

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 10. Auflage .....	V
Hinweise zu den Aufgaben .....	VI
Die wichtigsten Formelzeichen .....	VII
<b>1 Grundbegriffe .....</b>	<b>1</b>
1.1 Einführung .....	1
1.2 Erörterung einiger wichtiger Begriffe .....	2
Fluid. Stationäre und instationäre Strömungen. Stromlinien und Bahnkurven.	
Kontinuitätsgleichung. Ideales Fluid. Reale Fluide. Ablösung und Totwassergebiet.	
Laminare und turbulente Strömungen	
1.3 Wichtige Gesetze der Fluidstatik .....	8
Druck. Hydrostatisches Grundgesetz. Pascal'sches Gesetz	
1.4 Anwendung des Newton'schen Grundgesetzes auf strömende Fluide .....	13
Krümmungsdruckformel	
1.5 Einteilung der Fluidmechanik .....	16
1.6 Beispiele .....	17
1.7 Kontrollfragen und Übungsaufgaben .....	22
<b>2 Bernoulli'sche Gleichung für stationäre Strömung .....</b>	<b>27</b>
2.1 Herleitung .....	27
Herleitung aus dem Satz der Erhaltung der Energie. Herleitung aus dem Newton'schen Grundgesetz	
2.2 Druckbegriffe bei strömenden Fluiden .....	33
Der statische Druck. Gesamtdruck. Staudruck	
2.3 Regeln für die Anwendung der Bernoulli'schen Gleichung .....	37
2.4 Verschiedene Formen der Bernoulli'schen Gleichung .....	39
2.5 Einfache Beispiele .....	40
Ausfluss von Flüssigkeiten aus Gefäßen und Behältern. Besonderheiten bei Ausfluss aus scharfkantigen Öffnungen	
2.6 Bernoulli'sche Gleichung, erweitert durch Arbeits- und Verlustglied .....	45
Besonderheiten bei Pumpen und Ventilatoren. Austrittsverlust	
2.7 Beispiel 2.5 .....	49
2.8 Übungsaufgaben .....	51
<b>3 Impulssatz und Drallsatz für stationäre Strömung .....</b>	<b>61</b>
3.1 Formulierung des Impulssatzes und Erörterung von Anwendungen .....	61
3.2 Herleitung des Impulssatzes aus dem Newton'schen Grundgesetz .....	63
3.3 Drallsatz (Impulsmomentensatz), Begriff der Strömungsmaschine .....	66
3.4 Vereinfachte Propellertheorie. Windkraftanlagen .....	71
3.5 Beispiele .....	87
3.6 Übungsaufgaben .....	97
<b>4 Räumliche reibungsfreie Strömungen .....</b>	<b>106</b>
4.1 Allgemeines .....	106
4.2 Einfache räumliche reibungsfreie Strömungen .....	110
Quell- und Senkenströmung. Potentialwirbel. Wirbel- und Quellsenke	

