

Jong-Ping Hsu
Andreas Ernst

**Einsteins Relativitätstheorie
und darüber hinaus -
neue Symmetrieansätze**

Tectum Verlag

Copyright © 2000 by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. All rights reserved. This book, or parts thereof, may not be reproduced in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or any information storage and retrieval system now known or to be invented, without written permission from the Publisher.

German translation arranged with World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore

Hsu, Jong-Ping:

Einsteins Relativitätstheorie und darüber hinaus - neue Symmetrieansätze

Übersetzt aus dem Englischen von Andreas Ernst

Erstveröffentlichung durch World Scientific Publishing Co. Pte Ltd., Singapur 2000

Engl. Originaltitel: Einstein's Relativity And Beyond: New Symmetry Approaches

/ von Jong-Ping Hsu

- Marburg : Tectum Verlag, 2007

ISBN: 978-3-8288-9226-2

Tectum Verlag
Marburg 2007

Übersicht

Teil A Historischer Hintergrund

0. Einführung
1. Eine kurze Übersicht in Sachen Raum und Zeit
2. Der nicht-triviale Gedanke der absoluten Bewegung der Erde
3. Auf der richtigen Spur – Voigt, Lorentz und Larmor
4. Poincarés Beitrag und der Äther (in Vergangenheit und Gegenwart)
5. Die Neuschöpfung des jungen Einstein, basierend auf 2 Postulaten
6. Minkowskis 4-dimensionale Raum-Zeit, justierbare Uhren und Flexibilität im Zeitbegriff

Teil B 4-dimensionale Relativität mit einem einzigen Postulat

7. Die Taiji-Relativitätstheorie, basierend allein auf einem Prinzip – dem ersten Prinzip der Relativität
8. Die willkürliche Lichtgeschwindigkeit in der Taiji-Relativitätstheorie und das Michelson-Morley-Experiment
9. Lorenz- und Poincaré-Invarianz ohne Bezugnahme auf die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit
10. Wahrhaft universelle Konstanten und physikalische Gesetze in der Taiji-Relativitätstheorie
11. Auf der Taiji-Relativitätstheorie basierende Quantenelektrodynamik und die Dilatation von Zerfallszeiten und –längen

Teil C 4-dimensionale Relativität mit einem alternativen zweiten Postulat

12. Die gemeinsame Relativitätstheorie: Eine gemeinsame Zeit für alle Beobachter
13. Gemeinsame Zeit und Vielteilchensysteme in einem 4-dimensionalen Symmetrie-Rahmen
14. Gemeinsame Relativitätstheorie und Quantenmechanik
15. Gemeinsame Relativitätstheorie und Fuzzy-Quantenfeldtheorie
16. Die gemeinsame Relativitätstheorie und die kosmische 3K-Hintergrundstrahlung
17. Erweiterte Relativitätstheorie: Ein schwächeres Postulat für die Lichtgeschwindigkeit
18. Die erweiterte Relativitätstheorie mit Lorentzgruppe und Lebensdauer-Dilatation
19. Physikalische Folgerungen aus der erweiterten Relativitätstheorie
20. Bestimmung der Parameter allgemeiner linearer Transformationen durch Präzisionsexperimente

Teil D Physik in Nicht-Inertialsystemen mit der 4-dimensionalen Symmetrie im Grenzfall

21. Verallgemeinerte Lorentztransformationen für Nicht-Inertialsysteme auf der Basis der 4-dimensionalen Symmetrie im Grenzfall
22. Dynamik klassischer und Quantenteilchen in Nicht-Inertialsystemen mit 4-dimensionaler Symmetrie im Grenzfall
23. Experimentelle Tests der verallgemeinerten Lorentztransformationen für Bezugssysteme mit konstanter linearer Beschleunigung
24. Quantisierung von skalaren, Spinor- und elektromagnetischen Feldern in Bezugssystemen mit konstanter linearer Beschleunigung
25. Taiji-Transformationen für rotierende Bezugssysteme mit 4-dimensionaler Symmetrie im Grenzfall
26. Epilog

