

Inhaltsverzeichnis

1	Grundbegriffe	1
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
2	Bernoulli'sche Gleichung für stationäre Strömung	35
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
3	Impulssatz und Drallsatz für stationäre Strömung	79
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

4	Räumliche reibungsfreie Strömungen	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
5	Reibungsgesetz für Fluide. Strömung in Spalten und Lagern	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
6	Ähnlichkeit von Strömungen	189
6.1	Reynolds'sche Ähnlichkeit	189
6.2	Herleitung des Reynolds'schen Ähnlichkeitsgesetzes	191
6.3	Weitere Ähnlichkeitsgesetze	193
6.4	Das Π -Theorem von Buckingham	195
6.5	Beispiel	196
6.6	Übungsaufgaben	198
7	Die Grenzschicht	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

8	Rohrströmung und Druckverlust	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
9	Widerstand umströmter Körper	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
10	Strömung um Tragflächen	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
11	Strömung kompressibler Fluide	335
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
12	Instationäre Strömung in Rohrleitungen	365
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
13	Numerische Lösung von Strömungsproblemen (CFD, Computational Fluid Dynamics)	379
13.1	Allgemeines	379
13.2	Eindimensionale Verfahren	381
13.3	Zwei- und dreidimensionale Verfahren	390
13.4	Grundsätzliche Vorgehensweise.	398
	Anhang	401
	Literatur.	441
	Stichwortverzeichnis	445