

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Die Newton'sche Gravitationstheorie	7
3	Die Spezielle Relativitätstheorie	11
3.1	Die Galilei-Transformation	12
3.2	Die Lorentz-Transformation	19
3.3	Tensoren im Minkowski-Raum	27
4	Der Weg zur Allgemeinen Relativitätstheorie	31
4.1	Erste Versuche einer relativistischen Gravitationstheorie	31
4.2	Das Äquivalenzprinzip	36
4.3	Allgemeine Koordinatentransformationen und beschleunigte Bezugssysteme	45
4.4	Die Krümmung der Raum-Zeit	47
5	Mathematische Grundlagen der gekrümmten Raum-Zeit	51
5.1	Die differenzierbare Mannigfaltigkeit	52
5.2	Der Riemann'sche Raum	58
5.3	Der metrische Tensor	62
5.4	Die Christoffel-Symbole	67
5.5	Die kovariante Ableitung	74
5.6	Der Nachweis der Raumkrümmung	78

5.7	Der Krümmungstensor	80
6	Physik in der gekrümmten Raum-Zeit	87
6.1	Die Geodätengleichung	87
6.2	Die Eigenzeit	96
6.3	Andere Gesetze unter Einfluss der Gravitation	97
7	Die Einstein'schen Feldgleichungen	99
7.1	Voraussetzungen und Forderungen an die Feldgleichungen	100
7.2	Der Energie-Impuls-Tensor	103
7.3	Die Feldgleichungen	107
7.4	Eigenschaften der Feldgleichungen	113
7.5	Der Newton'sche Grenzfall	115
7.6	Alternative Theorien	118
7.7	Die kosmologische Konstante	121
8	Die Schwarzschild-Lösung	123
8.1	Die Berechnung des metrischen Tensors	124
8.2	Der Ereignishorizont und Schwarze Löcher	136
9	Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie	
	im Sonnensystem	139
9.1	Die Gravitationsrotverschiebung	140
9.2	Die Bewegung im Gravitationsfeld der Sonne	145
9.3	Die Periheldrehung des Merkurs	151
9.4	Die Lichtablenkung	157
9.5	Weitere Bestätigungen von Vorhersagen	163

10 Gravitationswellen	165
10.1 Lineare Näherung der Feldgleichungen	166
10.2 Ebene Wellen	172
10.3 Die Quantisierung der Gravitationstheorie	181
10.4 Der Effekt einer ebenen Gravitationswelle auf freie Teil- chen	184
10.5 Abgestrahlte Leistung einer oszillierenden Massenver- teilung	190
10.6 Mögliche Quellen von Gravitationswellen	201
10.7 Nachweismethoden von Gravitationswellen	208
11 Zusammenfassung und Ausblick	217
A Literaturverzeichnis	221
B Anhang	231
B.1 Verwendete Daten und Konstanten	231
B.2 Ausführliche Berechnungen	232
B.2.1 Wichtige Taylor-Reihen für Näherungen	232
B.2.2 Bestimmung von Δr^{-1}	233
B.2.3 Minkowski-Tensor	234
B.2.4 Energie-Impuls-Tensor für Photonen	236
B.2.5 Explizite Bestimmung von $R^\kappa_{\lambda\mu\nu}$	237
B.2.6 Krümmungstensor in Abhängigkeit der zweiten Ableitungen des metrischen Tensors	238
B.2.7 Beweis der Bianchi-Identität	240
B.2.8 Gleichungssystem zur Bestimmung ebener Gra- vitationswellen	242

Allgemeine Relativitätstheorie und Gravitationswellen

Eine Einführung für Lehramtsstudierende

Pohl, J.

2017, IX, 243 S., Softcover

ISBN: 978-3-658-17124-7