

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Intention dieses Buches — 1</b>
<b>2</b>	<b>Gravitationswellen — 3</b>
2.1	Worum es geht — 4
2.1.1	Anfänge der Gravitationsphysik — 4
2.1.2	Bewegungsgleichung der Allgemeinen Relativitätstheorie — 6
2.1.3	Die Feldgleichungen — 9
2.1.4	Die Schwarzschild-Metrik — 11
2.1.5	Wellenlösungen der Feldgleichungen — 13
2.2	Einblicke in die Forschung — 16
2.2.1	Indirekter Nachweis in Binärsystemen — 16
2.2.2	Das Gravitationswellensignal GW150914 — 18
2.3	Ausblick — 21
Literatur	— 22
<b>3</b>	<b>Mikrowellenhintergrund — 23</b>
3.1	Worum es geht — 24
3.1.1	Expansion des Universums — 24
3.1.2	Das Plasma in der Frühphase des Universums — 29
3.1.3	Die kosmische Rotverschiebung — 33
3.2	Einblicke in die Forschung — 35
3.2.1	Das Winkelleistungsspektrum — 35
3.2.2	Die Inflationstheorie — 40
3.3	Ausblick — 41
Literatur	— 42
<b>4</b>	<b>Bose-Einstein-Kondensation — 43</b>
4.1	Worum es geht — 44
4.1.1	Ideale Gase — 44
4.1.2	Der Effekt der Kondensation — 45
4.1.3	Fangen und Kühlen von Atomen — 53
4.1.4	Beobachtung eines Kondensats — 57
4.1.5	Mathematische Beschreibung von Kondensaten — 58
4.2	Einblicke in die Forschung — 59
4.2.1	Kondensate mit großem magnetischem Dipolmoment — 60
4.2.2	Dynamische Instabilitäten — 63
4.3	Ausblick — 65
Literatur	— 66

<b>5</b>	<b>Quantencomputer — 67</b>
5.1	Worum es geht — 68
5.1.1	Bit vs. Quantenbit — 68
5.1.2	Über Quantenregister und Quantengatter — 69
5.1.3	Was würde ein Quantencomputer bringen? — 74
5.1.4	Ein paar wichtige Algorithmen — 75
5.2	Einblicke in die Forschung — 80
5.2.1	Untersuchung von Quantenbits — 80
5.2.2	Realisierung eines Quantencomputers — 82
5.2.3	Quantenfehlerkorrektur — 83
5.3	Ausblick — 84
Literatur	— 84
<b>6</b>	<b>Quasikristalle — 85</b>
6.1	Worum es geht — 86
6.1.1	Periodische Strukturen — 86
6.1.2	Beugungsmuster — 87
6.1.3	Quasikristalline Strukturen — 91
6.1.4	Die Entdeckung der Quasikristalle — 95
6.2	Einblicke in die Forschung — 96
6.2.1	Entstehung und Stabilität von Quasikristallen — 96
6.2.2	Strukturbestimmung — 100
6.3	Ausblick — 101
Literatur	— 102
<b>7</b>	<b>Entropie und entropische Kräfte — 103</b>
7.1	Worum es geht — 104
7.1.1	Entropie an einem einfachen Beispiel — 104
7.1.2	Eine statistische Sichtweise — 109
7.1.3	Statistische Mechanik — 112
7.2	Einblicke in die Forschung — 114
7.2.1	Ein Ausflug in die Polymerphysik — 114
7.2.2	Die Asakura-Oosawa-Wechselwirkung — 118
7.3	Ausblick — 121
Literatur	— 122
<b>8</b>	<b>Kernfusion — 123</b>
8.1	Worum es geht — 124
8.1.1	Atomkraftwerke und die grundlegenden Kräfte der Physik — 124
8.1.2	Die Grundlagen der Kernfusion — 130
8.1.3	Bereitstellung freier Teilchen — Das Plasma — 133
8.1.4	Wie man ein Plasma zusammenhält — 137

