

Inhaltsverzeichnis

I. Thermodynamik	1
1. Einleitung	1
2. Zustandsgleichung	2
3. Gemische einfacher Substanzen, Zweisubstanzenmodell	4
4. Erster Hauptsatz der Wärmelehre; spezifische Wärmen	7
5. Zustandsänderungen	13
6. Reaktionswärmen	16
7. Wirkungsgrad von Kreisprozessen	19
8. Zweiter Hauptsatz der Wärmelehre	21
9. Entropiefunktion	24
10. Analytische Formulierung des zweiten Hauptsatzes	28
11. Thermodynamisches Gleichgewicht	29
12. Gasreaktionen	33
13. Enthalpie und Entropie bei Gasreaktionen	39
14. Zustandsänderungen, besonders bei Gasreaktionen	43
15. Phasengemische mit reinem Wasserdampf	47
16. Phasengemische mit inertem Gas	50
17. Relaxation	53
18. Wärmeleitung und Wärmestrahlung	57
Literatur	61
II. Stationäre Fadenströmung	62
1. Vorbemerkung	62
2. Grundgleichungen	63
3. Stoßwelle und Schallwelle	68
4. Einige Folgerungen aus dem Energiesatz für das ideale Gas konstanter spezifischer Wärme	75
5. Zustandsänderung des idealen Gases konstanter spezifischer Wärme im senkrechten Stoß	76
6. Starke Verdichtungsstöße	80
7. Grundgleichungen in Differentialform	87
8. Atmosphärische Schichtung	90
9. Stetige Strömungen einfacher Substanzen ohne äußere Einwirkungen; Entwicklungen	91
10. Ausfluß aus Mündungen	98
11. Laval-Düse	99
12. Kanal mit zwei Verengungen; Schluckgrenze	102
13. Die Machzahl im s , i -Diagramm einer einfachen Substanz	104
14. Rohrströmung mit Reibung	107
15. Reibungsfreie Strömung mit Energiezufuhr und mit Relaxation im Kanal veränderlichen Querschnitts	112
16. Relaxation im Verdichtungsstoß	118
17. Verdichtungsstoß mit Strahlung	123
18. Gasreaktionen in Lavaldüsen	126
19. Kondensationseffekte	133
20. Rohrströmung mit Energiezufuhr	136

21. Verbrennung und Detonation	142
22. Gleichdruckverbrennung	145
23. Joule-Thomson-Effekt	146
Literatur	147
III. Instationäre Fadenströmung	149
1. Vorbemerkung	149
2. Eulersche und Lagrangesche Methode	150
3. Integralsätze in Eulerscher Darstellung	151
4. Integralsätze in Lagrangescher Darstellung	152
5. Differentialgleichungen in Eulerscher Darstellung	154
6. Differentialgleichungen in Lagrangescher Darstellung	156
7. Strömungen ohne Beschleunigung	158
8. Das vereinfachte innerballistische Problem	160
9. Grundgleichungen für die Wellenausbreitung	164
10. Potential- und Stromfunktionen	166
11. Impulspotential in Lagragedarstellung	170
12. Akustische Theorie ebener, zylindrischer und kugelsymmetrischer Wellen	171
13. Randbedingungen bei kleinen Störungen in ruhendem Medium	181
14. Einfluß der Schichtung auf die Schallwellenamplitude	182
15. Einfluß der Strahlung auf die Schallwelle	184
16. Der Verdichtungsstoß in instationärer Strömung	186
17. Exakte Lösungen isentroper Strömungen	190
18. Ausgleich eines Drucksprunges im Rohr	192
19. Reflexion eines Stoßes an einer Wand	197
20. Überlagerung gegenläufiger Verdichtungsstoße	200
21. Nachlaufende Schall- und Stoßwellen	202
22. Reflexion eines Stoßes am offenen Ende	203
23. Exakte Lösungen anisentroper Vorgänge	204
24. Kugelige und zylindrische Stoße in der Nähe des Zentrums	205
25. Einfluß-, Abhängigkeits- und Fortsetzungsgebiet	207
26. Transformation der Differentialgleichungen auf die Machschen Linien	210
27. Ausbreitungsvorgang bei Relaxation	212
28. Weitere Formen der Verträglichkeitsbedingungen	214
29. Einfache ebene Wellen	217
30. Störtheorie der Wellenausbreitung	221
31. Störtheorie des Stoßes und des Verdünnungsfächers	224
32. Das Aufsteilen von Wellenfronten	229
33. Ausbreitung von Stoßwellen	235
34. Berechnung ebener, instationärer Potentialströmungen	247
35. Randbedingungen bei ebener Potentialströmung	251
36. Anwendung der Charakteristikenmethode auf das Ausströmen aus einem unter Überdruck stehenden Rohr; Behandlung von Stoßfronten	253
37. Ansaugvorgang bei einem Kolbenmotor	257
38. Innerballistische Vorgänge	260
39. Berechnung beliebiger anisentroper Strömungen	264
40. Randbedingungen, insbesondere im Zentrum	268
41. Einfallende Kugelwelle	269
42. Charakteristiken-Methode in Lagrange-Ebenen	272
43. Analytische Näherungslösung des Innerballistischen Problems	274
Literatur	277
IV. Allgemeine Gleichungen und Sätze	279
1. Integralsätze der Bewegung	279
2. Differentialgleichungen der Bewegung	284
3. Verdichtungsstoße allgemeiner Lage	292

