

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	8
1 Einführung	11
1.1 Was ist die Welt?	11
1.2 Was ist Naturphilosophie?	11
1.3 Der Ansatz	17
1.3.1 Naturphilosophie im Kontext	17
1.3.2 Vorentscheidungen für den betrachteten naturphilosophischen Ansatz	20
1.4 Überblick	23
1.5 Allgemeine Literatur zur Naturphilosophie	24
2 Der Aufbau der Materie	25
2.1 Die Atomhypothese	25
2.2 Was die Physik über die Materie weiß	27
2.2.1 Der Weg zum immer Kleineren: Vom Atom zum Quark	27
2.2.2 Das Standardmodell der Elementarteilchen	33
2.2.3 Jenseits des Standardmodells: Die Suche nach der großen Einheit	39
2.3 Was ist Materie?	43
2.3.1 Was sind Kräfte?	43
2.3.2 Klassische Kräfte als genäherter Grenzfall	50
2.3.3 Substanzen?	52
2.3.4 Die „Nicht-Individualität“ der Elementarteilchen	52
2.3.5 Exkurs: Zwei Einwände gegen Naturphilosophie	56
2.3.6 Nicht-Individualität und die gewöhnlichen Eigenschaften der Materie	58
2.3.7 Atomismus? Holismus!	60
2.3.8 Der abstrakte physikalische Objektbegriff	63
2.4 Ergänzende Fragen	67
2.4.1 Was ist das Vakuum?	67
2.4.2 Theoriebildung und Vorhersage neuer Beobachtungen	69
2.4.3 Großforschungsanlagen und indirekte Messungen: Was ist empirische Beobachtung? Wer beobachtet?	71
2.5 Zusammenfassung und Literaturhinweise	75

3	Die Relativitätstheorie	77
3.1	Die Spezielle Relativitätstheorie	77
3.1.1	Zum Begriffsrahmen: Symmetrie von Naturgesetzen, Inertialsysteme und Galileitransformation	78
3.1.2	Lorentztransformationen und Spezielle Relativitätstheorie	82
3.2	Die Allgemeine Relativitätstheorie	91
3.3	Philosophische Diskussion	99
3.3.1	Unanschaulichkeit, Intuition und kontra-intuitive Erkenntnis	99
3.3.2	Das „Blockuniversum“	114
3.3.3	Ein wissenschaftstheoretisches Konzept: Operationalisierung, Operationalisierbarkeit	115
3.4	Zusammenfassung und Literaturhinweise	117
4	Entropie und Zeitrichtung	119
4.1	Die Richtung der Zeit	119
4.2	Mikrozustand – Makrozustand	121
4.3	Philosophische Reflexion	128
4.4	Nochmals zum Blockuniversum	136
4.5	Beides? Blockuniversum und Präsentismus	137
4.6	Entropie und Kosmologie	137
4.7	Zusammenfassung und Literaturhinweise	138
5	Die verrückte Welt der Quanten	140
5.1	Die Quantentheorie: Grundlagen	140
5.1.1	Der Doppelspaltversuch: Welle oder Teilchen?	140
5.1.2	Der „Welle-Teilchen-Dualismus“	143
5.1.3	Das Zwei-Wege-Experiment	145
5.1.4	Der Formalismus der Quantenmechanik	146
5.2	Die Quantentheorie: Das Problem	148
5.2.1	Der Messvorgang stört das System	150
5.2.2	Komplementarität	151
5.2.3	Das EPR-Paradox	152
5.2.4	Die Bell'sche Ungleichung	154
5.2.5	Das Kochen-Specker-Theorem	158
5.3	Philosophische Interpretation	159
5.3.1	„Realismus“	159
5.3.2	Überblick über die Interpretationen	160
5.3.3	Bohm: „Ontologische Deutung“	162
5.3.4	Die „neue Orthodoxie“	166
5.3.5	Bohr und die Kopenhagener Deutung	172
5.3.6	Weizsäckers Neu-Kantianismus	175
5.3.7	Dekohärenz	178
5.3.8	Abschließender Vergleich	181
5.4	Zusammenfassung und Literaturhinweise	183

6 Kosmologie	186
6.1 Das Standardmodell der Kosmologie	186
6.1.1 Die Wissenschaftsgeschichte des Urknalls	186
6.1.2 Die Geschichte des Universums	192
6.1.3 Die Frage nach dem Anfang: Wie sind Raum und Zeit und Materie entstanden?	196
6.1.4 Feinabstimmung und das „anthropische Prinzip“	200
6.2 Schöpfung	201
6.2.1 Das Problem eines naiven Schöpfungsbegriffs	203
6.2.2 Die Entstehung des Universums: Drei beispielhafte Posi- tionen	204
6.2.3 Systematische Betrachtung	206
6.2.4 Ursache oder Erklärung	207
6.2.5 Feinabstimmung	212
6.2.6 Die Zukunft des Universums	214
6.2.7 Das letzte Wort zur Schöpfung	215
6.3 Zusammenfassung und Literaturhinweise	216
7 Chaostheorie	218
7.1 Chaos	219
7.1.1 Ein einfaches Modell	219
7.1.2 Deterministisches Chaos und Berechenbarkeit	222
7.1.3 Beispiele	223
7.2 Ordnung im Chaos	223
7.3 Epistemischer Indeterminismus	225
7.4 „Selbstorganisation“	226
7.4.1 Physikalische Grundlagen	226
7.4.2 Vorläufige Zusammenfassung	229
7.5 Philosophische Interpretation	230
7.5.1 „Selbstorganisation“?	230
7.5.2 Die Physik des Neuen und des Einzigartigen	230
7.5.3 Noch einmal: Was ist Leben?	231
7.6 Zusammenfassung und Literaturhinweise	233
8 Abschließende Reflexion	234
8.1 Methodisches	234
8.1.1 Naturphilosophie: Warum?	234
8.1.2 Naturphilosophie: Wie?	235
8.2 Was ist die Welt?	235
Literaturverzeichnis	238