

# 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

<b>4.1</b>	<i>Einleitung</i> .....	50
<b>4.2</b>	<i>Heuristische Herleitung der Lorentz-Transformationen aus Längenkontraktion und Zeitdilatation</i> ...	51
<b>4.3</b>	<i>Alternative Herleitung der Lorentz-Transformationen mit Hilfe des Reziprozitätsprinzips</i> .....	56
<b>4.4</b>	<i>Die relativistische und relativistisch-klassische Interpretation der Lorentz-Transformationen</i> .....	58
<b>4.5</b>	<i>Herleitung der Lorentz-Transformationen aus dem Relativitätsprinzip und dem Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit</i> .....	59
<b>5.</b>	<i>Gedankenexperimente zur Unterscheidung zwischen der relativistischen und der relativistisch-klassischen Interpretation</i> .....	63
<b>5.1</b>	<i>Einleitung</i> .....	63
<b>5.2</b>	<i>Gedankenexperiment zum Teilchenzerfall</i> .....	63
<b>5.3</b>	<i>Ein Gedankenexperiment zur Messung der Ein-Weg-Lichtgeschwindigkeit mit Hilfe von Lasern</i> .....	67
<b>6.</b>	<i>Die Begriffe Länge und Abstand in der speziellen Relativitätstheorie</i> .....	71
<b>6.1</b>	<i>Längen und Abstände relativistisch interpretiert</i> ....	71
<b>6.2</b>	<i>Längenmessungen relativistisch-klassisch interpretiert</i> .....	76
<b>6.3</b>	<i>Linear beschleunigte Körper</i> .....	77
<b>6.4</b>	<i>Kreisförmig beschleunigte Körper</i> .....	83
<b>7.</b>	<i>Paradoxien</i> .....	89
<b>7.1</b>	<i>Einleitung</i> .....	89
<b>7.2</b>	<i>Das Garagenproblem</i> .....	90
<b>7.3</b>	<i>Das Woodsche Paradoxon</i> .....	92
<b>7.4</b>	<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, S', 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.	<b>Philosophisch-grundlagenwissenschaftliche Überlegungen zur relativistischen und relativistisch-klassischen Interpretation der speziellen Relativitätstheorie</b> .....	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.	<b>DER GEKRÜMMTE RAUM DER ALLGEMEINEN RELATIVITÄTSTHEORIE</b> .....	174
9.	<b>Überblick</b> .....	174

10. Die allgemeine Relativitätstheorie und die speziell-relativistischen Raum-Zeit-Thesen .....	175
11. Schwarzschild-Metrik .....	179
11.1 <i>Einleitung</i> .....	179
11.2 <i>Die experimentellen Beweise für die Gültigkeit der Schwarzschild-Metrik</i> .....	179
11.3 <i>Grundlagen der Schwarzschild-Metrik</i> .....	184
11.4 <i>Geometrisches Modell der Schwarzschild-Metrik</i> .....	188
11.5 <i>Gaußsches Koordinatensystem für zentrale symmetrische Gravitationsfelder</i> .....	192
11.6 <i>Relativistische und relativistisch-klassische Deutung der Schwarzschild-Metrik</i> .....	194
11.7 <i>Experimentell überprüfbare Schlußfolgerungen aus der Schwarzschild-Metrik</i> .....	197
11.8 <i>Die Schwarzschild-Metrik in anderen Koordinaten und der Einwand von Weyl</i> .....	201
11.9 <i>Die Singularität der Schwarzschild-Metrik</i> .....	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 <i>Einleitung</i> .....	213
13.2 <i>Zweidimensionale Kugelflächen</i> .....	213
13.3 <i>Dreidimensionale Kugelflächen</i> .....	221
13.4 <i>Zur Konstruktion eines Koordinatensystems für die dreidimensionale Kugelfläche</i> .....	227
13.5 <i>Deutung der Metrik als Maßstabsverzerrung</i> .....	229
13.6 <i>Andere gekrümmte Flächen</i> .....	231

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