4. Ähnlichkeitssätze	294
5. Allgemeine Wirbelsätze	302
6. Spezielle Beziehungen für reibungsfreie Strömung	308
7. Gasdynamische Gleichung	310
8. Das Geschwindigkeitspotential	312
9. Momentengleichung	313
Literatur	314
V. Anwendungen der Integralsätze, Luftkräfte	315
1. Impulssatz und Luftkräfte, stationär	315
2. Carnotscher Stoßverlust, Mischvorgänge	317
3. Strahlkontraktion, Borda-Mündung	320
4. Strahlablenker bei stationärer Strömung	322
5. Schaufelgitter	324
6. Düsenhub	326
7. Mechanischer Antrieb, Strahlwirkungsgrad	327
8. Staustrahl-Antrieb	328
9. Raketenantrieb	331
10. Auffüllen eines Kessels	336
11. Auftrieb und Zirkulation in stationärer Strömung	337
12. Widerstand in stationärer Strömung	339
13. Luftkräfte	344
14. Luftkraftbeiwerte	348
Literatur	350
VI. Allgemeine Gleichungen und spezielle, exakte Lösungen für stationäre reibunglose Strömung	351
1. Grundgleichungen der ebenen und achsensymmetrischen Strömung	351
2. Geschwindigkeitspotential	353
3. Stromfunktion	354
4. Strömungstypen, Machwinkel, Machlinien	357
5. Koordinaten-Transformationen	362
6. Polar- und Zylinderkoordinaten	365
7. Stromlinienkoordinaten	366
8. Lineare Darstellung	368
9. Quelle und Wirbel	371
10. Wirbelquelle und Spiralströmung	373
11. Prandtl-Meyersche Eckenströmung	375
12. Achsensymmetrische-kegelige Strömung	377
13. Die Differentialgleichungen in der Geschwindigkeitsebene	379
14. Legendre-Potential und -Stromfunktion	381
15. Molenbroek-Transformation	381
16. Tschapugin-Transformation	383
Literatur	386
VII. Lösungseigenschaften von Umströmungsaufgaben, Randbedingungen	387
1. Vorbemerkung	387
2. Symmetrien	387
3. Kleine Störungen	392
4. Randbedingungen und Anströmbedingungen für Flügel und Profile	397
5. Randbedingungen am Rotationskörper	402
6. Luftkräfte bei kleinen Störungen in stationärer Strömung	404
7. Störparameter und Störungen bei Profilen und Flügeln	407

8. Störparameter und Störungen bei nicht angestellten Rotationsrumpfen	411
9. Störparameter, Störungen und Luftkräfte bei angestellten Rotationsrumpfen	415
10. Allgemeine Prandtl-Regel	419
11. Analogie für Rotations-Rümpfe	428
12. Pfeileffekt	431
Literatur	435

VIII. Stationäre, reibungsfreie, ebene und achsensymmetrische Unterschallströmung 436

1. Vorbemerkung	436
2. Quellartige Singularitäten	437
3. Wirbelartige Singularitäten	440
4. Ebene Strömung, erste Ordnung	441
5. Nasensog in erster Ordnung	448
6. Die Stromfunktion beim ebenen Umströmungsproblem	450
7. Nichtangestellter Rotationsrumpf, 1. Ordnung	452
8. Störungen in großem Abstand vom Rotationsrumpf	459
9. Angestellter Rotationsrumpf	459
10. Das Verfahren von Janzen und Rayleigh	462
11. Profiltheorie im Rahmen der linearen Darstellung; allgemeine Ausführungen	468
12. Schlanke Profile mit keilförmigen Enden	476
13. Strömung um die Parabelnase	480
14. Schlanke Profile mit stumpfer Nase	484
15. Profiltheorie in zweiter Näherung	488
16. Auftriebsbeiwert in zweiter Ordnung	495
17. Hodographenmethoden	497
Literatur	499

