

# Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung .....	10
I.	DIE PARADOXIEN UND DAS RAUM-ZEIT-KONTINUUM DER SPEZIELLEN RELATIVITÄTSTHEORIE .....	13
2.	Die Aussage der speziellen Relativitätstheorie .....	13
2.1	<i>Einleitung</i> .....	13
2.2	<i>Die Lorentz- und Galilei-Transformationen</i> .....	15
2.3	<i>Relativität der Gleichzeitigkeit und die Einstein-Konvention der Uhrensynchronisation</i> .....	19
2.4	<i>Schlußfolgerungen aus Lorentz-Transformationen</i> ...	22
2.5	<i>Impuls-, Massen- und Energieerhaltungssätze in der speziellen Relativitätstheorie</i> .....	28
2.6	<i>Die unterschiedliche Gestalt von Naturgesetzen in der speziellen Relativitätstheorie und in der klassischen Physik</i> .....	35
3.	Die experimentellen Beweise der speziellen Relativitätstheorie .....	36
3.1	<i>Einleitung</i> .....	36
3.2	<i>Experimenteller Nachweis der Zeitdilatation</i> .....	37
3.3	<i>Abhängigkeit der Masse von der Geschwindigkeit</i> ...	39
3.4	<i>Zum experimentellen Nachweis der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</i> .....	40
3.5	<i>Die Experimente von Michelson-Morley und Kennedy-Thorndike zum Nachweis der relativistischen Längenkontraktion</i> .....	42
4.	Herleitung der Lorentz-Transformationen .....	50

4.1	<i>Einleitung</i> .....	50
4.2	<i>Heuristische Herleitung der Lorentz-Transformationen aus Längenkontraktion und Zeitdilatation</i> ...	51
4.3	<i>Alternative Herleitung der Lorentz-Transformationen mit Hilfe des Reziprozitätsprinzips</i> .....	56
4.4	<i>Die relativistische und relativistisch-klassische Interpretation der Lorentz-Transformationen</i> .....	58
4.5	<i>Herleitung der Lorentz-Transformationen aus dem Relativitätsprinzip und dem Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</i> .....	59
5.	<b>Gedankenexperimente zur Unterscheidung zwischen der relativistischen und der relativistisch-klassischen Interpretation</b> .....	63
5.1	<i>Einleitung</i> .....	63
5.2	<i>Gedankenexperiment zum Teilchenzerfall</i> .....	63
5.3	<i>Ein Gedankenexperiment zur Messung der Einweg-Lichtgeschwindigkeit mit Hilfe von Lasern</i> .....	67
6.	<b>Die Begriffe Länge und Abstand in der speziellen Relativitätstheorie</b> .....	71
6.1	<i>Längen und Abstände relativistisch interpretiert</i> ....	71
6.2	<i>Längenmessungen relativistisch-klassisch interpretiert</i> .....	76
6.3	<i>Linear beschleunigte Körper</i> .....	77
6.4	<i>Kreisförmig beschleunigte Körper</i> .....	83
7.	<b>Paradoxien</b> .....	89
7.1	<i>Einleitung</i> .....	89
7.2	<i>Das Garagenproblem</i> .....	90
7.3	<i>Das Woodsche Paradoxon</i> .....	92
7.4	<i>Deckelparadoxie</i> .....	96

7.5	<i>Die Ehrenfest-Paradoxie</i> .....	100
7.6	<i>Das Uhren- oder Zwillingsparadoxon</i> .....	105
7.6.1	<i>Einleitung</i> .....	105
7.6.2	<i>Vorbemerkung zur Eigenzeit</i> .....	109
7.6.3	<i>Eigenzeiten relativ zu <math>S</math>, <math>S'</math>, <math>S''</math></i> .....	111
7.6.4	<i>Eigenzeiten mit Wechsel von <math>S'</math> und <math>S''</math></i> .....	116
7.6.5	<i>Widersprüchliche Folgerungen beim Uhrenparadoxon und ihre Eliminierung</i> .....	118
7.6.6	<i>Die Inertialsystemforderung</i> .....	122
7.6.7	<i>Die allgemein-relativistische Lösung</i> .....	127

## 8. Philosophisch-grundlagenwissenschaftliche Überlegungen zur relativistischen und relativistisch-klassischen Interpretation der speziellen Relativitätstheorie .....

