

Inhaltsverzeichnis

Freier Fall – von den Anfängen der Astronomie bis hin zur dunklen Energie	1
1.1 Galilei und die Erdanziehung	9
1.2 Newton und die Kraft – was hat ein Apfel mit der Gravitation zu tun?	12
1.3 Die Kepler'schen Gesetze – wie der Drehimpuls die Bahnen der Planeten bestimmt	22
1.4 Planeten, kinetische und potentielle Energie . . .	27
1.5 Aufbau der Milchstraße – Betrachtung des großen Ganzen	30
1.6 Determinismus und deterministisches Chaos – was können wir über die Bewegung eines Systems vorhersagen?	36
1.7 Raum, Zeit und Raumzeit – wann und wo wir sind	39
1.8 Masse und Energie sind äquivalent	53
1.9 Einsteins allgemeine Relativitätstheorie – wie Massen die Raumzeit krümmen	56
1.10 Gravitationswellen – die Raumzeit raschelt	60
1.11 Schwarze Löcher	63
1.12 Dunkle Materie – das unbekannte, schwere Etwas	65
1.13 Dunkle Energie – die finstere Unbekannte	69
1.14 Zusammenfassung	70

Atome – von der unteilbaren Kugel	
zum quantenmechanischen System	71
2.1 Kathodenstrahlen – die Entdeckung der ersten Elementarteilchen	75
2.2 Photonen – Wellen auf dem Weg zum Teilchen .	81
2.3 Rutherfordstreuung – die Entdeckung des Kerns	85
2.4 Wasserstoffatom – sein einfacher Aufbau hilft zu verstehen	88
2.5 De Broglie – Elektronen sind Wellen	92
2.6 Schalenmodell – wie größere Atome aufgebaut sind	98
2.7 Heisenberg'sche Unschärferelation – man kann nicht alles wissen	100
2.8 Quantenelektrodynamik – Pingpong mit virtuellen Teilchen	110
2.9 Atome direkt beobachten – der Laser als Kühlmittel	115
2.10 Zusammenfassung	118
 Atomkerne – was Protonen und Neutronen	
zusammenhält und spaltet	121
3.1 Nukleonen und Kerne – zusammen ist es leichter	123
3.2 Fusion – warum die Sonne scheint	130
3.3 Synthese schwerer Elemente – wir sind Sternen- staub	135
3.4 Radioaktiver Zerfall – wie aus Großem Kleines wird	140
3.5 Neutrinos – Boten aus der Sonne und der Erde .	144
3.6 Kernspaltung – wie gewaltige Energien freigesetzt werden	146
3.7 Neutronensterne – riesige Transurane	151
3.8 Strahlenbelastung – Radioaktivität gehört zu unserer Welt	152
3.9 Zusammenfassung	155

Unser Planet – wie ein Wohnort im All entsteht	157
4.1 Entstehung des Sonnensystems – aus Chaos wird Ordnung	159
4.2 Thermodynamik – Energie gibt es nicht geschenkt	164
4.3 Erdklima – wir leben in einem Treibhaus	170
4.4 Selbstorganisation – wie wir zu verstehen lernen	174
4.5 Exoplaneten – sind wir allein?	178
4.6 Zusammenfassung	181
 Quarks und Leptonen – der Blick tief in die Materie .	183
5.1 Ära der Beschleuniger – Mikroskope, die Unteilbares zerlegen	188
5.2 DESY – Quarks kann man beobachten	194
5.3 Quantenchromodynamik – warum Quarks unzertrennlich sind	196
5.4 GUT – die Vereinheitlichung der Kräfte	201
5.5 Der Higgs-Mechanismus – wie alles Masse bekommt	205
5.6 Large Hadron Collider – gebaut für die Suche nach Higgs	209
5.7 Zusammenfassung – Standardmodell der Elementarteilchen	211
 Expandierendes Universum – die Raumzeit dehnt sich	213
6.1 Rotverschiebung – wie groß ist das Universum? .	216
6.2 Einstein, Friedmann, Lemaître – auf dem Weg zum Uratom	218
6.3 Der Anfang – Steady State gegen Big Bang	220
6.4 Hintergrundstrahlung – die Babyfotos des Universums	225
6.5 Indizienkosmologie – indirekte Bestätigung des Urknalls	228
6.6 Zusammenfassung – das Urknallmodell	232

XII Von den Tiefen des Alls in den Mikrokosmos

Epilog	237
Glossar	245
Literatur	255
Namens- und Sachverzeichnis	257