

Inhalt

Einleitung.....	V
Inhaltsverzeichnis.....	VIII

1 Astronomie und Astrophysik.....	3
Die Sonne und ihr Magnetfeld – Sonnenflecken und Flares.....	4
Die Entstehung des Sonnensystems Akkretionsscheiben und Protoplaneten	6
Die Entstehung des Mondes – Wie der Einschlag des Planeten Theias den Mond erschuf.....	8
Die Kepler'schen Gesetze Wie sich die Planeten bewegen.....	10
Satelliten mit geosynchronen Orbits – Kunstvolle Schleifen am Himmel	12
Der Rand des Sonnensystems – Wo genau zieht man die Grenze?	14
Extrasolare Planeten – Die Suche nach Planeten jenseits des Sonnensystems	16
Der Sternenhimmel – Sterne, Planeten und die Milchstraße.....	18
Die Geburt von Sternen – Wie kontrahierende Gaswolken zu Sternen werden.....	20
Spektralklassen – Welche Farbe haben Sterne?	22
Das Hertzsprung-Russell-Diagramm – Temperatur, Leuchtkraft und Lebensweg der Sterne	24
Cepheiden – Sterne mit Herzschlag	26
Planetarische Nebel – Das Ende gewöhnlicher Sterne	28
Weiße Zwerge – Ausgebrannte gewöhnliche Sterne	30
Thermonukleare Supernovae Wenn weiße Zwerge zu nuklearen Bomben werden.....	32
Kollaps-Supernovae – Das Ende massereicher Sterne	34

Neutronensterne – Ausgebrannte massereiche Sterne	36
Monstersterne und Hypernovae – Das kurze Leben und explosive Ende sehr massereicher Sterne	38
Standardkerzen – Leuchttürme im All	40
Supermassive schwarze Löcher – Schwerkraftmonster in den Zentren der Galaxien	42
Aktive Galaxien – Intergalaktische magnetische Energieschleudern	44
Galaxientypen – Die Vielfalt der Galaxien	46
Das Schicksal der Milchstraße – Wenn Milchstraße und Andromedagalaxie sich treffen	48
Verschmelzende Galaxien – Kollision der Giganten	50
2 Elektromagnetismus und Licht	53
Vektorfelder und Feldlinien – Richtungsweisende Hilfszeichnungen	54
Die elektromagnetische Wechselwirkung – Maxwells Gleichungen der elektromagnetischen Felder	56
Hertz'scher Dipol – Schwingen und streuen	58
Gewitter – Blitze, Elmsfeuer und Rote Kobolde	60
Färben – Wie bunt ist die Welt?	62
Lichtbrechung – Licht auf krummen Touren	64
Regenbogen – Ästhetische Lichtbrechung an Wassertropfen	66
Anisotrope Medien – Doppelt sehen ohne Alkohol	68
Optische Linsen – Abbildungen und Abbildungsfehler	70
Adaptive Optiken – Intelligente Spiegel	72
Luftspiegelungen – Fliegende Holländer, Fata Morganas und Phantominseln	74
Tarnvorrichtungen – Metamaterialien und der Traum von der Unsichtbarkeit	76
3 Mechanik und Thermodynamik	79
Newton's Gesetze der Mechanik – Warum bewegt sich ein Körper?	80
Das Foucault'sche Pendel – Der Nachweis der Erdrotation	82
Kräftefreie Kreisel – Frei rotierende Körper in der Schwerelosigkeit	84
Kreisel mit äußerem Drehmoment – Präzession und Nutation	86
Newton's Gravitationsgesetz – Von fallenden Äpfeln und kreisenden Planeten	88

