

Inhaltsverzeichnis

1	Strömungstechnische Grundlagen	1
1.1	Hydrostatik	1
1.1.1	Der hydrostatische Druck	1
1.1.2	Druckkraft auf Wände	5
1.1.3	Auftrieb und Schwimmen	7
1.1.4	Schwimmstabilität	9
1.1.5	Rotierende Flüssigkeit	11
1.1.6	Oberflächenspannung	12
1.2	Dimensionsanalyse und hydromechanische Ähnlichkeit	14
1.2.1	Dimensionsanalyse	14
1.2.2	Hydromechanische Ähnlichkeit	15
1.2.3	Das Reynoldssche Modellgesetz	17
1.3	Hydromechanik	17
1.3.1	Reibungsfreie Rohrströmung	18
1.3.2	Meßtechnik	21
1.3.2.1	Messungen mit Sonden	22
1.3.2.2	Messungen mit Düsen und Blenden	23
1.3.2.3	Rotierende Meßgeräte	24
1.3.2.4	Thermische Meßgeräte	25
1.3.2.5	Ausfluß- und Überfallmessungen	25
1.3.3	Strömung mit Reibung	26
1.3.3.1	Widerstandsgesetz	26
1.3.3.2	Laminare Strömung	27
1.3.3.3	Turbulente Strömung	29
1.3.4	Besondere Widerstände	31
1.3.4.1	Eintritts- und Umlenkverluste	32
1.3.4.2	Querschnittsänderungen	32
1.3.4.3	Absperrorgane, Armaturen	34
1.3.4.4	Rohrverzweigungen	35
1.3.5	Impulssatz für strömende Medien	35
1.3.6	Flüssigkeitsbehälter	39
1.4	Gasdynamik	41
1.4.1	Schallgeschwindigkeit	41
1.4.2	Kompressibilität strömender Gase	43

1.4.3	Strömungsgesetze	45
1.4.4	Überschalldüse	47
1.4.5	Rohrströmung kompressibler Medien	51
1.4.6	Bewegung eines Körpers im Überschallbereich und der Verdichtungsstoß	51
1.4.6.1	Der Mach'sche Kegel	51
1.4.6.2	Der gerade Verdichtungsstoß	52
1.4.6.3	Der schräge Verdichtungsstoß	55
1.4.6.4	Auswirkungen des Verdichtungsstoßes auf umströmte Körper	57
2	Das umströmte Profil - Aerodynamik und Flugtechnik	59
2.1	Ebene Strömung	59
2.1.1	Grundlagen	59
2.1.2	Strömungsbilder	64
2.1.2.1	Quelle	64
2.1.2.2	Dipolströmung	66
2.1.2.3	Kreiszyylinderströmung	67
2.1.2.4	Zirkulationsströmung	69
2.1.2.5	Parallelströmung mit Zirkulation am Kreiszyylinder	70
2.1.2.6	Überlagerung von Quelle und Zirkulation	72
2.2	Das umströmte Profil	82
2.2.1	Profilentwicklung	82
2.2.1.1	Methode der konformen Abbildung	82
2.2.1.2	Singularitätenmethode	83
2.2.2	Hydrodynamischer Auftrieb	84
2.2.3	Profilgeometrie	86
2.2.4	Der Luftwiderstand	88
2.2.5	Strömungsparameter	91
2.2.6	Druckverteilung und endliche Flügellänge	94
2.2.7	Der Windkanal	96
2.2.8	Besonderheiten im Überschallbereich	97
2.2.9	Tabellen und Diagramme	99
2.3	Die Luftschraube	102
2.4	Flugdynamik am Hubschrauber	107
2.4.1	Der Hubschrauber als Fluggerät	107
2.4.2	Schwebeflug	108
2.4.3	Steuerung	109
2.4.4	Vertikalflug	110
2.4.5	Horizontalflug	112
2.4.6	Autorotation	116
3	Grundlagen der Strömungsmaschinen	119
3.1	Übersicht und Einteilung	119
3.2	Das Schaufelgitter	119
3.3	Berechnungsmethoden	122

