reibungsfreie, ebene und räumliche Strömungen .....	74
3.2.1 Kontinuität (= Massenerhaltung) .....	74
3.2.2 Eulersche Bewegungsgleichungen .....	75
3.2.3 Ebene, stationäre, inkompressible Potentialströmung .....	76
3.2.4 Beispiele für elementare und zusammengesetzte Potentialströmungen .....	82
3.2.5 Potentialströmungen um vorgegebene Körper .....	91
3.3 Strömung mit Reibung .....	97
3.3.1 Impulssatz mit Anwendungen .....	97
3.3.1.1 Durchströmen eines Krümmers .....	99
3.3.1.2 Düse und Diffusor frei ausblasend .....	102
3.3.1.3 Carnotscher Stoßdiffusor .....	103
3.3.1.4 Borda-Mündung .....	105

3.3.1.5	Schub eines lufttumenden Triebwerkes .....	106
3.3.1.6	Widerstand eines Halbkörpers im Kanal .....	107
3.3.2	Drehimpulssatz mit Anwendung .....	108
3.3.2.1	Durchströmen eines radialen Laufrades .....	109
3.3.3	Grundsätzliches zum Reibungseinfluss – Kennzahlen .....	111
3.3.4	Laminare und turbulente Strömung .....	115
3.3.5	Geschwindigkeitsverteilung und Druckabfall in Kreisröhren bei laminarer und turbulenter Strömung .....	117
3.3.6	Laminare und turbulente Strömung durch rauhe Rohre (Nikuradse-Diagramm) .....	123
3.3.7	Strömung in der Einlaufstrecke .....	125
3.3.8	Geschwindigkeitsschwankungen und scheinbare Schub- spannungen .....	128
3.3.9	Prandtlscher Mischungswegansatz für die Schwankungs- geschwindigkeiten .....	131
3.3.10	Allgemeine Form der Navier-Stokes-Gleichungen .....	134
3.3.11	Spezielle Lösungen der Navier-Stokes-Gleichungen .....	136
3.3.12	Einführung in die Grenzschichttheorie .....	141
3.3.13	Energiesatz .....	150
3.3.14	Widerstand und Druckverlust .....	152
3.3.15	Ähnlichkeitsbetrachtungen .....	157
<b>4</b>	<b>Vertiefende Übungsaufgaben .....</b>	<b>161</b>
4.1	Aufgabe: Einströmen in einen Tauchbehälter (Sinkendes Schiff) .....	161
4.2	Aufgabe: Schwingende Flüssigkeitssäule (U-Rohrmanometer) .....	163
4.3	Aufgabe: Zeitabhängige Ausströmung aus einem Behälter (Anlaufströmung) .....	164
4.4	Aufgabe: Allgemeines Ausflussproblem .....	166
4.5	Aufgabe: Verallgemeinertes Überströmproblem .....	168
4.6	Aufgabe: Windenergieanlage .....	171
4.7	Aufgabe: Reibungswiderstand bei der Umströmung einer ebenen Platte	174
4.8	Aufgabe: Plötzlich beschleunigte Platte (Rayleigh-Stokes-Problem) ....	175
4.9	Aufgabe: Kompressibles Ein- und Ausströmen .....	177
4.10	Aufgabe: Lavaldüsentrömung .....	180
4.11	Aufgabe: Geschwindigkeit beim freien Fall (Fallschirmspringer) .....	182
4.12	Aufgabe: Auftriebsbeiwerte von Flugzeugen (Start und Reiseflug) .....	183
	<b>Dimensionen und Einheiten der wichtigsten auftretenden Größen .....</b>	<b>185</b>
	<b>Ausgewählte Literatur .....</b>	<b>186</b>
	<b>Namen- und Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>187</b>