

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	vii
Kolophon	xvii
Inhaltsverzeichnis	xix
Verzeichnis der mathematischen Einschübe	xxiii
1 Historischer Abriss: Eine kurze Geschichte der Allgemeinen Relativitätstheorie	1
1 Die Zeit bis 1907: Einstein und das Äquivalenzprinzip	3
2 1911–1912: Einsteins Gastspiel in Prag	11
3 Der Weg zur Tensortheorie – die Zusammenarbeit Einsteins mit Marcel Grossmann 1912–1914	15
4 Einstein, Hilbert und der Weg zu den Feldgleichungen 1915	23
5 Die Allgemeine Relativitätstheorie von 1916 bis 1955	33
6 Renaissance und Neuzeit: Die Allgemeine Relativitätstheorie von 1955 bis heute	39
Weiterführende Literatur	45
2 Die Grundlegung der Allgemeinen Relativitätstheorie	47
7 Präludium: die Minkowski-Raumzeit als affiner Raum	49
8 Die Geometrie der Raumzeit I: die differenzierbare Struktur	55
9 Tensorfelder auf Mannigfaltigkeiten	63
10 Induzierte Abbildungen	71
11 Flüsse und Lie-Ableitung	77
12 Differentialformen auf Mannigfaltigkeiten	89
13 Die Geometrie der Raumzeit II: die affine Struktur	109
14 Krümmung und Torsion eines affinen Zusammenhangs	123
15 Die Bianchi-Identitäten und der Ricci-Tensor	139
16 Zusammenhangsformen und Cartan-Strukturgleichungen	145
17 Die Geometrie der Raumzeit III: die metrische Struktur	151
18 Der Levi-Civita-Zusammenhang	163
19 Krümmungsgrößen des Levi-Civita-Zusammenhangs	167
20 Weyl-Tensor und konforme Strukturen	177
21 Hodge-Dualität	189
22 Intermezzo: Vektoranalysis auf gekrümmten Räumen	197
23 Symmetrietransformationen auf semi-Riemannschen Mannigfaltigkeiten	201
24 Kurven und Geodäten auf semi-Riemannschen Mannigfaltigkeiten	211

xix

Inhaltsverzeichnis

25	Die Formulierung der Allgemeinen Relativitätstheorie I: Raumzeit und Beobachter	223
26	Die Formulierung der Allgemeinen Relativitätstheorie II: Materie	231
27	Die Formulierung der Allgemeinen Relativitätstheorie III: Die Einstein-Gleichungen	239
28	Wirkungsfunktionale in der Allgemeinen Relativitätstheorie	247
	Weiterführende Literatur	257
3	Allgemeine Eigenschaften von Raumzeiten	259
29	Rotverschiebung in allgemeinen Raumzeiten	261
30	Stationäre, axialsymmetrische und statische Raumzeiten	265
31	Geodätische Kongruenzen und die Raychaudhuri-Gleichung	277
32	Die Kausalstruktur von Raumzeiten I: Grundbegriffe und Kausalrelationen .	289
33	Die Kausalstruktur von Raumzeiten II: Kausale Kurven	299
34	Die Kausalstruktur von Raumzeiten III: Kausalitätsbedingungen	305
35	Die Kausalstruktur von Raumzeiten IV: Abhängigkeitsgebiete und globale Hyperbolizität	313
36	Konforme Kompaktifizierung von Raumzeiten und Penrose-Diagramme . . .	325
37	Die Petrov-Klassifizierung von Raumzeiten I: die klassische Methode	331
38	Erhaltungsgrößen in gekrümmten Raumzeiten und Energie-Impuls-Pseudotensoren	343
	Weiterführende Literatur	355
4	Linearisierte ART und post-Newtonscche Näherung	357
39	Die Metrik in linearer Näherung	359
40	Die linearisierten Einstein-Gleichungen	363
41	Der Energie-Impuls-Pseudotensor in der linearen ART	367
42	Greensche Funktionen und Multipolentwicklung der linearen Theorie	373
43	Zwischenbetrachtung: post-Minkowskische und post-Newtonscche Entwicklung	379
44	Stationäre Quellen und Gravito-Elektromagnetismus	383
45	Spin-Präzession und gravitomagnetischer Uhreneffekt	389
	Weiterführende Literatur	403
5	Die Schwarzschild-Lösung	405
46	Die Ableitung der Schwarzschild-Metrik	407
47	Geodäten in der Schwarzschild-Raumzeit I: Ableitung der Geodätengleichungen	419
48	Geodäten in der Schwarzschild-Raumzeit II: Zeitartige Geodäten	423
49	Geodäten in der Schwarzschild-Raumzeit III: Nullgeodäten	437
50	Eddington–Finkelstein-Koordinaten und Schwarze Löcher	447
51	Maximale Erweiterung der Schwarzschild-Raumzeit in Kruskal-Koordinaten	459
	Weiterführende Literatur	473
A	Ergänzungen	475
A.1	Hyperbolische Bewegung in der Minkowski-Raumzeit	477
A.2	Kugelsymmetrische Innenraumlösungen	483

Inhaltsverzeichnis

A.3 Der totale Gravitationskollaps eines Staubsterns	491
Weiterführende Literatur	495
Literaturverzeichnis	507
Personenverzeichnis	527
Stichwortverzeichnis	531