

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
1.1	Ausgangssituation, Zielsetzung des Buches und kurzer Überblick	9
1.2	Bezeichnungen, Schreib- und Sprechweise	13
1.3	Mathematisch-physikalische Vorbemerkungen	15
1.3.1	Mathematische versus physikalische Gesetze	15
1.3.1.1	Interpolation versus Extrapolation und Intrapolation	15
1.3.1.2	Lokale Konstanten	16
1.3.2	Kreuzprodukt und Rotation in vier Dimensionen	16
1.3.2.1	Ortsvektoren im Minkowski-Raum	16
1.3.2.2	Linear unabhängige Vektoren in der (Speziellen) Relativitätstheorie	17
1.3.2.3	Ein vierdimensionales Kreuzprodukt	18
1.3.2.4	Eine vierdimensionale Rotation	19
1.3.3	Lorentztransformation eines Tensors 2. Grades in der Speziellen Relativitätstheorie	21
2	Zur Kraft in der Allgemeinen Relativitätstheorie	23
2.1	Kraft versus Raumkrümmung	23
2.2	Die Kraft in der Relativitätstheorie	24
2.2.1	Die Kraft in der Speziellen Relativitätstheorie	24
2.2.2	Die Kraft in der Allgemeinen Relativitätstheorie	26
2.2.3	Relativitätstheorie und Kugelkoordinaten	27
2.3	Schwarzschild-Metriken der Relativitätstheorie	32
2.3.1	Vorgehensweise bei der Berechnung der Schwarzschild-Lösung	33
2.3.2	Eine leicht modifizierte Schwarzschildmetrik und die Gravitationskraft	38
2.3.2.1	Statische Metrik	38
2.3.2.1.1	Newtonscher Grenzfall	43
2.3.2.2	Kraftgleichung im Zentralfeld	45
2.3.2.3	Ersetzen der internen Drehimpulse	52
2.3.2.4	Das kartesische Kraftgesetz der Gravitation	53
2.3.3	Zur Standardform der Schwarzschildmetrik	55
2.3.3.1	Keine Lösung der Standardform mit echten Kugelkoordinaten	55
2.3.3.2	Zur Standardform mit verallgemeinerten Kugelkoordinaten	57
2.4	Näherung für den größten Teil des Universums	61

2.5	Erste Konsequenzen der Kraftgesetze der Schwarzschild-Metrik	63
2.5.1	Die Rosettengleichung eines Planeten – Gleichung einer geodätischen Linie	63
2.5.2	Zur Periheldrehung	64
2.5.2.1	Zur Periheldrehung des Merkur	65
2.5.2.2	Zum Stern S2	67
2.5.3	Annäherung an ein Schwarzes Loch	67
2.5.4	Zur Lichtgeschwindigkeit in der Allgemeinen Relativitätstheorie	68
2.6	(m)eine Vision: Die Gravitationstheorie gilt fast genau im Minkowski-Raum.	69
3	Potenzial, Wirkung und Helmholtz-Theorem in der Relativität	73
3.1	Zum Potenzial einer Kraft in der Relativitätstheorie	73
3.1.1	Zur Definition des Potenzials der Gravitation	73
3.1.2	Der Feldimpuls der Gravitation	78
3.1.3	Der Gesamtimpuls $\vec{\mathfrak{P}}$ eines Probeteilchens m	79
3.2	Hamilton-Funktionen und Wirkung	80
3.3	Das Helmholtz-Theorem	83
3.3.1	Das Theorem	83
3.3.2	Anwendung auf die Gravitation	84
3.3.3	Der Helmholtz-Zusammenhang	90
4	Überlichtgeschwindigkeit der Gravitation	91
4.1	Tachyonen	91
4.1.1	Grundeigenschaften von Tachyonen	91
4.1.2	Tachyonen – angeregte Teilchen	92
4.1.3	Das Geschwindigkeitsgesetz der Tachyonen (I)	94
4.2	Spezielle Relativitätstheorie – Überlichtgeschwindigkeit	94
4.2.1	(1) Kraft – Hyperboloïd des Viererimpulses	95
4.2.2	Experimente mit konstanter Masse	97
4.2.2.1	(2) Impulserhaltungssatz	97
4.2.2.2	(3) Definition einer Kraft (I) – Geschwindigkeitsdifferenzen	99
4.2.3	Definition einer Kraft (II)	101
4.2.3.1	(4) Vektorgesetze im Minkowski-Raum	101
4.2.4	Zu den Aussagen der Quantentheorie	103
4.2.4.1	(5) Verschränkung – Überlichtgeschwindigkeit	103
4.2.4.2	(6) Zum Geschwindigkeitsgesetz der Quantentheorie	103
4.2.4.3	(7) Virtuelle raumartige bzw. zeitartige Photonen in der Quantenelektrodynamik	104
4.3	Allgemeine Relativitätstheorie – Überlichtgeschwindigkeit	104
4.3.1	(8) Oortsche Wolke – Geschwindigkeit der Gravitation	104
4.3.2	(9) Das \vec{Q} -Potenzial der Gravitation	105
4.3.3	(10) Vierdimensionale, extrinsische Drehimpulse	106
4.3.3.1	Drehimpuls bei überlichtschnellen Gravitationskräften	108
4.3.3.2	Drehimpuls bei lichtschnellen Kräften	110

