

Relativität und Realität

Zur Physik und Philosophie der allgemeinen und der speziellen Relativitätstheorie

von
Max Drömmер

1. Auflage

mentis 2008

Verlag C.H. Beck im Internet:
www.beck.de
ISBN 978 3 89785 216 7

Zu [Leseprobe](#)

schnell und portofrei erhältlich bei beck-shop.de DIE FACHBUCHHANDLUNG

Max Drömmер

Relativität und Realität

Zur Physik und Philosophie der allgemeinen
und der speziellen Relativitätstheorie

mentis
PADERBORN

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	15
Einleitung	17

KAPITEL 1

Allgemeine Bemerkungen zur Philosophie und Physik der speziellen und der allgemeinen Relativitätstheorie. Analysen von Koordinatentransformationshypotesen

1 Einleitung	31
2 Transformationshypotesen. Die Philosophie von Raum und Zeit der speziellen Relativitätstheorie. Fragen der Referenz und Repräsentation von Raum- und Zeitdaten	32

KAPITEL 2

Der Zweck von Transformationsforderungen. Invarianz und Kovarianz bezüglich Koordinatentransformationen. Raum und Zeit. Die Forderung der Persistenz einer Theorie

1 Einleitung	45
2 Wozu Transformationshypotesen?	46
3 Invarianz	46
4 Kovarianz	48
5 Raum und Zeit	53
6 Die These der Gleichberechtigung aller Bezugskörper	60
7 Schluss	62

KAPITEL 3

Bemerkungen zur allgemeinen Relativitätstheorie. Geometrisierung der Physik. Nicht-geometrische Versionen der allgemeinen Relativitätstheorie? Persistenz: eine pragmatische Lösung des Invarianzproblems

1 Einleitung	67
2 Geometrisierung der Physik	67
3 Persistenz bezüglich einer ad-hoc-Folge von Bezugssystemen. Eine pragmatische Lösung des Invarianzproblems	69
4 Schluss	73

KAPITEL 4

Zur Interpretation der Koordinaten in den Gesetzen der allgemeinen Relativitätstheorie und bei der Anwendung der Gesetze

1 Einleitung	77
2 Probleme der Interpretation der Koordinaten bei ihrer Verwendung in Gesetzen der allgemeinen Relativitätstheorie	77
3 Deutung der Koordinaten bei der Anwendung eines Gesetzes	87
4 Schluss	87

KAPITEL 5

Zur Verwendung der Minkowski-Metriken in der allgemeinen Relativitätstheorie. Verwendung der Riemannschen anstatt der Semi-Riemannschen Geometrie?

1 Einleitung	91
2 Abstandsdefinitionen nach Euklid, Riemann und Minkowski	92
3 Dreidimensional bestimmte räumliche Minkowski-Abstände und Zeitdifferenzen. Beispiele von Nullabständen	94
4 Nicht-Euklidische Abstände nach Riemann und nach Art von Minkowski und Einstein	96
5 Zwischenbemerkung	99
6 Schluss	99

KAPITEL 6

Zur Bewegungsgleichung der allgemeinen Relativitätstheorie

1 Einleitung	103
2 Analyse	105
3 Bestimmung der Bahnen frei fliegender Teilchen im 3-dimensionalen Raum	116
4 Konkrete Anwendung der Theorie im 3-dimensionalen Raum	118
5 Konsequenzen der Schwarzschildmetrik	124
6 Der Unterschied zwischen der euklidischen globalen und der relativistischen lokalen Bestimmung von Geschwindigkeit und Beschleunigung	132
7 Schluss	135
Anhang 1	137
Anhang 2	144

KAPITEL 7

Allgemeine Relativitätstheorie ohne Relativität und ohne apriorische Vorgabe der Lichtgeschwindigkeit c . Die Rolle von Definitionen in der Physik. 3-dimensional bestimmte Begriffe in der klassischen und der allgemein-relativistischen Theorie. Existenzkriterien der Gravitation

1 Einleitung	151
2 Die allgemeine Relativitätstheorie als eine Gravitationstheorie ohne Relativität	152
3 Andeutung des Aufbaus der Theorie ohne Relativität und ohne die Konstante c	153
4 Zur Gewinnung von 3-dimensional bestimmten Begriffen (z.B. des Ortes, der Geschwindigkeit und Beschleunigung) in der geometrischen Physik	153
5 Die axiomatische Rolle von Definitionen (eine Nebenbemerkung)	154
6 Zur ›Apriorizität‹ von Raum und Zeit	155
7 Einige dreidimensional bestimmte Begriffe in der allgemeinen Relativitätstheorie. Die Divergenz in klassischen und relativistischen Feldgleichungen	156
8 Klassische und relativistische Kriterien der Existenz eines Gravitationsfeldes	161
9 Schluss	162
Anhang	163

KAPITEL 8

Zu Newtons Zwei-Körper-Gravitationstheorie. Relativistische und nicht-relativistische Kritik. Interpretationsfragen

1 Einleitung	167
2 Zur Axiomatik der Newtonschen Theorie der Anziehungskraft zweier Massen	168
3 Eine (quasi) relativistische Korrektur der Newtonschen Axiome?	170
4 Relatives Gewicht und Anziehungskraft	173
5 Das ›Wesen‹ der Gravitation. Wie wirkt die Gravitation? Gibt es eine Trägheit gegen Gravitation?	175
6 Die Frage der Erklärbarkeit der Gleichheit von Trägheit und Schwere	178
7 Ein Zusammenhang zwischen der Interpretation von K durch \mathcal{G} und der Hypothese, dass es keine Trägheit gegen Gravitation gibt	180

8 Instantane Wirkung der Gravitation?	181
9 Newtons Experiment und der ›absolute Raum‹. Ist der Raum a priori ›absolut‹?	182
10 Zwei Beispiele zur Newtonschen Axiomatik und ihrer Interpretation. ›träge Masse‹ und ›schwere Masse‹	184
11 Schluss	186

KAPITEL 9

Relativistische Bezugssystemabhängigkeit der Gravitation.
Die Transformationsunabhängigkeit geodätischer Weltlinien.
Physikalisch illegitime Übergänge zu anderen Bezugssystemen.

