

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	<i>XI</i>
1	Eine kurze Einführung in die moderne Physik 1
1.1	Die Anfänge der Naturwissenschaft in der Antike 2
1.2	Newtonsche Mechanik 4
1.3	Lagrangesche und hamiltonsche Mechanik 5
1.4	Maxwells Theorie des Elektromagnetismus 6
1.5	Aufbruch in die vierte Dimension: Relativitätstheorie 8
1.6	Die Entdeckung des Zufalls: Quantenmechanik 10
1.7	Die seltsame Theorie: Quantenfeldtheorie 13
1.8	Der Weg in die Zukunft: Quantengravitation 14
2	Symmetrie und Erhaltungssätze 17
2.1	Rätsel zur Motivation 18
2.2	Symmetrie: Schönheit als Naturprinzip 20
2.3	Das Noether-Theorem 23
2.4	Die Erweiterung des Symmetriebegriffs: Supersymmetrie 30
2.5	Quasikristalle und Quasisymmetrie 31
2.6	Strings und die Erhaltung der elektrischen Ladung 33
2.7	Spontane Symmetriebrechung 36
3	Symmetriebrechung 37
3.1	Und sie bewegt sich doch: Symmetriebrechung und die Bewegung der Erde 38
3.2	Spontane Symmetriebrechung 40
3.3	Spontane Symmetriebrechung und Magnetismus 43
3.4	Verkehrsplanung mit Symmetrie: vier Städte 45
3.5	Symmetriebrechung und das Higgs-Boson 48
3.6	Die große Vereinheitlichung der Kräfte 51
3.7	Supraleitung und Symmetriebrechung 52
3.8	Ein ungewöhnliches Beispiel: starre Körper 53
3.9	Rechts und links in der Natur: Händigkeit 54

VIII | *Inhaltsverzeichnis*

- 4 Die Kraft der einfachen und abstrakten Mathematik 57**
 - 4.1 Gesetze und Randbedingungen 57
 - 4.2 Eine kurze Einführung in komplexe Zahlen 59
 - 4.2.1 Der Fundamentalsatz der Algebra 60
 - 4.3 Gravitationslinsen – eine Konsequenz der allgemeinen Relativitätstheorie 66

- 5 Kontraintuitive Mathematik 71**
 - 5.1 Vorbemerkungen 71
 - 5.2 Paradoxa der Unendlichkeit 76
 - 5.2.1 Alle Zimmer belegt: Hilberts Hotel und andere Unendlichkeiten 77
 - 5.3 Verrückte Mathematik: Analytische Reihen 79
 - 5.4 Das Ziegenparadoxon 83

- 6 Physikalische Intuition 91**
 - 6.1 Intuitive Physik 91
 - 6.2 Galileo Galilei 92
 - 6.3 Isaac Newton 93
 - 6.4 Physikalische Intuition in der Mathematik 95
 - 6.5 Das *Heureka* des Archimedes 100
 - 6.6 Der Satz des Pythagoras 101
 - 6.7 Spezielle Relativitätstheorie 103
 - 6.8 Statistische Mechanik 104

- 7 Kontraintuitive Physik 111**
 - 7.1 Auftrieb einmal anders betrachtet 111
 - 7.2 Warum können Flugzeuge fliegen? 112
 - 7.3 Warum ist der Nachthimmel dunkel? 114
 - 7.4 Die Maxwell-Gleichungen 115
 - 7.5 Einsteins spezielle Relativitätstheorie 115
 - 7.5.1 Impuls- und Energieerhaltung in Aktion 116
 - 7.6 Paradoxa in der Quantenmechanik 117
 - 7.6.1 Das Doppelspaltexperiment 118
 - 7.7 Ununterscheidbarkeit in der Quantenmechanik 120
 - 7.8 Das EPR-Paradoxon 121
 - 7.9 Schwarze Löcher 122
 - 7.10 Holographie: Weniger ist mehr 124

- 8 Natürlichkeit in der Physik: Dimensionsanalyse 127**
 - 8.1 Ein Aha-Erlebnis 127
 - 8.2 Von großen und kleinen Zahlen: Größenordnungen 127
 - 8.3 Dimensionsanalyse 128
 - 8.4 Die Strahlung beschleunigter Ladungen 129
 - 8.5 Skalierung und konforme Feldtheorien 130
 - 8.6 Der Natur in die Karten geschaut: natürliche Einheiten 131

- 8.7 Schwarze Löcher 133
- 8.8 Symmetrie und Natürlichkeit 135

- 9 Unnatürlichkeit und große Zahlen 137**
- 9.1 Wie groß ist zu groß: unnatürliche Zahlen 137
- 9.1.1 Das Rinderproblem des Archimedes 139
- 9.2 Das Aufkommen des heliozentrischen Modells und Unnatürlichkeit 140
- 9.3 Etwas Zahlentheorie 141
- 9.3.1 Ein mysteriöser Kartentrick 141
- 9.4 Licht und Dunkel: Der Aufbau des Universums 142
- 9.5 Die Geometrie der Raumzeit 143
- 9.6 Fragen über Fragen 145
- 9.7 Längenskalen 145
- 9.8 Zeitskalen 146

- 10 Partner oder Gegner: Religion und Naturwissenschaft 149**
- 10.1 Grundlegende Fragen 150
- 10.1.1 Methodik 150
- 10.2 Naturwissenschaft *gegen* Religion 151
- 10.2.1 Wie alt ist das Universum? 151
- 10.3 Naturwissenschaft *und* Religion 152
- 10.4 Der Ursprung des Universums 153
- 10.5 Einstein und die Religion 154
- 10.6 Feynman und die Religion 155
- 10.7 Hawking und die Religion 155
- 10.8 Pascal und die Religion 157
- 10.9 Kausalität und Gott 158

- 11 Verschiedene Standpunkte: Dualität 161**
- 11.1 Zwei mathematische Beispiele 162
- 11.2 Dualität in der Quantenmechanik 164
- 11.3 Maxwells Theorie 164
- 11.4 Dualität in der Stringtheorie 167
- 11.5 T-Dualität 168
- 11.6 Calabi-Yau-Mannigfaltigkeiten und Spiegelsymmetrien 169
- 11.7 Sonstige Dualitäten: Geometrie und Kraft 173
- 11.8 Dualität in schwarzen Löchern 176
- 11.9 Holographie 177
- 11.10 Das wignersche Gesetz 178

- 12 Zusammenfassung 181**
- 12.1 Symmetrie und Symmetriebrechung 182
- 12.2 Eichsymmetrie 184
- 12.3 Intuitive Mathematik 186
- 12.4 Kontraintuitive Mathematik 187

x | *Inhaltsverzeichnis*

12.5	Intuitive und unintuitive Physik	188
12.6	Natürlichkeit	189
12.7	Physik und Religion	190
12.8	Dualität	191

Stichwortverzeichnis	193
-----------------------------	------------