

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundbegriffe</b>	<b>1</b>
1.1	Einführung	1
1.2	Erörterung einiger wichtiger Begriffe	2
1.3	Wichtige Gesetze der Fluidstatik	10
1.4	Anwendung des Newton'schen Grundgesetzes auf strömende Fluide	16
1.5	Einteilung der Fluidmechanik	19
1.6	Beispiele	20
1.7	Kontrollfragen und Übungsaufgaben	27
<b>2</b>	<b>Bernoulli'sche Gleichung für stationäre Strömung</b>	<b>35</b>
2.1	Herleitung	35
2.2	Druckbegriffe bei strömenden Fluiden	42
2.3	Regeln für die Anwendung der Bernoulli'schen Gleichung	45
2.4	Verschiedene Formen der Bernoulli'schen Gleichung	48
2.5	Einfache Beispiele	49
2.6	Bernoulli'sche Gleichung, erweitert durch Arbeits- und Verlustglied	54
2.7	Beispiel 2.5	58
2.8	Übungsaufgaben	61
<b>3</b>	<b>Impulssatz und Drallsatz für stationäre Strömung</b>	<b>79</b>
3.1	Formulierung des Impulssatzes und Erörterung von Anwendungen	79
3.2	Herleitung des Impulssatzes aus dem Newton'schen Grundgesetz	82
3.3	Drallsatz (Impulsmomentensatz), Begriff der Strömungsmaschine	85
3.4	Vereinfachte Propellertheorie. Windkraftanlagen	91
3.4.1	Vereinfachte Propellertheorie	91
3.4.2	Windkraftanlagen	95
3.5	Beispiele	109
3.6	Übungsaufgaben	122

<b>4</b>	<b>Räumliche reibungsfreie Strömungen.</b>	135
4.1	Allgemeines	135
4.2	Einfache räumliche reibungsfreie Strömungen	139
4.3	Umströmte Körper	147
4.4	Potentialströmungen	149
4.4.1	Allgemeines	149
4.4.2	Ebene Potentialströmungen	149
4.4.3	Räumliche Potentialströmungen	150
4.5	Beispiele.	151
4.6	Übungsaufgaben.	155
<b>5</b>	<b>Reibungsgesetz für Fluide. Strömung in Spalten und Lagern</b>	159
5.1	Haftbedingung	159
5.2	Reibungsgesetz.	162
5.3	Viskosität (auch Zähigkeit genannt)	164
5.4	Weitere Erörterung der Reibungserscheinungen	166
5.5	Relative Bedeutung von Druck- und Reibungskräften	169
5.6	Strömung in Spalten und Lagern	171
5.7	Beispiele.	174
5.8	Übungsaufgaben.	179
<b>6</b>	<b>Ähnlichkeit von Strömungen</b>	189
6.1	Reynolds'sche Ähnlichkeit	189
6.2	Herleitung des Reynolds'schen Ähnlichkeitsgesetzes	191
6.3	Weitere Ähnlichkeitsgesetze	193
6.4	Das $\Pi$ -Theorem von Buckingham	195
6.5	Beispiel	196
6.6	Übungsaufgaben.	198
<b>7</b>	<b>Die Grenzschicht</b>	201
7.1	Übersicht über grundlegende Forschungsergebnisse.	201
7.2	Wirbelbildung und Turbulenz	209
7.3	Widerstandsverminderung durch Längsrillen	214
7.3.1	Allgemeines	214
7.3.2	Experimentelle Befunde und Erörterung der Ursachen der Widerstandsverminderung	214
7.3.3	Mögliche Anwendungen	216
7.4	Beispiele.	216
7.5	Übungsaufgaben.	219

<b>8</b>	<b>Rohrströmung und Druckverlust</b>	223
8.1	Strömungscharakter von Rohrströmungen	223
8.2	Druckverlust und Druckabfall	227
8.2.1	Druckverlust gerader Rohrleitungsteile	228
8.2.2	Druckverlust von Rohrleitungseinbauten und in Querschnittsübergängen	232
8.2.3	Gesamte Druckdifferenz zwischen zwei Punkten in einer Rohrleitung	236
8.3	Durchflussmessung in Rohren mit Norm-Drosselgeräten	236
8.4	Anwendungen in der Verfahrenstechnik	239
8.4.1	Allgemeines	239
8.4.2	Optimale Strömungsgeschwindigkeiten für die Planung von Rohrleitungen	240
8.4.3	Druckverlustberechnung bei längs der Rohrleitung veränderlichen Stoffwerten	241
8.4.4	Ausgewählte Widerstandsbeiwerte von Rohrleitungselementen	243
8.4.5	Wärmetauscher	244
8.4.6	Zusammenwirken von Rohrleitungsanlage mit Pumpe bzw. Ventilator	247
8.4.7	Rohrnetze	251
8.4.8	Strömung in Festbetten, Schüttungen und Fließbetten	253
8.5	Beispiele	255
8.6	Übungsaufgaben	258
<b>9</b>	<b>Widerstand umströmter Körper</b>	273
9.1	Allgemeines	273
9.2	Strömungswiderstand einer Kugel	275
9.3	Entstehung der Ablösung	277
9.4	Diskussion von Widerstandsbeiwerten	279
9.5	Strömungsgünstige Gestaltung stumpfer, angeströmter Körper	282
9.6	Automobil-Aerodynamik	287
9.7	Freier Fall mit Strömungswiderstand	296
9.8	Beispiele	298
9.9	Übungsaufgaben	301
<b>10</b>	<b>Strömung um Tragflächen</b>	309
10.1	Entstehung des Auftriebes	309
10.2	Geometrische Bezeichnungen und dimensionslose Beiwerte für Kräfte und Momente an Tragflächen	312
10.3	Einfache Ergebnisse der Potentialtheorie	315
10.4	Darstellung von Messwerten	317
10.5	Endlich breite Tragflächen	321

10.6	Kräfte und Momente am Flugzeug .....	322
10.7	Schema der Anwendung der Tragflügelströmung auf Axial-Strömungsmaschinen .....	325
10.8	Beispiel .....	326
10.9	Übungsaufgaben .....	329
<b>11</b>	<b>Strömung kompressibler Fluide .....</b>	<b>335</b>
11.1	Einführung .....	335
11.2	Stationäre Strömung längs Stromröhre. Grundgleichungen .....	338
11.3	Schallgeschwindigkeit. Machzahl. Verdichtungsstoß .....	342
11.4	Die Lavaldüse .....	348
11.5	Überschallströmungen .....	356
11.6	Kontrollfragen und Übungsaufgaben .....	362
<b>12</b>	<b>Instationäre Strömung in Rohrleitungen .....</b>	<b>365</b>
12.1	Allgemeines .....	365
12.2	Bernoulli'sche Gleichung für instationäre Strömung .....	365
12.3	Der Druckstoß in einer flüssigkeitsführenden Rohrleitung .....	370
12.4	Kontrollfragen und Übungsaufgaben .....	377
<b>13</b>	<b>Numerische Lösung von Strömungsproblemen (CFD, Computational Fluid Dynamics) .....</b>	<b>379</b>
13.1	Allgemeines .....	379
13.2	Eindimensionale Verfahren .....	381
13.3	Zwei- und dreidimensionale Verfahren .....	390
13.4	Grundsätzliche Vorgehensweise .....	398
<b>Anhang</b>	<b>.....</b>	<b>401</b>
<b>Literatur</b>	<b>.....</b>	<b>441</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>.....</b>	<b>445</b>