

Joseph Silk

Der Urknall

Die Geburt des Universums

Aus dem Englischen nach der zweiten,
revidierten amerikanischen Auflage
von Hilmar W. Duerbeck

Birkhäuser Verlag
Springer-Verlag

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