Kosmische Geschwindigkeiten – Aufstieg und Absturz im Schwerkfeld der Himmelskörper.....	90
Die Gezeiten – Wie der Mond Ebbe und Flut hervorbringt	92
Das archimedische Prinzip – Oder warum Schiffe im Bermuda-Dreieck untergehen können.....	94
Die Physik der Strömungen Wirbel und Turbulenzen.....	96
Warum fliegt ein Flugzeug? – Bernoulli oder Newton?	98
Gewöhnliche Wasserwellen ... und ihre besonderen physikalischen Eigenschaften	100
Besondere Wasserwellen – Tsunamis, Solitonen, Monsterwellen	102
Der Lotuseffekt – Tauziehen zwischen Kohäsion und Adhäsion.....	104
Chaotische Bewegungen – Deterministisch, aber unvorhersehbar	106
Schwingende Saiten und Platten – Kann man Töne sehen?.....	108
Resonanz – Wenn man beim Schwingen die richtige Note trifft.....	110
Scheinkräfte – Wenn wir Kräfte spüren, ohne eine Ursache zu finden	112
Granulare Materie – Flüssig und fest zugleich.....	114
Brown'sche Bewegungen – Das unvorhersagbare Verhalten von Staubkörnern, Pollen und Börsenkursen....	116
Entropie und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik – Was der Zeit eine Richtung gibt	118
Negative absolute Temperaturen – Heißer als heiß	120
4 Relativitätstheorie.....	123
Lichtgeschwindigkeit und Spezielle Relativitätstheorie Licht kann man nicht überholen	124
Terrellrotation – Von hinten durch die Brust ins Auge	126
$E=mc^2$ Masse ist eingesperrte Energie	128
Gravitation und Allgemeine Relativitätstheorie – Einsteins Theorie der Gravitation	130

Die Raumzeit nicht-rotierender schwarzer Löcher – Im Sog von Raum und Zeit.....	132
Die Raumzeit rotierender schwarzer Löcher – Im Strudel von Raum und Zeit.....	134
Der Warp-Antrieb – Wie man schneller als das Licht sein könnte.....	136
Wurmlöcher – Abkürzungen durch Raum und Zeit.....	138
GPS – Ortsbestimmung durch Satellitensignale.....	140
5 Kosmologie.....	143
Ein tiefer Blick ins Universum – Wenn das Hubble-Teleskop in die Vergangenheit schaut.....	144
Das expandierende Universum – Warum ist der Nachthimmel dunkel?.....	146
Die kosmische Hintergrundstrahlung – Mikrowellen aus der Frühzeit des Universums.....	148
Dunkle Materie – Das Universum ist schwerer als es aussieht.....	150
Beschleunigte Expansion und dunkle Energie – Die fehlende Materieform im Universum	152
Urknall und inflationäre Expansion – Warum der Raum flach und der Hintergrund überall gleich kalt ist...	154
Die Entstehung der Materie – Was ab 10^{-10} Sekunden nach dem Urknall geschah.....	156
Kosmische Horizonte – Oder wie weit wir durch Raum und Zeit sehen können.....	158
Strukturen im Kosmos Ein Netzwerk aus Materie	160
Entstehung kosmischer Strukturen – Die Macht der Gravitation	162
Gravitationslinsen – Wie man mit scheinbar verzerrten Galaxien das Universum wiegt	164
Gravitationswellen – Rhythmishe Verzerrungen von Raum und Zeit.....	166
Gravitationswellendetektoren – Die Vermessung der schwingenden Raumzeit	168
6 Atome und Quantenmechanik.....	171
Das Bohr'sche Atommodell – Wie kann man sich ein Atom vorstellen?	172
Atomkerne – Seit hundert Jahren bekannt und doch nicht im Ganzen verstanden.....	174
Radioaktiver Zerfall – Atomkerne aus dem Gleichgewicht	176
Welle-Teilchen-Dualismus – Teilchen bewegen sich in Wellen	178
Wellenfunktion – Verschmierte Teilchen	180
Der Tunneleffekt – Teilchen ohne Aufenthaltserlaubnis	182
Der Franck-Hertz-Versuch Energiesprünge in Atomen	184

