

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Historische Notizen und Abgrenzung des Fachgebietes	1
1.2 Eigenschaften von Flüssigkeiten	3
2. Hydrostatik	13
2.1 Der Flüssigkeitsdruck	15
2.2 Grundgleichung der Hydrostatik	18
2.3 Druckverteilung in einem dichtebeständigen, schweren Fluid	22
2.4 Hydrostatischer Auftrieb schwimmender Körper	30
2.5 Hydrostatik im beschleunigten Bezugssystem	41
2.6 Druckverteilung in der Atmosphäre	45
3. Hydrodynamik idealer Fluide	51
3.1 Kinematische Grundbegriffe	51
3.1.1 Bewegung, Geschwindigkeit	51
3.1.2 Stromlinien, Bahnlinien, Streichlinien	55
3.2 Massenbilanz, Kontinuität	64
3.3 Impulsbilanz	74
3.4 Die Bernoullische Gleichung	80
3.5 Einfache Anwendungen der Bernoullischen Gleichung	86
3.6 Globale Formulierung des Impulssatzes	100
3.7 Anwendungen des Impulssatzes	103
3.7.1 Reaktionskräfte in durchströmten Rohren	103
3.7.2 Bordamündung	104
3.7.3 Aufprallen eines Freistrahles auf eine Wand	107
3.7.4 Mischvorgänge	108
3.7.5 Wassersprung	112
3.8 Strömungen um unendlich lange Tragflügel	115
3.8.1 Strömung durch ein periodisches Flügelgitter	116
3.8.2 Strömung um einen Einzelflügel	120
3.9 Drallbilanz	125
3.10 Anwendungen des Drallsatzes	130
3.10.1 Segnersches Wasserrad	130
3.10.2 Eulersche Turbinengleichung	134

4. Viskose Flüssigkeiten	137
4.1 Dynamische Grundgleichungen viskoser Flüssigkeiten	137
4.1.1 Newtonsche Fluide	141
4.1.2 Dilatante und pseudoplastische, dichtebeständige Fluide	148
4.2 Ebene Schichtenströmungen	152
4.3 Anwendungen	160
4.3.1 Couette-Viskosimeter	160
4.3.2 Drehkegel-Viskosimeter	163
4.3.3 Öldruckpolster	164
4.3.4 Filmströmung	167
4.3.5 Einfluß des Eigengewichtes bei der ebenen Poiseuille-Strömung	169
4.3.6 Gleitlagertheorie	171
4.4 Dreidimensionale Kriechströmung eines pseudo-plastischen Fluids mit freier Oberfläche	177
5. Rohrströmungen	191
5.1 Laminare Rohrströmungen	192
5.1.1 Das Gesetz von Hagen-Poiseuille	192
5.1.2 Laminare Strömung in zylindrischen Rohren allgemeinen Querschnitts	194
5.1.3 Ausfluß aus einem Gefäß	197
5.1.4 Einfluß der Rohrreibung auf den Ausfluß aus einem Behälter	200
5.2 Turbulente Strömungen in Rohren	203
5.2.1 Widerstandszahl	203
5.2.2 Einiges zur Turbulenz nach Prandtl und von Kármán	210
5.2.3 Druckverlustberechnung in turbulenten Rohrströmungen	215
6. Thermodynamik	221
6.1 Grundsätzliches sowie geschichtliche Bemerkungen	221
6.2 Allgemeine Begriffe und Definitionen	229
6.2.1 System	229
6.2.2 Zustand, Prozeß	231
6.2.3 Extensive, intensive, spezifische, molare Zustandsgröße	232
6.2.4 Adiabate und diatherme Wände	234
6.2.5 Empirische Temperatur, Gastemperatur, Temperaturskalen	236
6.3 Thermische Zustandsgleichungen	239
6.3.1 Ideales Gas	240
6.3.2 Reale Gase	241
6.3.3 Das phänomenologische Modell von van der Waals	244

6.4	Reversible und irreversible thermodynamische Prozesse	247
6.4.1	Reversible Expansion und Verdichtung eines Gases . . .	251
6.5	Der erste Hauptsatz	251
6.5.1	Mechanische Energien	252
6.5.2	Der erste Hauptsatz	255
6.5.3	Die kalorische Zustandsgleichung der Fluide	262
6.5.4	Einfache Anwendungen des 1. Hauptsatzes	266
6.5.5	Spezifische Wärmen bei realen Gasen	274
6.6	Der zweite Hauptsatz – Prinzip der Irreversibilität	276
6.6.1	Vorbemerkungen	276
6.6.2	Der zweite Hauptsatz für einfache adiabate Systeme	279
6.7	Verallgemeinerung des 2. HS für nicht-adiabate Systeme	293
6.8	Anwendungen des zweiten Hauptsatzes	301
6.8.1	Einfache Beispiele	301
6.8.2	Auswertung des einfachen Entropieprinzips für eine wärmeleitende viskose Flüssigkeit	307
6.9	Zustandsgleichungen	315
6.9.1	Kanonische Zustandsgleichungen	315
6.9.2	Spezifische Wärmen und andere thermodynamische Größen	320
6.9.3	Anwendung auf ideale Gase	326
6.9.4	Isentrope Prozesse in kalorisch idealen Gasen	328
7.	Gasdynamik	331
7.1	Einleitende Bemerkungen	331
7.2	Ausbreitung kleiner Störungen in einem Gas	332
7.2.1	Grundgleichungen	332
7.2.2	Ebene Wellen und Kugelwellen	337
7.2.3	Eigenschwingungsansatz nach Bernoulli	345
7.3	Stationäre, isentrope Stromfadentheorie	349
7.4	Stoßtheorie	363
7.4.1	Grundsätzliches	363
7.4.2	Sprungbedingungen	365
7.4.3	Stationäre Stöße bei einfachen Fluiden unter adiabaten Bedingungen	369
8.	Dimensionsanalyse	377
8.1	Maß-Systeme und Dimensionen	377
8.2	Theorie der dimensionsbehafteten Gleichungen	381
8.2.1	Dimensionshomogenität	381
8.2.2	Das Theorem von Buckingham	384
8.2.3	Systematische Berechnung von dimensionslosen Produkten	388

XIV Inhaltsverzeichnis

8.3	Algebraische Theorie der Dimensionsanalyse	395
8.3.1	Transformation von Grundeinheiten	395
8.3.2	Exakte Definition der Dimensionshomogenität	397
8.3.3	Kalkül der dimensionslosen Produkte	401
8.4	Theorem von Buckingham	406
8.4.1	Beweis des Theorems von Buckingham	406
8.4.2	Anwendungen der Theorie	410
8.5	Ähnlichkeit und Modellversuche	420
8.5.1	Theorie	420
8.5.2	Anwendungen	428
Anhang		431
A	Vektoranalysis und Integralsätze	431
A.1	Der Gradient	431
A.2	Der Gaußsche Satz und die Divergenz	433
A.3	Der Stokessche Satz und die Rotation	439
Literaturverzeichnis		445
Index		447

Fluid- und Thermodynamik

Eine Einführung

Hutter, K.

2003, XIV, 454 S. 30 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-540-43734-5