Inhalt

Vorwort	2
Übersicht	4
0. Einführung	13
0a. Grenzen der speziellen Relativitätstheorie	13
0b. Frage #1: Kann die spezielle Relativitätstheorie nur auf der Basis des ersten 12 Postulats der Relativitätstheorie formuliert werden (ohne Annahme der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit)?	13
0c. Frage #2: Kann man die 4-dimensionale Transformation für Inertialsysteme auf Nicht-Inertialsysteme mit einer konstanten Beschleunigung oder Winkelgeschwindigkeit erweitern? In beschleunigten Systemen ist die Lichtgeschwindigkeit keine universelle Konstante mehr; ist die Planck-Konstante noch universell?	15
0d. Frage #3: In dem 4-dimensionalen Symmetrie-Rahmen der speziellen Relativitätstheorie scheint es unmöglich zu sein, die klassische Liouville-Gleichung für Vielteilchensysteme zu einer Lorentz-invarianten Liouville-Gleichung zu verallgemeinern. Können wir diese Schwierigkeit überwinden?	15
0e. Frage #4: Ist die 4-dimensionale Symmetrie in Anbetracht der schwerwiegenden Divergenz-Problematik in der Quantenfeldtheorie bei hohen Impulsen oder geringen Abständen exakt?	16
1. Eine kurze Übersicht in Sachen Raum und Zeit	19
1a. Raum und Objekte	19
1b. Zeit und Bewegung	20
1c. Inertiale Bezugssysteme	21
1d. Raum- und Zeittransformationen	22
1e. Absolute Zeit, relative Zeit, gemeinsame Zeit, und Taiji-Zeit	22
2. Der nicht-triviale Gedanke der absoluten Bewegung der Erde	26
2a. Newton, die klassische Mechanik und invariante Bewegungsgesetze	26
2b. Maxwells Vorschlag, die absolute Bewegung zu ermitteln und Michelsons Interferometer	28
3. Auf der richtigen Spur – Voigt, Lorentz und Larmor	31
3a. „Absolute Längenkontraktion“ und Lorentz' heuristische Ortszeit	31
3b. Exakte Transformationen, entdeckt von Larmor und Lorentz	32

4. Poincarés Beitrag und der Äther (in Vergangenheit und Gegenwart)	37
4a. Eine bemerkenswerte Einsicht in den physikalischen Zeitbegriff	37
4b. Poincarés innovatives Relativitätsprinzip	38
4c. Poincarés Relativitätstheorie, basierend auf einem Postulat und einer Definition	40
4d. Die Vorstellung des Äthers stirbt nicht aus	44
4e. Konforme Transformationen für Inertialsysteme mit absoluter Geschwindigkeit und „konformer 4-dimensionaler Symmetrie“ bei konstanter Lichtgeschwindigkeit	46
4f. Poincaré’s Beiträge zur Relativität und Symmetrieprinzipien	49
5. Die Neuschöpfung des jungen Einstein, basierend auf 2 Postulaten	56
5a. Die Stärke eines jungen Geistes	56
5b. Einsteins Formulierung der speziellen Relativitätstheorie mit 2 Postulaten	57
5c. Die Ableitung der Lorentztransformation	60
5d. Neue relative Eigenschaften von Raum und Zeit	61
5e. Physikalische Folgerungen aus der speziellen Relativitätstheorie Einsteins	64
5f. Einstein und Poincaré	64
6. Minkowskis 4-dimensionale Raum-Zeit, justierbare Uhren und Flexibilität im Zeitbegriff	71
6a. Die Vollendung der speziellen Relativitätstheorie durch Minkowskis Idee der 4-dimensionalen Raum-Zeit	71
6b. Die Kollision der Titanic und verrückt spielende Uhren	72
6c. Das Primat der 4-dimensionalen Symmetrie	73
6d. Ein flexibler Zeitbegriff	73
7. Die Taiji-Relativitätstheorie, basierend allein auf einem Prinzip – dem ersten Prinzip der Relativität	77
7a. Erfrischend unschuldige Fragen	77
7b. Die 4-dimensionalen Taiji-Transformationen	78
7c. Taiji-Zeit und Uhrensysteme	79
7d. Taiji-Geschwindigkeitstransformationen	81
7e. Vergleich mit der speziellen Relativitätstheorie	81
7f. Einsteins Zeit, gemeinsame Zeit, Reichenbachs Zeit und unspezifizierte Zeit	83
7g. Diskussionen und Bemerkungen	84
8. Die willkürliche Lichtgeschwindigkeit in der Taiji-Relativitätstheorie und das Michelson-Morley-Experiment	88
8a. Folgt aus dem Michelson-Morley-Experiment eine konstante und isotrope Lichtgeschwindigkeit?	88
8b. Das Michelson-Morley-Experiment stützt das erste Postulat der Relativitätstheorie	90

