

Inhaltsverzeichnis

Bezeichnungen	XI
1 Hydrostatik	1
1.1 Der statische Druck	1
1.2 Messung des Druckes	2
1.3 Gleichgewicht der Atmosphäre	7
2 Bewegungslehre	10
2.1 Vergleich mit der Bewegung fester Körper	10
2.2 Allgemeine Bewegungsgleichungen	13
2.2.1 Stationäre Bewegung	15
2.2.2 Nichtstationäre Strömungen	16
2.2.3 Strömung mit veränderlicher Dichte	17
2.2.4 Typische Beispiele	18
2.2.5 Staudruck	20
2.2.6 Gasausfluß aus einem Behälter	21
2.2.7 Weitere Beispiele	22
2.2.8 Abreißen der Strömung in einem Fallrohr	23
2.2.9 Beispiel für nichtstationäre Strömung	25
2.3 Kräfte senkrecht zur Strömungsrichtung	26
2.4 Kontinuitätsgleichung	28
2.5 Drehung eines Volumelements. Begriff der mittleren Drehung	29
2.6 Die wirkliche Kreisströmung (der Wirbel)	34
2.7 Zirkulation	35
2.8 Weitere Betrachtungen über Wirbelbewegungen	37
2.9 Potentialfunktion	39
2.10. Die Stromfunktion	40
2.11 Anwendungen	41
2.11.1 Ebene Staupunktströmung	41
2.11.2 Räumliche Staupunktströmung	42
2.12 Konforme Abbildung	43
2.13 Singularitäten	44
2.13.1 Grundsätzliches	44
2.13.2 Anwendung der konformen Abbildung	45
2.13.3 Überlagerungsgesetz	46
2.13.4 Zusammensetzung der Parallelströmung mit einer ebenen Quelle	46
2.13.5 Zusammensetzung von ebener Quelle und Senke	47

2.13.6	Ebene Doppelquelle	48
2.13.7	Überlagerung von Parallelströmung mit ebener Quelle und Senke	49
2.13.8	Zusammensetzung von ebener Quelle und Wirbel (Wirbelquelle)	51
2.13.9	Doppelquelle und Parallelströmung	52
2.13.10	Quellen und Senken im Raum	54
2.14	Graphische Konstruktion von Strömungsbildern	55
2.15	Konstruktion von Strömungsbildern mit Hilfe der Stromfunktion	56
2.16	Experimentelle Darstellung der reibungsfreien Strömung	58
2.17	Impulssatz	60
2.17.1	Ableitung	60
2.17.2	Die Kugel im schrägen Luftstrahl	61
2.17.3	Kraftwirkung auf Krümmer	62
2.17.4	Reaktionsdruck von Strahlen	63
2.17.5	Beeinflussung von Strahlen ohne Richtungsänderung	64
2.17.6	Wirkung eines Schaufelgitters	65
2.17.7	Berechnung des Stoßverlustes	69
2.18	Reibungslose Strömung in offenen Rinnen	71
3	Einfluß der Reibung bei ablösungsfreien Strömungen	75
3.1	Innere Reibung infolge Zähigkeit	75
3.2	Laminarströmung	76
3.3	Ähnlichkeitsgesetz	78
3.4	Bewegungsgleichungen mit Reibungsglied	82
3.5	Schmiermittelreibung	83
3.6	Strömungsformen	86
3.7	Eingehendere Betrachtung der Turbulenz	88
3.7.1	Wandturbulenz	88
3.7.2	Übertragung der Turbulenztheorie auf die Rohrströmung	91
3.8	Strömungswiderstand in Rohren	92
3.8.1	Allgemeine Bemerkungen	92
3.8.2	Das glatte Rohr	93
3.8.3	Geschwindigkeitsverteilung bei der Rohrströmung	95
3.8.4	Die kinetische Energie der Rohrströmung (Korrekturglied der Bernoullischen Gleichung)	98
3.8.5	Das rauhe Rohr	98
3.8.6	Praktische Schlußfolgerungen aus der Prandtl-v. Kármánschen Rohrreibungstheorie	102
3.8.7	Widerstand in parallel geschalteten Leitungen	108
3.9	Strömungsverlauf in Schüttungen	109
3.10	Anlaufstrecke	109
3.11	Strömung in geraden Rohren nicht kreisförmigen Querschnittes	111
3.12	Oberflächenwiderstand	113
3.12.1	Grenzschichtbetrachtungen	114
3.12.2	Die technisch zulässige Rauigkeit	119
3.13	Vermischung eines freien Strahles (Strahl-Turbulenz)	120
3.14	Der Umschlag	125

