

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Strömungslehre	1
1.2	Hydrodynamische Beschreibung	3
2	Ideale Fluide	5
2.1	Kontinuitätsgleichung	5
2.2	Euler'sche Gleichungen	8
2.3	Bernoulli'sche Gleichung	13
2.4	Euler-Gleichungen im linearisierten Fall . . .	16
2.5	Hydrostatik	21
2.6	Energie- und Impulsstrom im Fluid	24
2.7	Zirkulation, Thomson'scher Satz	27
2.8	Potenzialströmungen	29
2.9	Inkompressible Fluide	34
2.10	Stromfunktion	38
2.11	Wellen	44
	Literatur	51
3	Viskose Fluide	53
3.1	Navier-Stokes-Gleichungen	53
3.2	Energiedissipation in einem inkompressiblen viskosen Fluid	56
3.3	Hagen-Poiseuille'sches Gesetz	58
3.4	Reynolds'sche Zahl; Turbulenzkriterium . . .	61

3.5	Strömungen mit kleinem Re : Stokes'sche Formel	66
3.6	Laminarer Nachlauf	69
	Literatur	74
4	Turbulenz	75
4.1	Übergang zur Turbulenz und doppelte Schwelle	75
4.2	Turbulenzeinsatz über Instabilität	79
4.3	Stabilität stationärer Strömungen	81
4.4	Entwickelte Turbulenz in astrophysikalischen Umgebungen	86
	Literatur	88
5	Grenzschichten	89
	Literatur	91
6	Wärmetransport	93
6.1	Die Wärmetransportgleichung	94
6.2	Wärmetransport bei inkompressiblen Fluiden	96
6.3	Wärmeleitung in einem unbegrenzten Medium	98
6.4	Konvektion	101
	Literatur	103
7	Diffusion	105
7.1	Flüssigkeitsgemische	105
7.2	Brown'sche Bewegung	109
7.3	Diffusion in relativistischen Systemen	113
	Literatur	121
8	Nichtlineare Diffusion	123
8.1	Diffusion von Bosonen und Fermionen	124
8.2	Fermionen: Valenzquarks bei hohen Energien	130
8.3	Bosonen: Gluonen bei hohen Energien	132
8.4	Ultrakalte Atome und Bose-Einstein-Kondensation	134
	Literatur	139

9	Relativistische Hydrodynamik	141
9.1	Energie-Impuls-Tensor einer Flüssigkeit . . .	142
9.2	Relativistische Bewegungsgleichungen	144
9.3	Relativistische Hydrodynamik mit Dissipation	147
	Literatur	148
10	Astrophysikalische Hydrodynamik	149
10.1	Schockwellen	150
10.2	Rankine-Hugoniot-Bedingungen	154
	Literatur	158
11	Hydrodynamik der Superflüssigkeiten	159
11.1	Grundlagen	159
11.2	Hydrodynamische Gleichungen für He II . . .	163
11.3	Schallausbreitung in Superfluiden	167
	Literatur	169
12	Testaufgaben	171
12.1	Kontinuitätsgleichung für die Entropie	171
12.2	Schwingungsgleichung	171
12.3	Hydrostatik	172
12.4	Inkompressible Fluide	173
12.5	Zweidimensionale Strömung	174
12.6	Dispersionsrelation	175
12.7	Wasserwellen	176
12.8	Poiseuille-Strömung	178
12.9	Laminarer Nachlauf	179
12.10	Stabilität stationärer Strömungen	180
12.11	Wärmeleitung	180
12.12	Wahrscheinlichkeitsverteilung Brown'scher Teilchen	181
12.13	Varianz der Wahrscheinlichkeitsverteilung eines Brown'schen Teilchens	183
12.14	Diffusion	184
12.15	Gleichgewichtsverteilungen für Bosonen und Fermionen	184
12.16	Stationäre Lösung bei nichtlinearer Diffusion von Bosonen	185

12.17 Stationäre Lösung bei nichtlinearer Diffusion von Fermionen	186
12.18 Energie-Impuls-Tensor	187
12.19 Entropieerhaltung in idealer relativistischer Hydrodynamik	188
12.20 Erster und zweiter Schall bei Superfluiden . .	189
Literatur	191
Stichwortverzeichnis	193