8.1.5	Tokamak und Stellerator — 137
8.1.6	Die Einschlusszeit und der Plasmarand — 139
8.2	Einblicke in die Forschung — 140
8.2.1	Probleme und Fragestellungen — 141
8.2.2	Brennstoff Tritium — 141
8.2.3	Welches Konzept soll es sein? — 143
8.2.4	Fusionsstrom — Eine Kostenfalle? — 144
8.2.5	ITER — Der richtige Weg? — 145
8.3	Ausblick — 147
Literatur	— 148
<b>9</b>	<b>Giant Magnetoresistance — 149</b>
9.1	Worum es geht — 150
9.1.1	Entdeckung des GMR — 150
9.1.2	Ferromagnetismus und Antiferromagnetismus — 151
9.1.3	Ursprung des GMR — 159
9.2	Einblicke in die Forschung — 160
9.2.1	Hard Disk Drives — 160
9.2.2	Biosensorik — 162
9.2.3	MRAM und Spintronic — 163
9.3	Ausblick — 166
Literatur	— 166
<b>10</b>	<b>Graphen — 167</b>
10.1	Worum es geht — 168
10.1.1	Kohlenstoff und seine Verbindungen — 168
10.1.2	Eigenschaften von Graphen — 172
10.1.3	Geschichte und Herstellung — 177
10.2	Einblicke in die Forschung — 178
10.2.1	Ein Großforschungsprojekt — GRAPHENE — 178
10.2.2	Hydrodynamisches Verhalten von Elektronen — 179
10.2.3	Optische Ladungsträger in Graphen — 182
10.2.4	Modellierungsmöglichkeiten — 184
10.3	Ausblick — 184
Literatur	— 185
<b>11</b>	<b>Supraleitung — 187</b>
11.1	Worum es geht — 188
11.1.1	Die Entdeckung der Supraleitung — 188
11.1.2	Der Meissner-Ochsenfeld-Effekt — 188
11.1.3	Die Londonsche Eindringtiefe — 189
11.1.4	Die Flussquantisierung — 190

11.1.5	Die BCS-Theorie — 191
11.1.6	Zwei Arten von Supraleitern — 194
11.1.7	Optisches Pumpen — 196
11.2	Einblicke in die Forschung — 198
11.2.1	Supraleitung bei Raumtemperatur — 198
11.2.2	Supraleiter unter Hochdruck — 200
11.2.3	Aktuelle Einsatzgebiete — 203
11.3	Ausblick — 205
Literatur	— 206

## **12 Semiklassik an einem Beispiel — 207**

12.1	Worum es geht — 208
12.1.1	Atommodelle im Wandel der Zeit — 208
12.1.2	Gutzwillers Spurformel und das Quantenchaos — 214
12.2	Betrachtung des Modellsystems — 215
12.2.1	Mit Hyperbeln Billard spielen — 215
12.2.2	Das diamagnetische Keplerproblem — 216
12.2.3	Über die Bahnen des Systems — 220
12.3	Einblicke in die Forschung — 222
12.3.1	Bahnbüschelbildung — 222
12.3.2	Quantenchaos — 224
12.4	Ausblick — 225
Literatur	— 225

## **13 Chaostheorie – Ein Einblick — 227**

13.1	Worum es geht — 228
13.1.1	Ein Weg ins Chaos – Einführung — 228
13.1.2	Was chaotisches Verhalten auszeichnet — 228
13.1.3	(Zahlen-)Folgen — 229
13.1.4	Komplexe Zahlen — 232
13.1.5	Die logistische Gleichung — 234
13.1.6	Julia-Mengen und Apfelmännchen — 237
13.1.7	Experimente, die im Chaos enden — 240
13.2	Einblicke in die Forschung — 242
13.2.1	Untersuchungen zum Chaos auf Quantenebene — 243
13.2.2	Meteorologie und Chaos — 243
13.2.3	Graphen und Chaos — 245
13.2.4	Ein weites Betätigungsgebiet — 245
13.3	Ausblick — 246
Literatur	— 246

## **Personenverzeichnis — 247**

## **Stichwortverzeichnis — 249**