

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	11
1 Einführung in die Kosmologie	15
Kosmologische Prinzipien	16
Moderne Kosmologien	18
Der Urknall	21
2 Anfänge der modernen Kosmologie	23
Die Giganten der klassischen Kosmologie	24
Die Renaissance der Kosmologie	31
Probleme der modernen Kosmologie	37
Die Giganten der modernen Kosmologie	39
3 Beobachtende Kosmologie	43
Die extragalaktische Entfernungsskala	46
Die entferntesten Objekte	52
Die Flucht der Galaxien	60
Die Homogenität des Universums	69
Das Olberssche Paradox	72
Das Machsche Prinzip und der Begriff der Trägheit	74
4 Beweise für den Urknall	78
Das Alter des Universums	78
Die kosmische Zeitskala	81
Radiogalaxien	88

Die kosmische Mikrowellen-Hintergrundstrahlung	92
Helium und Deuterium im Universum	98
5 Kosmologische Modelle	101
Die Krümmung des Raumes	102
Horizonte	105
Newtonsche Kosmologie	108
Ein Rosinenkuchen-Modell des Universums	109
Urknallmodelle	113
6 Die erste Millisekunde	121
Die Dichte des Universums	122
Die Temperatur des Urknalls	125
Die Physik der Schöpfung	127
Im Anbeginn	129
Inflation	131
Das Erbe der Inflation	134
Strings	135
Der Teilchenzoo	139
Gravitonen	141
Ursprüngliche Quarks	143
Schwarze Mini-Löcher	144
Materie und Antimaterie	148
7 Die thermonukleare Explosion des Universums	152
Neutronen	152
Nukleosynthese	154
Die Heliumhäufigkeit	155
Deuterium	156
8 Die ursprüngliche Feuerkugel kommt zum Vorschein	161
Der Fall der unfaßbaren Neutrinos	162
Eigenschaften der Hintergrundstrahlung	165

Materie- und Strahlungsdichte	166
Die Strahlungstemperatur	168
Streuprozesse	169
Ursprüngliches Chaos?	171
Das Ende der Strahlungsära	173
Die Abkühlung der Materie	175
9 Der Ursprung der Galaxien	178
Der konservative Ansatz	179
Der revolutionäre Ansatz	181
Ein kosmisches Filter	185
10 Die Entwicklung der Galaxien	194
Der Kollaps einer protogalaktischen Wolke	195
Fragmentierung zu Protogalaxien	198
Die Entstehung von Galaxien und Galaxienhaufen	201
Die Leuchtkraftfunktion	209
Sternentstehung	210
Elliptische Galaxien und Spiralgalaxien	212
Der Drehimpuls der Galaxien	220
Kannibalismus von Galaxien	221
11 Riesige Galaxienhaufen	225
Haufenbildung von Galaxien	227
Hubbleblasen	230
Intergalaktisches Gas	232
Galaxienkollisionen	235
Dunkle Materie	237
Der Ursprung der Riesengalaxienhaufen	246
Eine Synthese	246
12 Radiogalaxien und Quasare	253
Radioemission und Radiogalaxien	253

Quasistellare Radioquellen	262
Gravitationslinsen	271
Theorien für Quasare und Radiogalaxien	273
13 Sternentstehung	279
Geburt und Tod der Sterne	279
Die ersten Sterne	284
Sternentstehung heute	291
Molekülwolken	293
Die stellare Massenverteilung	295
14 Die Morphologie der Galaxien	304
Rotation und Dichtewellen	304
Die Rolle der Magnetfelder	309
Elliptische Galaxien und Kugelsternhaufen	313
Die Farben der Galaxien	317
Morphologie und Galaxienentstehung	319
15 Der Ursprung der schweren Elemente	323
Die nukleare Entwicklung der Sterne	324
Weiße Zwerge	326
Neutronensterne	328
Schwarze Löcher	332
Explosive Nukleosynthese	335
Elementhäufigkeiten	335
Supernovae und das Sonnensystem	341
16 Die Entstehung des Sonnensystems	344
Das Sonnensystem	345
Turbulenztheorien	353
Gezeitentheorien	353
Nebeltheorien	354
Die Akkumulationstheorie	355

Die Entstehung der Erde und des Lebens	362
Entwicklung durch Katastrophen	365
Leben im Universum	366
17 Ein Blick in die fernste Zukunft	369
Die Massendichte des Universums	370
Die Krümmung des Raumes	372
Galaxien als kosmologische Sonden	376
Quasare als kosmologische Sonden	381
Deuterium und Massendichte	382
Die Hubble-Expansion	384
Die Zukunft von geschlossenen und offenen Universen	389
18 Alternativen zum Urknall	395
Kosmologien mit Lichtermüdung	396
Arpsche Objekte	397
Die Steady-State-Kosmologie	398
Galaxien und Antigalaxien	399
Veränderliche Gravitation	401
Ein schrumpfendes Universum	402
Das Vermeiden der Singularität	403
Chaos kontra Ordnung	405
Ein kaltes Universum	407
Zukünftige Tests	408
Eine neue Physik	409
Weiterführende Literatur	413
Worterklärungen	417
Abbildungsnachweis	443
Register	445