135

8.1	<i>Die Begriffe ein- und mehrdimensional</i> .....	135
8.2	<i>Ein philosophisches Argument zum Raum-Zeit-Kontinuum</i> .....	141
8.3	<i>Der vierdimensionale Minkowski-Raum</i> .....	144
8.4	<i>Alternative Interpretation des Minkowski-Raumes</i> ..	154
8.5	<i>Inertialsysteme mit Lichtgeschwindigkeit</i> .....	157
8.6	<i>Was sind geometrische Objekte in mathematischen Räumen, was Körper im physikalischen Raum?</i> .....	160
8.7	<i>Die physikalischen Konsequenzen aus der Annahme eines ausgezeichneten Inertialsystems</i> .....	163
8.8	<i>Die relativistische und relativistisch-klassische Interpretation von physikalischen Größen und Meßwerten</i> .....	166
8.9	<i>Vergleich der Interpretationen</i> .....	173

## II. DER GEKRÜMMTE RAUM DER ALLGEMEINEN RELATIVITÄTSTHEORIE .....

174

9.	<i>Überblick</i> .....	174
----	------------------------	-----

10. Die allgemeine Relativitätstheorie und die speziell-relativistischen Raum-Zeit-Thesen .....	175
11. Schwarzschild-Metrik .....	179
11.1 Einleitung .....	179
11.2 Die experimentellen Beweise für die Gültigkeit der Schwarzschild-Metrik .....	179
11.3 Grundlagen der Schwarzschild-Metrik .....	184
11.4 Geometrisches Modell der Schwarzschild-Metrik .....	188
11.5 Gaußsches Koordinatensystem für zentralsymmetrische Gravitationsfelder .....	192
11.6 Relativistische und relativistisch-klassische Deutung der Schwarzschild-Metrik .....	194
11.7 Experimentell überprüfbare Schlußfolgerungen aus der Schwarzschild-Metrik .....	197
11.8 Die Schwarzschild-Metrik in anderen Koordinaten und der Einwand von Weyl .....	201
11.9 Die Singularität der Schwarzschild-Metrik .....	205
12. Die Poincarésche These und der leere, materiefreie Raum der allgemeinen Relativitätstheorie .....	207
13. Zur Definition des gekrümmten Raumes mit Hilfe der Mathematik .....	213
13.1 Einleitung .....	213
13.2 Zweidimensionale Kugelflächen .....	213
13.3 Dreidimensionale Kugelflächen .....	221
13.4 Zur Konstruktion eines Koordinatensystems für die dreidimensionale Kugelfläche .....	227
13.5 Deutung der Metrik als Maßstabsverzerrung .....	229
13.6 Andere gekrümmte Flächen .....	231

14. Kosmologie .....	235
14.1 Einleitung .....	235
14.2 Der endliche gekrümmte kosmologische Raum aus der Sicht der Schwarzschild-Metrik .....	235
14.3 Das kosmologische Prinzip und das mitbewegte Koordinatensystem .....	238
14.4 Die Robertson-Walker-Metrik .....	240
14.5 Die relativistisch-klassische Interpretation der Robertson-Walker-Metrik als Maßstabsverände- rungen .....	245
14.6 Beobachtungen im Universum .....	248
14.7 Die kosmologischen Alternativen zum endlichen sphärischen Raum: das unendliche euklidische und unendlich hyperbolische Weltall .....	252
14.8 Die relativistische Interpretation (gekrümmter Raum) und die relativistisch-klassische Interpre- tation (Maßstabsveränderungen) des endlichen kosmologischen Raumes im Vergleich .....	254
14.8.1 Überblick .....	254
14.8.2 Das Newtonsche Gravitationsgesetz und der Urknall .....	257
14.8.3 Die Robertson-Walker-Metrik und der Gravita- tionskollaps von Sternen .....	258
15. Verzeichnisse .....	260
15.1 Abkürzungen und Symbole .....	260
15.2 Nützliche und hypothetische Zahlen .....	260
15.3 Glossar .....	261
15.4 Literatur- und Quellenverzeichnis .....	267
15.5 Stichwortverzeichnis .....	274