

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Allgemeine Relativitätstheorie	3
2.1	Die Newton'sche Gravitationstheorie und ihre Grenze	3
2.2	Einsteins Idee und Prinzipien der ART	5
2.3	Die Einstein-Gleichungen	9
2.4	Der metrische Tensor	11
2.4.1	Tensoren und deren Transformation	11
2.4.2	Spielen mit dem Satz des Pythagoras	13
2.5	Bewegung im Gravitationsfeld	17
2.5.1	Geodätengleichung	17
2.5.2	Christoffel-Symbole	19
2.5.3	Näherung der Newton'schen Bewegungsgleichung	22
2.6	Kovariante Ableitung	24
2.7	Die Krümmung des Raums	28
2.7.1	Krümmung anschaulich: Parallelverschiebung	28
2.7.2	Riemannscher Krümmungstensor, Ricci-Tensor und Krümmungsskalar	30
2.8	Energie-Impuls-Tensor	36
2.9	Zusammensetzung der Einstein-Gleichungen	39
2.10	Schwarzschild-Lösung	44
2.10.1	Lösung der Vakuum-Feldgleichungen	44
2.10.2	Eigenschaften der Schwarzschild-Lösung	51
3	Schwarze Löcher und Effekte der ART	57
3.1	Schwarze Löcher	57
3.2	Bewegung im Zentralfeld	58

3.3	Lichtablenkung im Gravitationsfeld	64
3.4	Gravitative Rotverschiebung	67
4	Schwarze Löcher in „Elite Dangerous“	71
4.1	Kurze Vorstellung des Spiels	71
4.2	Gravitationslinseneffekt in „Elite Dangerous“	72
4.2.1	Methode der Messung	73
4.2.2	Rechnung	76
4.3	Gravitative Rotverschiebung in „Elite Dangerous“	84
4.4	Fazit	89
5	Zusammenfassung und Ausblick	95
Literatur	97