

1(3)

Stefan Bauberger

Was ist die Welt?

Zur philosophischen Interpretation der Physik

Verlag W. Kohlhammer

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?	42
2.3.1 Was sind Kräfte?	43
2.3.2 Klassische Kräfte als genäherter Grenzfall	50
2.3.3 Substanzen?	51
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	57
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.	74

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	118
Entropie und Zeitrichtung	120
4.1 Die Richtung der Zeit	120
4.2 Mikrozustand und Makrozustand: Ebenen der Beschreibung	122
4.3 Philosophische Reflexion	129
4.4 Nochmals zum Blockuniversum	137
4.5 Entropie und Kosmologie	138
4.6 Zusammenfassung und Literaturhinweise	138
Die verrückte Welt der Quanten	141
5.1 Die Quantentheorie: Grundlagen	141
5.1.1 Der Doppelspaltversuch: Welle oder Teilchen?	141
5.1.2 Der „Welle-Teilchen-Dualismus“	144
5.1.3 Das Zwei-Wege-Experiment	146
5.1.4 Der Formalismus der Quantenmechanik	147
5.2 Die Quantentheorie: Das Problem	149
5.2.1 Der Messvorgang stört das System	151
5.2.2 Komplementarität	152
5.2.3 Das EPR-Paradox	153
5.2.4 Die Bell'sche Ungleichung	155
5.2.5 Das Kochen-Specker-Theorem	159
5.3 Philosophische Interpretation	160
5.3.1 „Realismus“	160
5.3.2 Überblick über die Interpretationen	161
5.3.3 Böhm: „Ontologische Deutung“	163
5.3.4 Die „neue Orthodoxie“	167
5.3.5 Bohr und die Kopenhagener Deutung	173
5.3.6 Weizsäcker's Neu-Kantianismus	176
5.3.7 Dekohärenz	179
5.3.8 Abschließender Vergleich	182
5.4 Zusammenfassung und Literaturhinweise	184

6	Kosmologie	187
6.1	Das Standardmodell der Kosmologie	187
6.1.1	Die Wissenschaftsgeschichte des Urknalls.	187
6.1.2	Die Geschichte des Universums.	193
6.1.3	Die Frage nach dem Anfang: Wie sind Raum und Zeit und Materie entstanden?.	197
6.1.4	Feinabstimmung und das „anthropische Prinzip“	201
6.2	Philosophische Diskussion: Die Frage nach Schöpfung	203
6.2.1	Das Problem eines naiven Schöpfungsbegriffs.	203
6.2.2	Die Entstehung des Universums: Drei beispielhafte Posi- tionen	205
6.2.3	Systematische Betrachtung	207
6.2.4	Ursache oder Erklärung	207
6.2.5	Feinabstimmung.	213
6.2.6	Die Zukunft des Universums.	215
6.2.7	Das letzte Wort zur Schöpfung.	215
6.3	Zusammenfassung und Literaturhinweise.	216
7	Chaostheorie: Philosophische Analyse: epistemischer Indetermi- nismus und die Physik des Lebens und des Einzigartigen	219
7.1	Chaos.	220
7.1.1	Ein einfaches Modell.	220
7.1.2	Deterministisches Chaos und Berechenbarkeit	223
7.1.3	Beispiele.	224
7.2	Ordnung im Chaos.	224
7.3	Philosophische Analyse: epistemischer Indeterminismus	226
7.4	„Selbstorganisation“: Physik des Lebens und des Einzigartigen	227
7.4.1	Physikalische Grundlagen	227
7.4.2	Vorläufige Zusammenfassung.	230
7.5	Philosophische Interpretation.	231
7.5.1	„Selbstorganisation“?.	231
7.5.2	Die Physik des Neuen und des Einzigartigen.	231
7.6	Zusammenfassung und Literaturhinweise.	232
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
	Personen- und Sachregister	248