Der Spin eines Teilchens – Quantisiertes Kreiseln	186
Das Pauli-Prinzip – Warum Elektronen sich gegenseitig meiden.....	188
EPR-Experiment und Bell'sche Ungleichung – Ist die Quantenmechanik unvollständig?	190
Die Interpretation der Quantenmechanik – Schrödingers Katze und Everett's viele Welten	192
Plasma – Der vierte Aggregatzustand	194
Fusionsreaktoren – Hightech-Energie aus dem Sonnenfeuer.....	196
Bose-Einstein-Kondensate – Atome im quantenmechanischen Gleichschritt	198
Laserkühlung – Warum Gase kälter werden können, wenn man sie mit Licht bestrahlt	200
Supraleitung – Widerstand ist zwecklos	202
Supraflüssigkeiten – Nasser als nass	204
Quantenvakuum – Wie stark drückt das Nichts?.....	206
Elektronenmikroskopie – Mikroskope für den Nanometerbereich	208
Rastertunnelmikroskopie – Wie man einzelne Atome sichtbar macht.....	210
Nanowelten – Ganz unten ist eine Menge Platz.....	212
Laser – Lichtteilchen im Gleichschritt	214
Quantencomputer – Quantenbits: Ja, Nein und Vielleicht	216
7 Welt der Elementarteilchen.....	219
Das Standardmodell der Teilchenphysik – Quarks, Leptonen und drei Wechselwirkungen.....	220
Feynman-Diagramme – Die Sprache der relativistischen Quantenfeldtheorie.....	222
Die starke Wechselwirkung – Die Kraft, die Quarks verbindet	224
Die schwache Wechselwirkung – Teilchenzerfälle, W-, Z- und Higgs-Bosonen.....	226

Neutrinos - Flüchtige Geisterteilchen	228
Antimaterie - Spiegelbild und Vernichter der Materie	230
Quark-Gluon-Plasma Wenn Protonen und Neutronen schmelzen	232
Die kosmische Höhenstrahlung - Energiereicher als im weltgrößten Beschleuniger.....	234
Der Large Hadron Collider (LHC) - Der mächtigste Teilchenbeschleuniger, der je gebaut wurde.....	236
Die Entdeckung des Higgs-Teilchens - Ein Meilenstein der Teilchenphysik	238
8 Kristalle und andere feste Stoffe.....	241
Plasmonen - Brillantes Quantenleuchten	242
Ferromagnetismus - Elementarmagnete: gemeinsam sind sie stark.....	244
Kristallgitter - Die vierzehn verschiedene Arten, den Raum periodisch zu füllen.....	246
Kristallisation - Vom Keim zum ausgewachsenen Kristall	248
Quasikristalle - Nicht periodisch und doch symmetrisch.....	250
Flüssigkristalle - Ordentlich nass	252
Elektronen in Halbleiterkristallen - Vom Isolator zum Leiter mit einer Prise Arsen.....	254
Halbleiterdioden - Wie man elektrische Einbahnstraßen baut	256
Leuchtdioden Leuchtende Kristalle und biegsame Bildschirme.....	258
9 Geophysik.....	261
Der innere Aufbau der Erde - Eine Reise in die Unterwelt.....	262
Die Drift der Kontinente - Konvektionsströme und Plattentektonik	264
Erdbeben und seismische Wellen - Wenn Kontinentalplatten sich verhaken	266
Der Erdkern als Quelle des Erdmagnetfeldes Der innere Geodynamo unserer Erde	268

Erdmagnetfeld und Polarlichter – Wenn der Sonnenwind den Himmel zum Leuchten bringt	270
Eiszeiten und Milankovitch-Zyklen – Warum gibt es Eiszeiten?.....	272
10 Grenzen des Wissens.....	275
Supersymmetrie – Auf der Jagd nach den Superpartnern.....	276
Stringtheorie und M-Theorie – Auf der Suche nach der Weltformel.....	278
Verborgene Dimensionen – Wie viele Dimensionen hat der Raum?	280
Multiversum und anthropisches Prinzip – Hinter dem Horizont geht's weiter	282
Branenwelten – Die Stringtheorie enthält mehr als Strings	284
Entropie und Temperatur schwarzer Löcher – Schwarze Löcher sind nicht vollkommen schwarz.....	286
Das holografische Prinzip – Ist unsere Welt ein Hologramm?	288
Loop-Quantengravitation – Quanten der Raumzeit	290
Bildnachweis.....	292
Index.....	299