4.3	Umströmte Körper .....	116
	Zylinder. Kugel.	
4.4	Potentialströmungen .....	118
4.5	Beispiele .....	119
4.6	Übungsaufgaben .....	123
<b>5</b>	<b>Reibungsgesetz für Fluide. Strömung in Spalten und Lagern .....</b>	<b>126</b>
5.1	Haftbedingung .....	126
5.2	Reibungsgesetz .....	129
5.3	Viskosität .....	131
5.4	Weitere Erörterung der Reibungserscheinungen .....	132
5.5	Relative Bedeutung von Druck- und Reibungskräften .....	135
5.6	Strömung in Spalten und Lagern .....	137
5.7	Beispiele .....	139
5.8	Übungsaufgaben .....	142
<b>6</b>	<b>Ähnlichkeit von Strömungen .....</b>	<b>148</b>
6.1	Reynolds'sche Ähnlichkeit .....	148
6.2	Herleitung des Reynolds'schen Ähnlichkeitsgesetzes .....	150
6.3	Weitere Ähnlichkeitsgesetze .....	151
6.4	Das $\Pi$ -Theorem von Buckingham .....	153
6.5	Beispiel .....	154
6.6	Übungsaufgaben .....	155
<b>7</b>	<b>Die Grenzschicht .....</b>	<b>158</b>
7.1	Übersicht über grundlegende Forschungsergebnisse .....	158
	Die längsangeströmte Platte. Grenzschichten an umströmten Körpern. Grenzschichten in Düsen	
7.2	Wirbelbildung und Turbulenz .....	165
7.3	Widerstandsverminderung durch Längsrillen .....	169
7.4	Beispiele .....	172
7.5	Übungsaufgaben .....	174
<b>8</b>	<b>Rohrströmung und Druckverlust .....</b>	<b>177</b>
8.1	Strömungscharakter der Rohrströmungen .....	177
	Laminare Rohrströmung. Turbulente Rohrströmung	
8.2	Druckverlust und Druckabfall .....	180
8.3	Durchflussmessung in Rohren mit Norm-Drosselgeräten .....	188
8.4	Anwendungen in der Verfahrenstechnik .....	191
8.5	Beispiele .....	204
8.6	Übungsaufgaben .....	207
<b>9</b>	<b>Widerstand umströmter Körper .....</b>	<b>217</b>
9.1	Allgemeines .....	217
9.2	Der Strömungswiderstand der Kugel .....	219
9.3	Entstehung der Ablösung .....	220
9.4	Diskussion von Widerstandsbeiwerten .....	222
9.5	Strömungsgünstige Gestaltung stumpfer, angeströmter Körper .....	225
9.6	Automobil-Aerodynamik .....	230
9.7	Freier Fall mit Strömungswiderstand .....	237
9.8	Beispiele .....	239
9.9	Übungsaufgaben .....	241

<b>10 Strömung um Tragflächen</b>	<b>246</b>
10.1 Entstehung des Auftriebes	246
10.2 Geometrische Bezeichnungen und dimensionslose Beiwerte für Kräfte und Momente an Tragflächen	249
10.3 Einfache Ergebnisse der Potentialtheorie	251
10.4 Darstellung von Messwerten	253
10.5 Endlich breite Tragflächen	256
10.6 Kräfte und Momente am Flugzeug	258
10.7 Schema der Anwendung der Tragflügelströmung auf Axial-Strömungsmaschinen	260
10.8 Beispiel	261
10.9 Übungsaufgaben	263
<b>11 Strömung kompressibler Fluide</b>	<b>268</b>
11.1 Einführung	268
11.2 Stationäre Strömung längs Stromröhre. Grundgleichungen	270
11.3 Schallgeschwindigkeit. Machzahl. Verdichtungsstoß	274
11.4 Die Lavaldüse	280
11.5 Überschallströmungen	287
11.6 Kontrollfragen und Übungsaufgaben	293
<b>12 Instationäre Strömung in Rohrleitungen</b>	<b>295</b>
12.1 Allgemeines	295
12.2 Bernoulli'sche Gleichung für instationäre Strömung	295
12.3 Der Druckstoß in einer flüssigkeitsführenden Rohrleitung	299
12.4 Kontrollfragen und Übungsaufgaben	305
<b>13 Numerische Lösung von Strömungsproblemen (CFD, Computational Fluid Dynamics)</b>	<b>307</b>
13.1 Allgemeines	307
13.2 Eindimensionale Verfahren	309
13.3 Zwei- und dreidimensionale Verfahren	317
13.4 Grundsätzliche Vorgehensweise	324
<b>Anhang</b>	<b>325</b>
A.1 Diagramme und Tabellen	325
Tabelle 1 Eigenschaften der ICAO-Atmosphäre	325
Tabelle 2 Stoffwerte für Wasser	326
Tabelle 3 Stoffwerte für trockene Luft	326
Tabelle 4 Stoffwerte von Flüssigkeiten	327
Tabelle 5 Stoffwerte von Gasen	327
Diagramm 1 Widerstandbeiwert $c_f$ für die sandraue Platte	327
Diagramm 2 Widerstandbeiwert für den querangeströmten Zylinder	328
Tabelle 6 Durchflusskoeffizient $C$ für Normblenden	328
Diagramm 3 Tragflügelpolaren	329
A.2 Lösungsanhang	330
A.2.1 Ergebnisse für die Übungsaufgaben	330
A.2.2 Lösungshinweise für *-Aufgaben	338
<b>Literatur</b>	<b>350</b>
<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>352</b>