8c. Zeigen Experimente wirklich die universelle Konstanz der Lichtgeschwindigkeit c ?	92
8d. Physikalische Größen, gemessen unter Verwendung der Taiji-Zeit w	95
9. Lorenz- und Poincaré-Invarianz ohne Bezugnahme auf die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit	97
9a. Gruppeneigenschaften der Taiji-Transformationen	97
9b. Die Lorentzgruppe ohne konstante Lichtgeschwindigkeit	99
9c. Die Poincarégruppe mit zehn Erzeugern und ohne konstante Lichtgeschwindigkeit	103
10. Wahrhaft universelle Konstanten und physikalische Gesetze in der Taiji-Relativitätstheorie	107
10a. Wahrhaft universelle Konstanten und invariante Wirkungen	107
10b. Atomare Strukturen und Dopplerverschiebungen	110
10c. Dirac's Vermutung über wahrhaft universelle Konstanten vs. die Resultate der Taiji-Relativitätstheorie, und der Ursprung des „universellen Wertes“ $c = 29979245800 \text{ cm/sec}$	112
10d. Die Maxwell-Gleichungen ohne konstante Lichtgeschwindigkeit c	114
11. Auf der Taiji-Relativitätstheorie basierende Quantenelektrodynamik und die Dilatation von Zerfallszeiten und -längen	117
11a. Auf der Taiji-Relativitätstheorie basierende Quantenelektrodynamik	117
11b. Experimentelle Messungen der Dilatation von Zerfallslängen und Lebensdauern	120
12. Die gemeinsame Relativitätstheorie: Eine gemeinsame Zeit für alle Beobachter	125
12a. Warum eine gemeinsame Zeit?	125
12b. Die beiden grundlegenden Postulate der gemeinsamen Relativitätstheorie	126
12c. Die Raum-Lichtzeit-Transformation und physikalische Uhren	127
12d. Die Relativität der Lichtgeschwindigkeit, gemessen unter Verwendung der gemeinsamen Zeit	129
12e. Die Symmetrie zwischen zwei beliebigen Bezugssystemen F und F'	130
12f. Die 2-Weg-Lichtgeschwindigkeit	130
12g. Die inversen Transformationen und die Lorentzgruppe	132
12h. Die 4-dimensionalen Maxwell-Gleichungen und die Lorentzkraft mit einer skalaren physikalischen Zeit	133
12i. Auf der gemeinsamen Relativitätstheorie basierende Quantenelektrodynamik	136
12j. Neue Eigenschaften in der gemeinsamen Relativitätstheorie	138

