

Inhaltsverzeichnis

1 Die Spezielle Relativitätstheorie – leicht gemacht	1
1.1 Vorbemerkung	1
1.1.1 Prinzip der Relativität	2
1.1.2 Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	5
1.2 Beweis der Invarianz von Strecken quer zur Bewegungsrichtung – Alles wie gehabt	8
1.3 Zeitdilatation – Geschwindigkeit verlangsamt Uhren	10
1.4 Mathematik-Exkurs – Rechnen mit Exponenten	19
1.5 Lorentz- oder Fitzgerald-Kontraktion – Der Raum schrumpft	21
1.6 Relativität der Gleichzeitigkeit – Kann vorher gleichzeitig nachher sein?	30
1.7 „Addition“ hoher Geschwindigkeiten – Eins plus eins gleich eins?	40
1.8 Das Zwillingparadoxon – lückenlos erklärt	43
1.9 Massenzunahme – Wir machen aus einer Mücke einen Elefanten	53
1.10 Aberration des Lichts – Ein Knick in der Optik?	58
1.11 Raum-Zeit-Abstände, „4. Dimension“ – Wir finden etwas Absolutes!	69
1.12 Äquivalenz von Masse und Energie – „E gleich em cee Quadrat“	85
1.13 Die Lorentz-Transformation – Ein nützlicher Dolmetscher ...	96
1.14 Doch schneller als das Licht?	108
1.14.1 Das „Scherenproblem“	108
1.14.2 Das „Leuchtturmproblem“	109
1.14.3 Tachyonen	110
1.14.4 Überlichtgeschwindigkeit bei der Bewegung schneller Teilchen in Medien	111

1.14.5	Lichtechos von Novae und Supernovae	111
1.14.6	Materie-Jets bei Quasaren, Mikro-Quasaren, Radiogalaxien etc.	114
1.14.7	Quantenmechanische Effekte	115
1.14.8	Überlichtgeschwindigkeit bei der Expansion des Weltalls	116
1.14.9	Vermeintliche Überlichtgeschwindigkeit bei Mißachtung der Raumkontraktion	116
1.14.10	Überlichtschneller Fluß des Raumes in Schwarzen Löchern	117
1.14.11	Das „Stabproblem“	117
1.14.12	Überlichtschnelle Rakete im Anflug!	118
1.14.13	Der rasende Bildschirmpunkt	119
1.14.14	Phasengeschwindigkeiten	120
1.14.15	Überlichtgeschwindigkeiten in der Allgemeinen Relativitätstheorie	121
1.14.16	Scheinbare Überlichtgeschwindigkeit bei Mißachtung des Additionstheorems	121
1.15	Wichtige relativistische Effekte auf einen Blick	124
1.16	Schein oder Wirklichkeit?	125
1.17	Raum-Zeit-Diagramme – Die Spezielle Relativitätstheorie in Bildern	126
1.17.1	Teil 1 – Ein umgebauter Fahrplan	126
1.17.2	Teil 2 – Andere Leute, andere Achsen	140
1.17.3	Teil 3 – Reiche Ernte	153
1.18	Anhang zu Kapitel 1 – Relativistischer Impuls mit invarianter Masse (nur für tiefer Interessierte)	175
2	Grundsätzliches zur Allgemeinen Relativitätstheorie	191
2.1	Einführung	191
2.2	Die Ablenkung von Licht durch Gravitation – Linsen ohne Glas	194
2.3	Raumzeitkrümmung, Gravitationswellen	200
2.4	Gravitative Zeitdilatation – Bei Dicken geht’s gemütlich zu	227
2.5	Gravitative Rotverschiebung – Schwerwiegendes läßt erröten	233
2.6	Anhang zu Kapitel 2 – Kovarianz, Invarianz, Konstanz und Erhaltungsgrößen	237

3 Der Extremfall der Gravitation – Die phantastische Welt der Schwarzen Löcher	241
3.1 Definition Schwarzer Löcher	241
3.2 Aufbau und Eigenschaften (nicht-rotierender) Schwarzer Löcher	244
3.3 Zwerge und Giganten	275
3.4 Besonderheiten rotierender Schwarzer Löcher	277
4 Ordnung im „Zoo“ der Rotverschiebungen	287
4.1 Was ist Rotverschiebung?	287
4.2 Die verschiedenen Ursachen der Rotverschiebung	289
4.2.1 Konventionelle Rotverschiebung/Klassischer Doppler-Effekt	289
4.2.2 Longitudinaler Doppler-Effekt der SRT	290
4.2.3 Transversaler Doppler-Effekt der SRT	292
4.2.4 Gravitative Rotverschiebung	294
4.2.5 Kosmologische Rotverschiebung	295
4.3 Weitere kosmologische Überlegungen	301
4.4 Das Weltall als Raum-Zeit-Diagramm	318
A Rote Riesen, Weiße Zwerge & Co. – Was steckt hinter diesen Namen?	327
A.1 Hauptreihensterne	327
A.2 Rote Riesen	329
A.3 Weiße Zwerge	330
A.4 Neutronensterne	331
A.5 Schwarze Löcher	333
B Biographische Daten zu Albert Einstein	335
C Die neuesten Daten glasklar – unsere kosmologische Tabelle ...	339
Literaturverzeichnis	347
Stichwortverzeichnis	351