IX. Stationäre, reibungsfreie ebene und achsensymmetrische Überschallströmung 501

1. Schwach gestörte ebene Parallelströmung	501
2. Profile geringsten Widerstandes	506
3. Berechnung wenig gestörter achsensymmetrischer Strömungen mit Singularitätenbelegungen	507
4. Kegelströmung und Knicke an Rotationskörpern	516
5. Rümpfe geringsten Widerstandes	522
6. Angestellte Rotationsrümpfe	523
7. Der schiefe Verdichtungsstoß	527
8. Der Stoß an einem Keil	532
9. Reflexion des Stoßes an einer Wand	533
10. Reflexion des Stoßes am freien Strahlrand, Herzkurve	534
11. Der Stoß im Zentrum einer Prandtl-Meyer-Kompression	536
12. Zusammentreffen gleichlaufender Stoßwellen	537
13. Zusammentreffen entgegenlaufender Stoßwellen	538
14. Der Gabelstoß	538
15. Kegel-Strömung	539
16. Stoßströmung	543
17. Transformation der Differentialgleichungen auf die Machlinien	544
18. Die Machlinien als Kurven unbestimmter Querableitung	548
19. Die drehungsfreie Profilströmung	550
20. Höhere Näherungen für die Profilströmung im mittleren Überschallbereich	555
21. Luftkräfte in höherer Näherung	559
22. Einfache anisentrope Profilströmungen	562
23. Wand- und Stoßkrümmung am Profil	564
24. Charakteristikenverfahren zur Berechnung drehungsfreier ebener Überschallfelder	567
25. Anfangs- und Randbedingungen bei Charakteristikenverfahren	571

26. Stoßfronten in Überschallfeldern	574
27. Parallelstrahldüse	575
28. Doppelflügel; Interferenz	578
29. Schwingende Freistrahlen	579
30. Parallelstrahlgitter	581
31. Einzelgitter	585
32. Gitterinterferenz	591
33. Charakteristikenverfahren für schlanke nicht angestellte und angestellte Rotationskörper	594
34. Verträglichkeitsbedingungen für drehungsfreie achsensymmetrische Strömung .	601
35. Verträglichkeitsbedingungen für ebene und achsensymmetrische Strömung mit Rotation	607
36. Allgemeine Randbedingungen bei Charakteristiken-Verfahren	610
37. Achsensymmetrische Strömungen mit Stoßfronten. Beispiele	613
38. Analytische Charakteristikenverfahren	619
39. Störungen an Profilen	629
40. Strömung am Keil. Abklingen ebener Kopfwellen	635
41. Störungen an Rotationsrumpfen	640
42. Strömung am Kegel; Abklingen achsensymmetrischer Kopfwellen	649
43. Widerstand und Verluste	656
44. Stoßbeginn, Faltungen, Nachbarlösungen	662
45. Angestellte schlanke Rotationsrumpfe	669
46. Auswirkung der Anstellung auf die Entropieverteilung	674
Literatur	677
X. Strömungen mit Reibung	680
1. Übersicht	680
2. Struktur des Verdichtungsstoßes	680
3. Grenzschichtgleichungen	682
4. Laminare Grenzschicht an der ebenen Platte, Plattenthermometer	684
5. Wärmeübergang bei Prandtlzahl $Pr = 1$	688
6. Grenzschicht bei veränderlichem Druck	689
7. Grenzschicht-Profil-Typen	691
8. Ähnlichkeitsgesetze bei Einbeziehung der Reibungsschicht	693
9. Einfluß der Grenzschicht auf die Hauptströmung	696
Literatur	702
Zweisubstanzenmodell eines Gasgemisches	703
Tabellen	704
Integrale und Integralsätze	711
Bücher	715
Monographieartikel, Symposiumsbände	717
Namen- und Sachverzeichnis	719

In der Tasche am Schluß des Buches die Tafeln I—III.