

Inhaltverzeichnis

Einleitung	1
1. Naturphilosophie, Wissenschaft und menschliche Erfahrung	1
2. Thematische Gliederung	4
1. Zeitordnung als Kausalordnung: Die kausale Theorie der Zeit	8
1.1 Die klassische Form der kausalen Zeittheorie: Leibniz und Kant	9
1.2 Die Raum-Zeit-Struktur in der speziellen Relativitätstheorie	17
1.2.1 Die Konzeption der Speziellen Relativitätstheorie und die Tradition der Elektrodynamik	17
1.2.2 Die spezielle Relativitätstheorie als Theorie der Raum-Zeit	28
1.3 Zeitfolge und Gleichzeitigkeit in der Minkowski-Raum-Zeit	39
1.4 Kausalstruktur und Minkowski-Raum-Zeit	42
1.5 Kausalität und Anisotropie der Zeit	48
1.5.1 Kausalordnung und Zeitfolge	48
1.5.2 Die Gabelungsasymmetrie	49
2. Sein und Werden: Reversibilität, Irreversibilität und die Richtung der Zeit	58
2.1 Die Zeitlosigkeit der Welt	59
2.1.1 Dynamik des Wandels versus Unveränderlichkeit des Seins	59
2.1.2 Die Zenonschen Paradoxien	60
2.1.3 Die Reversibilität der Fundamentalprozesse und das statische Blockuniversum	67
2.2 Irreversibilität und statistische Mechanik	71
2.2.1 Der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik	72
2.2.2 Boltzmanns mechanische Begründung des Zweiten Hauptsatzes	75

2.2.3	Der Maxwellsche Dämon	84
2.2.4	Der Zweite Hauptsatz als Anthropomorphismus	89
2.2.5	Irreversibilität bei Nicht-Gleichgewichtssystemen	92
2.2.6	Die philosophische Tragweite faktischer (nicht-nomologischer) Irreversibilität	95
2.2.7	Physikalische Grundlagen des Zeitpfeils	98
2.3	Nomologische Irreversibilität: Der Zeitpfeil der schwachen Wechselwirkung	103
2.4	Wandel oder Werden: Die Zeitlichkeit der Welt	106
2.4.1	Die Relativität des „Jetzt“ und der Unterschied von Vergangenheit und Zukunft	107
2.4.2	Der Fluss der Zeit und der Unterschied von Wandel und Werden	109
3.	Geometrie und Wirklichkeit: Erkenntnisprobleme beim Ausmessen von Raum und Zeit	113
3.1	Die empirische Ermittlung der physikalischen Geometrie	114
3.1.1	Nicht-Euklidische Geometrien	114
3.1.2	Das Ausmessen der Raum-Zeit	123
3.1.3	Die empirische Unterbestimmtheit der physikalischen Geometrie	126
3.1.4	Hohlwelttheorie und geometrischer Konventionalismus	131
3.1.5	Reichenbachs universelle Kräfte und die Gravitation .	134
3.2	Die Grundzüge der allgemeinen Relativitätstheorie .	137
3.2.1	Einstins „drei Prinzipien“	137
3.2.2	Lichtstrahlen, Uhren, Maßstäbe und Bewegung im Gravitationsfeld	144
3.2.3	Die Geometrisierung der Gravitation	147
3.2.4	Grenzen der Geometrisierung	154
3.3	Die erkenntnistheoretische Stellung der physikalischen Geometrie	158
3.3.1	Universelle Kräfte in der allgemeinen Relativitätstheorie	158
3.3.2	Die Feldinterpretation der physikalischen Geometrie und die Konventionalitätsthese	161
4.	Raum-Zeit und Materie: Die Naturphilosophie von Raum und Zeit	168
4.1	Raum und Zeit in der klassischen Physik	169

4.1.1	Newton's absolute Position: intrinsische Strukturen von Raum und Zeit	170
4.1.2	Leibniz' relationale Interpretation: der Raum als Anordnung von Körpern	174
4.1.3	Raum-Zeit und Kräfte: Die Behandlung der Rotation und die Leibniz-Clarke-Kontroverse . .	179
4.1.4	Mach's Kritik an Newtons Argument und sein relationaler Gegenentwurf	182
4.2	Die Struktur der Raum-Zeit in der allgemeinen Relativitätstheorie	190
4.2.1	Absolute Eigenschaften der Raum-Zeit	190
4.2.2	Das Machsche Prinzip und die allgemeine Relativitätstheorie	195
4.3	Substanzialismus und Relationalismus	204
4.3.1	Die Unterscheidung zwischen Raum und Materie . .	204
4.3.2	Substanzialismus und Loch-Argument	206
4.4	Der Strukturenrealismus in der Raum-Zeit-Philosophie	212
4.4.1	Epistemischer Strukturenrealismus	214
4.4.2	Ontologischer Strukturenrealismus: Objekte als Relationen	216
Schluss	222	
Anmerkungen	225	
Literatur	227	