13. Gemeinsame Zeit und Vielteilchensysteme in einem 4-dimensionalen Symmetrie-Rahmen	140
13a. Probleme relativer Gleichzeitigkeit bei Vielteilchensystemen	140
13b. Invariante Hamilton'sche Dynamik und der Phasenraum	142
13c. Die invariante kinetische Theorie der Gase	146
13d. Die invariante Liouville-Gleichung	149
13e. Invariante Entropie, Temperatur und die Maxwell-Boltzmann Verteilung	151
13f. Die invariante Boltzmann-Vlasov-Gleichung	153
13g. Boltzmanns Transportgleichung mit 4-dimensionaler Symmetrie	158
13h. Boltzmanns H-Theorem mit 4-dimensionaler Symmetrie	160
14. Gemeinsame Relativitätstheorie und Quantenmechanik	164
14a. Unschärfe bei kurzen Abständen und die Invariante „Genergie“	164
14b. Fuzzy-Quantenmechanik mit einer inhärenten Ortsunschärfe eines Punkt-Teilchens	166
14c. Ein unscharfer Punkt und ein modifiziertes Coulomb-Potential bei kurzen Abständen	170
14d. Inhärente Wahrscheinlichkeit für die Unterdrückung von Zuständen hoher Impulse	171
15. Gemeinsame Relativitätstheorie und Fuzzy-Quantenfeldtheorie	173
15a. Fuzzy-Quantenfeldtheorien	173
15b. Fuzzy-Quantenelektrodynamik auf der Basis der gemeinsamen Relativitätstheorie	177
15c. Experimentelle Tests einer möglichen angenäherten 4-dimensionalen Symmetrie der speziellen Relativitätstheorie bei hohen Energien und kurzen Distanzen	180
16. Die gemeinsame Relativitätstheorie und die kosmische 3K-Hintergrundstrahlung	184
16a. Folgerungen aus dem nicht-invarianten Planck'schen Gesetz der Schwarzkörperstrahlung	184
16b. Die invariante Zustandssumme	184
16c. Kovariante Thermodynamik	186
16d. Kanonische Verteilung und Schwarzkörperstrahlung	188
16e. Fragen über die „absolute“ Bewegung der Erde in der 3K Strahlung	190
17. Erweiterte Relativitätstheorie: Ein schwächeres Postulat für die Lichtgeschwindigkeit	193
17a. 4-dimensionale Symmetrie als ein leitendes Prinzip	193
17b. Edwards' Transformationen mit Reichenbachs Zeit	194
17c. Probleme bei Edwards' Transformationen	196

17d. Die erweiterte Relativitätstheorie – eine 4-dimensionale Theorie mit Reichenbachs Zeit	197
17e. Zwei grundlegende Postulate der erweiterten Relativitätstheorie	201
17f. Eine invariante Wirkung für ein freies Teilchen in der erweiterten Relativitätstheorie	203
18. Die erweiterte Relativitätstheorie mit Lorentzgruppe und Lebensdauer-Dilatation	206
18a. Ein Vergleich von erweiterter und spezieller Relativitätstheorie	206
18b. Eine unüberwindbare Grenze und nicht-konstante Lichtgeschwindigkeit	208
18c. Die Lorentzgruppe und die Raum-Lichtzeit-Transformationen	208
18d. Die Zerfallsrate und „Lebensdauer-Dilatation“	210
19. Physikalische Folgerungen aus der erweiterten Relativitätstheorie	212
19a. 4-dimensionale Symmetrie mit einer universellen 2-Weg Lichtgeschwindigkeit	212
19b. Einige experimentelle Folgerungen aus der erweiterten Relativitätstheorie	214
19c. Doppler-Verschiebungen der Frequenz und atomare Energieniveaus	215
19d. Auf der erweiterten Relativitätstheorie basierende klassische Elektrodynamik	216
19e. Auf der erweiterten Relativitätstheorie basierende Quantenelektrodynamik	220
19f. Ein Uhrensystem für Lichtzeit, Zerfallszeit-Dilatation und die maximale Geschwindigkeit physikalischer Objekte	223
20. Bestimmung der Parameter allgemeiner linearer Transformationen durch Präzisionsexperimente	226
20a. Eine allgemeine Parametrisierung linearer Transformationen	226
20b. Bestimmung der Parameter durch drei Experimente	227
20c. Flexibilität in der Relation zwischen t und t' im 4-dimensionalen Symmetrie-Rahmen	230
21. Verallgemeinerte Lorentztransformationen für Nicht-Inertialsysteme auf der Basis der 4-dimensionalen Symmetrie im Grenzfall	233
21a. Eine Antwort auf die Frage des jungen Einstein und die Folgerungen daraus	233
21b. Physikalische Zeit und Uhren in linear beschleunigten Bezugssystemen	236
21c. Møllers gravitationstheoretischer Ansatz für Transformationen für beschleunigte Bezugssysteme	239