4.3.3.3	Überlichtgeschwindigkeit der Gravitation als Konsequenz	114
4.4	Zur Ausbreitungsgeschwindigkeit der Gravitation in der Allgemeinen Relativitätstheorie	115
5	Tachyonen	119
5.1	Überlichtgeschwindigkeit u der Gravitation in verschiedenen Inertialsystemen	119
5.1.1	Das Geschwindigkeitsgesetz der Tachyonen (II)	119
5.1.2	Unendliche Geschwindigkeit – Bezugssystem	120
5.2	Wahrnehmung von Tachyonen durch Beobachter – keine negative Energie eines Tachyons	121
5.3	Kausalität – Überlichtgeschwindigkeit	123
5.4	Tachyonen in Kraftfeldern	125
5.5	Die Impulsgeschwindigkeit von Gravitonen	127
5.6	Masse und Geschwindigkeit eines von $m_\varepsilon > 0$ emittierten Tachyons m_T^*	129
6	Bewegte Zentralmassen – die Gravitodynamik	131
6.1	Das Gravitationspotential eines bewegten Sternes	131
6.1.1	Eine Wellengleichung des Potentials Φ_g	138
6.2	Analogie zu den Maxwell'schen Gleichungen	140
6.2.1	Die Feldimpuls-Feldgleichungen der Gravitation	144
6.2.2	Die Gravi-Maxwell'schen Gleichungen	150
6.2.3	Gravitationswellen	153
6.3	Folgerungen aus den Gravi-Maxwell'schen Feldgesetzen	155
6.3.1	Ein Doppelpulsar — Geschwindigkeit der Gravitation	155
6.3.2	Das \vec{K} -Feld, Akkretionsscheiben und kosmische Jets	156
6.3.3	Unmöglichkeit des Empfangens von Gravitationssignalen	159
6.4	Zur Dunklen Materie	159
6.4.1	Zur Rotationsgeschwindigkeit von Sternen in Galaxien	159
6.4.1.1	Ein interessantes Detail	161
6.4.2	Zur Dunklen Materie – die Rotation von Sternen in Galaxien und das \vec{K} -Feld	161
7	Gravitation und Quanten	163
7.1	Teilchen, Antiteilchen, Impulse und Gravitationskraft	163
7.1.1	Teilchen und Antiteilchen	163
7.1.2	Zur Gravitationskraft von Materie und Antimaterie – die Stückelberg-Interpretation	165
7.1.3	Zur relativen Schwäche der Gravitationskraft (I)	165
7.2	Feynman-Diagramme zur elastischen Streuung	167
7.2.1	Zur Myonen-Anomalie	168
7.3	Eine (etwas spekulative) Theorie vom Elektron	169
7.3.1	Hinweis auf eine Struktur des Elektrons	169
7.3.2	Zur Selbstenergie des Elektrons	170
7.3.3	Zur relativen Schwäche der Gravitationskraft (II)	172
7.3.4	Definition eines vierdimensionalen Drehimpulses des Elektrons	173

7.3.5	Zur Rotation des Elektrons (spekulativ) und zur Emission von Photonen und Gravitonen	174
7.4	Zur Anziehungskraft bei der Gravitation	175
7.4.1	Die induzierte Emission von Gravitonen	175
7.4.2	Das Emittieren und Absorbieren von Gravitonen	175
7.4.3	Induzierte Emission – Kraft	176
7.5	Zur trägen Masse und zum Äquivalenzprinzip	176
7.6	Zur Richtung der Zeit	177
7.7	Zur Dunklen Energie	178
7.8	Bemerkungen zum Urknall – das pulsierende Universum	183
8	Zur Quantenmechanik	185
8.1	Zur Schrödingergleichung	185
8.1.1	Historische Entwicklung zur Schrödingergleichung	185
8.1.2	Zur ursprünglichen Herleitung der Schrödinger-Gleichungen	187
8.1.3	Der Madelung-Bohmsche Ansatz der Quantenmechanik	191
8.1.4	Zur Herleitung der Schrödingergleichung aus der Newtonschen Mechanik	194
8.2	Zum Wasserstoffatom	196
8.2.1	Eine rein klassische Beschreibung des Wasserstoffatoms	196
8.2.2	Das Bohr-Sommerfeld'sche Atommodell	197
8.2.3	Zum Helium-Atom	200
8.3	Interaktionen von Elementarteilchen mit Tachyonen: Zu Tunneleffekt und Zitterbewegung	201
8.4	Das Doppelspalt-Experiment – zur Theorie der Führungswelle von de Broglie	202
8.4.1	Weitere Möglichkeiten des experimentellen Nachweises	206
8.5	Zur Grundlegung der Quantenmechanik	207
8.6	Eine kleine philosophische Anmerkung	209
9	Epilog	211
10	Anhang	213
10.1	Zur Dunklen Materie in einer Galaxie	213
10.1.1	Eine Modellgalaxie	213
10.1.2	Numerische Berechnung der Umlaufgeschwindigkeit von Sternen in Galaxien	215
10.2	Der Madelung-Bohmsche Ansatz	217