Inhaltsverzeichnis	IX
4 Ablösung	127
4.1 Allgemeine Erscheinungen	127
4.2 Ablösung an scharfen Kanten	127
4.3 Besondere Ablösungserscheinungen	128
4.4 Diffusoren	129
4.5 Vielstufige Stoßdiffusoren nach Regenscheit	130
4.6 Widerstände von durchströmten Körpern und Armaturen	132
4.7 Unstetige Querschnittserweiterung	134
4.8 Widerstand umströmter Körper	137
4.8.1 Grundsätzliche Bemerkungen	137
4.8.2 Bewegung im Totwasserraum	138
4.9 Widerstand von Kugel und Zylinder	139
4.10 Überblick über den Widerstand verschiedener Körperformen	142
4.11 Die Hauptgesetze der Ablösung (Zusammenstellung)	144
5 Bewegung fester Körper in strömenden Medien	146
5.1 Grundsätzliches	146
5.2 Froude-Zahl	147
5.3 Ausschleudern von Staubteilchen in gekrümmten Bahnen	148
5.3.1 Die ideale Wirbelsenke als Mittel der Staubabsonderung	149
5.3.2 Typische Anwendungen	150
6 Tragflügel	152
6.1 Fragestellung	152
6.2 Kurze Übersicht über Kraftwirkungen	154
6.3 Bezeichnungen und Darstellungsmethoden	155
6.4 Entstehung der Auftriebskraft	157
6.5 Auftrieb des Tragflügels	160
6.6 Die unendlich lange Schaufel	164
6.7 Schaufel im Gitterverband	167
6.8 Randeinflüsse (Induzierter Widerstand)	167
6.9 Vergrößerung des Auftriebes durch Klappen	173
6.10 Der Strahlflügel	174
6.11 Besondere Eigenschaften des Tragflügels	175
6.11.1 Allgemeines	175
6.11.2 Tragflügeleigenschaften bei großen Re-Zahlen	176
6.11.3 Tragflügelmessungen bei kleinen Re-Zahlen	176
6.11.4 Zusammenstellung des Re-Einflusses und der Turbulenz	179
6.11.5 Laminarprofile	180
6.11.6 Messerdünne und hauchdünne Platten	180
6.12 Absaugen der Grenzschicht	181
6.13 Auftrieb von rotierenden Zylindern	182

7 Kavitation	183
8 Gasdynamik	185
8.1 Allgemeine Beziehungen	185
8.2 Thermodynamik und Bewegungsgesetze für Gase und Dämpfe	185
8.2.1 Die Hauptgasgleichung	185
8.2.2 Zustandsänderungsgleichungen	185
8.2.3 Die Schallgeschwindigkeit	186
8.2.4 Die Machsche Zahl	188
8.2.5 Strömungen mit Wärmeübertragung	190
8.2.5.1 Nicht kompressible Stoffe	191
8.2.5.2 Kompressible Stoffe	192
8.2.6 Temperaturerhöhung durch Kompression	193
8.2.7 Rohrströmung mit Reibung	194
8.2.7.1 Adiabatische Strömung	194
8.2.7.2 Isothermische Strömung	195
8.2.8 Drosseln	197
8.2.9 Anwendung der Formeln	198
8.3 Folgerungen	199
8.4 Laval-Düse	199
8.5 Der Verdichtungsstoß	204
8.6 Der schräge Verdichtungsstoß	208
8.6.1 Reflexion an freier Strahlgrenze	210
8.6.2 Reflexion an einer festen Wand	210
8.6.3 Der Staudruck	210
8.7 Einfluß der Kompressibilität auf die Tragflügelströmung	211
8.8 Zulässiger Erweiterungswinkel bei kompressibler Strömung	212
8.9 Verhalten der Strömung bei Überschallgeschwindigkeiten	213
8.9.1 Widerstand bei Überschallströmung	213
8.9.2 Tragflügeleigenschaften	214
9 Strömungstechnische Messungen	217
9.1 Druckmeßgeräte	217
9.2 Messung von Druck und Geschwindigkeit in offener Strömung	219
9.3 Messung der Strömungsrichtung	224
9.4 Messung mit Düsen, Blenden und Venturi-Rohren	224
9.4.1 Normdüse	226
9.4.2 Normblende	228
9.4.3 Normventuridüse	228
9.4.4 Viertelkreisdüse	229
9.4.5 Doppelt abgeschrägte Blende	230
9.4.6 Exzentrische und Segment-Blenden	231
9.4.7 Expansionsberichtigung	231
9.5 Überfallmessungen	232
9.6 Direkt anzeigende Durchflußmesser	233
9.7 Im Flüssigkeitsstrom sich drehende Meßgeräte	234
9.8 Hitzdrahtmessungen nach Schiltknecht	235
Literaturverzeichnis	237
Namen- und Sachverzeichnis	239