21d. Ein auf der 4-dimensionalen Symmetrie im Grenzfall basierender kinematischer Ansatz für Transformationen für beschleunigte Bezugssysteme	242
21e. Verallgemeinerte Møller-Wu-Lee-Transformationen auf der Basis der 4-dimensionalen Symmetrie im Grenzfall	244
21f. Die minimale Verallgemeinerung der Lorentztransformation die Wu-Transformation	247
22. Dynamik klassischer und Quantenteilchen in Nicht-Inertialsystemen mit 4-dimensionaler Symmetrie im Grenzfall	251
22a. Klassische Elektrodynamik in CLA-Bezugssystemen	251
22b. Quantenteilchen und die Dirac-Gleichung in einem CLA Bezugssystem	254
22c. Stabilität der atomaren Niveaus unter konstanter Beschleunigung	255
22d. Von einer Ladung mit konstanter linearer Beschleunigung hervorgerufene elektromagnetische Felder	258
22e. Kovariante Strahlungsreaktionskraft in der speziellen und der gemeinsamen Relativitätstheorie und Erhaltungsgesetze für Strahlung	265
23. Experimentelle Tests der verallgemeinerten Lorentztransformationen für Bezugssysteme mit konstanter linearer Beschleunigung	270
23a. Tests der physikalische Zeit in Nicht-Inertialsystemen	270
23b. Experimente mit Zerfallslängen-Dilatation in beschleunigten Bezugssystemen und der 4-dimensionalen Symmetrie im Grenzfall	272
23c. Experimente mit dem Wu-Doppler-Effekt der von beschleunigten Atomen emittierten Wellen	274
24. Quantisierung von skalaren, Spinor- und elektromagnetischen Feldern in Bezugssystemen mit konstanter linearer Beschleunigung	277
24a. Skalare Felder in CLA-Bezugssystemen	277
24b. Quantisierung skalarer Felder in CLA-Bezugssystemen	279
24c. Quantisierung von Spinor-Feldern in CLA-Bezugssystemen	285
24d. Quantisierung des elektromagnetischen Feldes in CLA Bezugssystemen	290
25. Taiji-Transformationen für rotierende Bezugssysteme mit 4-dimensionaler Symmetrie im Grenzfall	293
25a. Ein reibungsloser Zusammenhang zwischen rotierenden Bezugssystemen und Inertialsystemen	293
25b. Taiji-Transformationen für rotierende Bezugssysteme mit 4 dimensionaler Symmetrie im Grenzfall	294
25c. Physikalische Eigenschaften der Taiji-Transformationen für rotierende Bezugssysteme	296

25d. Die metrischen Tensoren für rotierende Bezugssysteme	298
25e. Die invariante Wirkung für elektromagnetische Felder und geladene Teilchen in rotierenden Bezugssystemen und wahrhaft universelle Konstanten	299
25f. Der Viererimpuls und „Lebensdauer-Dilatation“ eines Teilchens in Ruhe in einem rotierenden Bezugssystem	300
26. Epilog	304
Anhang A Noethers Theorem in linear beschleunigten und inertialen Bezugssystemen	306
Anhang B Quantenelektrodynamik in linear beschleunigten und inertialen Bezugssystemen	316
Anhang C De-Sitter- und Poincaré-eichinvariante Fermion-Lagrangefunktion und Gravitation	326
Anhang D Die Relativität der Lebensdauer-Dilatation und ein experimenteller Test mit „Zwillings-Teilchen“ und linearen Beschleunigungen	332
Anhang E Erster Vorschlag der universellen Lichtgeschwindigkeit von Voigt im Jahr 1887	340
Namensregister	362
Sachregister	364