

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Zur historischen Entwicklung der Allgemeinen Relativitätstheorie	9
3	Die physikalischen Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie	17
3.1	Das Äquivalenzprinzip	17
3.2	Das Machsche Prinzip und allgemeine Kovarianz	24
3.3	Gravitation und Krümmung der Raum-Zeit	28
3.4	Krümmung im Riemannschen Raum	31
4	Der affin zusammenhängende Raum	33
4.1	Differenzierbare Mannigfaltigkeiten	33
4.2	Tangentialräume und Vektorfelder	36
4.3	Affiner Zusammenhang	45
4.4	Die kovariante Ableitung	51
4.5	Autoparallele Kurven	54
4.6	Der Krümmungstensor	55
4.7	Torsion	57
5	Der Riemannsche Raum	59
5.1	Metrischer Zusammenhang	61
5.2	Der Riemannsche Krümmungstensor	65
5.3	Geodäten	67
6	Die Grundgesetze der Physik in gekrümmter Raum-Zeit	73
6.1	Der Übergang von der Differentialgeometrie zur Gravitation	73
6.2	Eigenzeit, Gleichzeitigkeit, Raumintervall	74
6.3	Mechanik im Gravitationsfeld	77
6.4	Elektrodynamik im Gravitationsfeld	79
6.5	Der Energie-Impuls-Tensor	82
6.6	Killing-Vektoren und Erhaltungssätze	87
7	Die Grundgleichungen der Gravitationstheorie	91
7.1	Eigenschaften der Feldgleichungen	93
7.2	Feldgleichungen und Variationsprinzip	94
7.3	Newtonsche Näherung	97
7.4	Feldgleichungen mit kosmologischer Konstante	99
8	Die kugelsymmetrische Lösung	103
8.1	Formulierung der Feldgleichungen	103
8.2	Lösung der Feldgleichungen im Vakuum	105

8.3	Die Schwarzschild-Metrik	106
8.4	Länge und Zeit in der Schwarzschild-Metrik	108
8.5	Varianten der Schwarzschild-Metrik	110
9	Überprüfung der Theorie im Sonnensystem	111
9.1	Bewegung eines Testteilchens im Gravitationsfeld	111
9.2	Periheldrehung	114
9.3	Lichtablenkung	117
9.4	Frequenzänderung	120
9.5	Zeitdilatation	123
9.6	Laufzeitverzögerung	125
9.7	Gravitomagnetismus	128
9.8	Gravitationslinsen	133
10	Gravitationswellen	135
10.1	Die Feldgleichungen in linearer Näherung	136
10.2	Ebene Wellen	139
10.3	Teilchen im Feld der Gravitationswelle	143
10.4	Nachweis von Gravitationswellen	147
	Aufgaben	153
	Tabelle: Experimentelle Überprüfung	157
	Literaturhinweise	159
	Sachverzeichnis	161