3.4	Energieumsatz	123
3.5	Verluste und Wirkungsgrade	125
3.6	Strömungsverhältnisse am Laufrad	131
3.7	Hauptgleichung für Strömungsmaschinen	132
3.8	Minderleistung	134
3.9	Gleich- und Überdruckverfahren	136
3.10	Die spezifische Drehzahl	140
3.11	Wahl des Schaufelwinkel β_2	142
3.12	Saugfähigkeit und Kavitation, Überschallströmung	145
3.13	Einlaufziffer und Schaufelzahl	149
3.14	Achsschub	151
4	Betriebsverhalten der Strömungsmaschine	154
4.1	Die Drosselkurve	154
4.2	Das Kennfeld	156
4.3	Arbeitspunkt und Betriebsverhalten der Arbeitsmaschine	157
4.4	Regelverfahren	160
4.5	Betriebsverhalten der Turbine	161
5	Gebläse und Verdichter	163
5.1	Einführung und Übersicht	163
5.2	Radiale und axiale Maschinen	165
5.3	Gekühlte Verdichter	168
5.4	Gestaltung	169
5.4.1	Radialmaschine	169
5.4.1.1	Laufrad	169
5.4.1.2	Leitorgane	171
5.4.2	Axialmaschine	171
5.5	Bautypen und besondere Einsatzgebiete	172
5.6	Sonderbauarten	177
5.6.1	Schraubenverdichter	177
5.6.2	Rootsgebläse	178
5.6.3	Zellenverdichter	178
5.7	Berechnung des axialen Gitters nach der Tragflügeltheorie	179
5.8	Übungsbeispiel	183
6	Kreiselpumpe	187
6.1	Bauformen, Wirkungsweise und Gestaltung	187

6.2	Übungsbeispiel	191
6.2.1	Ausgangsdaten	191
6.2.2	Bauform und Stufenzahl	192
6.2.3	Leistung und Wellendurchmesser	192
6.2.4	Saugmund	193
6.2.5	Eintrittskante der Laufschaufel	194
6.2.6	Schaufelaustrittskante	195
6.2.7	Gestaltung des Laufrades	198
6.2.8	Entwurf der Laufschaufel	198
6.2.9	Leitorgane	200
6.2.9.1	Schaufelloser Ringraum	200
6.2.9.2	Leitrad	201
6.2.9.3	Rückföhrerad	202
6.2.9.4	Spiralgehäule	203
6.2.10	Zusätzliche Auslegungshinweise	204
7	Wasserturbinen	206
7.1	Einföhrung	206
7.2	Freistrahlturbine	206
7.3.	Francisturbine	211
7.4	Kaplanturbine	221
7.5	Vergleichende Betrachtung	226
8	Strömungswandler	228
8.1	Einföhrung	228
8.2	Der hydrodynamische Dehzahlwandler (hydraulische Kupplung)	230
8.3	Der hydrodynamische Momentenwandler (hydraulisches Getriebe)	234
8.4	Anwendungen des hydrodynamischen Wandlers	238
8.5	Das Leistungsteilungsgetriebe	239
8.6	Betriebliche Hinweise für Strömungsgetriebe	242
9	Gasturbinen	243
9.1	Der Gasturbinenprozeß - Thermodynamik des Prozesses und Aufbau der Anlage	243
9.1.1	Offener Prozeß	243
9.1.2	Prozeß mit Wärmetauscher	246
9.1.3	Zwischenkühlung und Zwischenerhitzung	247
9.1.4	Geschlossener Prozeß	248
9.2	Bauelemente der Gasturbine	249
9.2.1	Verdichter	249
9.2.2	Brennkammer	249
9.2.3	Turbine	250
9.2.4	Zusammenfassung	252

9.3	Strahlantriebe	252
9.3.1	Strahltriebwerk	252
9.3.2	Schubrohr	255
9.4	Abgasturbolader	255
9.5	Die Gasturbine als Antrieb für Straßenfahrzeuge	261
10	Energieerzeugung	265
10.1	Energieerzeugung im Dampfkraftwerk	265
10.1.1	Der Dampfkraftprozeß	265
10.1.2	Die wichtigsten Baueinheiten	269
10.1.2.1	Kessel	269
10.1.2.2	Kondensator	270
10.1.2.3	Kühlkreislauf	271
10.1.2.4	Wasseraufbereitung	272
10.2	Nutzbarmachung von Kernenergie	274
10.3	Wasserkraftanlagen	277
10.4	Energiebedarf und Spitzenlastdeckung	279
10.5	Kopplung von Erzeugung elektrischer Energie und Wärme	280
11	Die Dampfturbine	283
11.1	Aufbau der Dampfturbine	286
11.2	Beschauflung	289
11.3	Regelung	289
11.4	Anfahren und Abstellen der Turbine	292
11.5	Berechnungsbeispiel	293
12	Die Rakete	298
12.1	Einführung	298
12.2	Rechnerische Grundlagen	298
12.3	Flüssigkeitsrakete	300
12.4	Feststoffrakete	303
12.5	Steuerung der Rakete	304
12.6	Raketenflugmechanik	305
Anhang		
Tafeln		309
Literaturverzeichnis		316
Sachwortregister		318