1 Einleitung	191
2 Der rein konventionelle Übergang zu anderen Bezeichnungen (Koordinaten) mittels eines Bezugskörperwechsels dargestellt durch eine Koordinatentransformation	192
3 Übergang mittels Koordinatentransformation von einem Bezugskörper A zu einem anderen, gemäß einer physikalischen Theorie verformten Bezugskörper B	194
4 Koordinatentransformation als Übergang von einem zu einem anderen, gegenüber dem ersten bewegten Bezugssystem – wobei die Raum-Zeit-Verhältnisse auf dem jeweils anderen Bezugssystem entsprechend der physikalischen Theorie beschrieben werden	195
5 Mathematische und physikalische Voraussetzungen zur Formulierung des Geodätentransformationsgesetzes, das möglicherweise Einsteins These der allgemeinen Relativität verstanden als Gleichberechtigung aller Bezugskörper motiviert hat	196
6 Ein differentialgeometrisches Transformationstheorem für Metrikfelder, das mittels Koordinatentransformationen definiert ist, aber nicht als Aussage der Gleichberechtigung transformierter Bezugskörper interpretierbar ist	198
7 Bemerkungen zur Rolle der Intuition in der Physik	202
8 Schluss	204

KAPITEL 10

Bemerkungen zu den Prinzipien der allgemeinen Relativitätstheorie
und zum Postulat der Identität von Trägheit und Schwere

1 Einleitung	209
2 Trägheit und Schwere	209

Inhaltsverzeichnis	11
3 Die experimentelle Basis des Äquivalenzprinzips	213
4 Hypothetische Erklärung dafür, dass alle Körper gleich schnell fallen	214
5 Vier Versionen des Äquivalenzprinzips	214
6 Schluss	217

KAPITEL 11

Skizze einer nicht-relativistischen nicht-klassischen Gravitationstheorie

1 Einleitung	221
2 Die Skizze	222
3 Eine pragmatische Anwendungsregel für physikalische Theorien	226
4 Schluss	227

KAPITEL 12

Axiome der speziellen Relativitätstheorie in Gestalt der symmetrischen Lorentztransformationshypothese. Inkonsistenz einer Erweiterung der Theorie

1 Einleitung	233
2 Intuitive Darstellung der Theorie	234
3 Formale axiomatische Darstellung der Lorentztransformations- hypothese	235
4 Der ›Begriff‹ der J-Zeit	242
5 Schluss	244

KAPITEL 13

Ist die spezielle Relativitätstheorie konsistent?

1 Einleitung	249
2 Inkonsistenzbegriffe	249
3 Prämissen zu Inkonsistenzbeweisen	252
4 Beweise der externen Inkonsistenz der Lorentztransformations- hypothese	253
5 Motivation	257
6 Philosophische Motivation	258
7 Schluss	259

KAPITEL 14

Über physikalische Axiome und physikalische Modelle. Axiome der allgemein relativistischen (geometrischen) Gravitationstheorie im Vergleich zu einer nicht-relativistischen nicht-geometrischen Gravitationstheorie

1 Einleitung	263
2 Physikalische Axiome	263
3 Physikalische Modelle, Untertheorien	265
4 Mögliche Grundbegriffe und Axiome einer nicht-geometrischen Gravitationstheorie	268
5 Bemerkungen zur >Absolutheit< von Raum und Zeit. Unterschiede zwischen relativistischen und nicht-relativistischen Gravitationstheorien	272
6 Grundbegriffe und Axiome der allgemeinen Relativitätstheorie?	274
7 Schluss	277

KAPITEL 15

Wozu Gerüste?

1 Einleitung	281
2 Euklidische und nicht-euklidische Koordinatengerüste	284
3 >Koordinatenfreie< Darstellung der allgemeinen Relativitätstheorie (keine Gerüste?)	285
4 Konstanz der Lichtgeschwindigkeit in allen inertialen Gerüsten?	286
5 Schluss	

KAPITEL 16

Schlussbemerkungen

1 Einleitung	293
2 Widerlegung physikalischer Theorien?	295
3 Die Kritik am intuitiven Denken. Die Sprache der speziellen Relativitätstheorie	297
4 Die Sprache der allgemeinen Relativitätstheorie	298
5 Einsteins Philosophie der Relativität und Realität	298
6 Wahrheit?	299
7 Galileis Dogma, Einsteins konservative Einstellung. Notlösungen	300
8 Die geometrische Methode	302
9 Schluss	303

Inhaltsverzeichnis	13
Nachtrag	305
Anmerkungen	311
Personen und Sachverzeichnis	317
Literaturverzeichnis	321