

Inhaltsverzeichnis

Einleitung, Überblick und Grundlagen	1
1 Eigenschaften von Fluiden	4
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
2 Hydro- und Aerostatik	26
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
3 Hydro- und Aerodynamik	38
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 luftatmenden 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 Kreisrohren bei laminarer und turbulenter Strömung	117
3.3.6	Laminare und turbulente Strömung durch raue 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
4	Vertiefende Übungsaufgaben	161
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: Lavaldüsenströmung	180
4.11	Aufgabe: Geschwindigkeit beim freien Fall (Fallschirmspringer)	182
4.12	Aufgabe: Auftriebsbeiwerte von Flugzeugen (Start und Reiseflug)	183
	Dimensionen und Einheiten der wichtigsten auftretenden Größen	185
	Ausgewählte Literatur	186
	Namen- und Sachwortverzeichnis	187