

Europäische Hochschulschriften

Publications Universitaires Européennes
European University Studies

Reihe XII

Physik

Série XII Series XII

Physique
Physics

Bd./Vol. 6



PETER D. LANG

Frankfurt am Main • Bern • Cirencester/U.K.

Günther Wehr

Neue Relativitätstheorie

Das Prinzip der Äquivalenz
von Masse und Energie als
zweites Postulat einer neuen
Relativitätstheorie.

Eine Widerlegung der Speziellen
Relativitätstheorie aufgrund
experimenteller Ergebnisse an
Kanalstrahlen



PETER D. LANG

Frankfurt am Main • Bern • Cirencester/U.K.

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Wehr, Günther:

Neue Relativitätstheorie : d. Prinzip d.
Äquivalenz von Masse u. Energie als 2. Postulat
e. neuen Relativitätstheorie ; e. Widerlegung
d. speziellen Relativitätstheorie aufgrund
experimenteller Ergebnisse an Kanalstrahlen /
Günther Wehr. - Frankfurt am Main, Bern,
Cirencester/U.K. : Lang, 1980.
(Europäische Hochschulschriften : Reihe 12,
Physik ; Bd. 6)
ISBN 3-8204-6762-9

ISBN 3-8204-6762-9

© Verlag Peter D. Lang GmbH, Frankfurt am Main 1980

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck oder Vervielfältigung, auch auszugsweise, in allen Formen
wie Mikrofilm, Xerographie, Mikrofiche, Mikrocard, Offset verboten.

Druck: fotokop Wilhelm Weihert KG, Darmstadt

INHALT

VORWORT	7
1 EINLEITUNG	9
2 DAS KANALSTRAHL-EXPERIMENT	19
2.1 Der Dopplereffekt	20
2.2 Der quadratische Dopplereffekt in Mittelwertdarstellung	26
2.3 Die meßtechnischen Gegebenheiten der Kanalstrahl-Experimente von Ives, Stilwell und Otting	32
2.4 Experimenteller Nachweis des wirksamen Öffnungswinkels aufgrund der Meßergebnisse von Otting	34
2.5 Der Gültigkeitsbeweis des nichtlinearen Dopplerausdruckes (1.1) aufgrund der von Otting gemessenen Wellenlängenänderungen	39
2.6 Der Gültigkeitsbeweis des nichtlinearen Dopplerausdruckes (1.1) aufgrund der von Ives und Stilwell gemessenen Mittelwerte des quadratischen Dopplereffektes	45
2.7 Der Gültigkeitsbeweis des nichtlinearen Dopplerausdruckes (1.1) aufgrund der Meßergebnisse des quadratischen Dopplereffektes einer Richtungskomponenten allein	49
2.8 Zusammenfassende Betrachtung des Abschnittes 2	53
3 RELATIVITÄTSTHEORIE	57
3.1 Neue Relativitätstheorie	59
3.1.1 Das Zweizeitenprinzip	62
3.1.2 Beispiele	64

3.1.2.1	Relative Zeitdauer bei Lichtsignalen in bewegten Bezugssystemen	64
3.1.2.2	Reflektierte Lichtsignale	65
3.1.2.3	Relative Zeitpunkte bei Lichtsignalen in bewegten Bezugssystemen	67
3.1.2.4	Relative Zeitänderungen bei periodischen Bewegungen	68
3.1.2.5	Veränderliche	70
3.1.2.6	Doppelsterne	71
3.1.3	Kreisbewegung	72
3.1.4	Der optische Dopplereffekt	73
3.1.5	Der akustische Dopplereffekt	77
3.2	Spezielle Relativitätstheorie	80
3.2.1	Der relativistische Dopplereffekt	84
3.2.2	Die Zweideutigkeit der relativistischen Dopplerausdrücke	86
3.2.3	Die Lorentz-Transformation	91
3.2.4	Relativistische Zeitdilatation	92
4	KONFRONTIERUNG DER NEUEN RELATIVITÄTS- THEORIE MIT DEN BEKANNTESTEN ERFAHRUNGSBEISPIELEN	95
4.1	Der Michelson-Versuch	95
4.2	Die Verzögerungszeiten der Jupitermond-Umläufe	100
4.3	Die kosmische Rotverschiebung	103
4.4	Teilchen im elektrischen Feld	106
4.5	Allgemeine Relativitätstheorie	109
5	SCHLUSSWORT	112
	Literaturverzeichnis	115

Bei einer Betrachtung über Vorgänge in bewegten Bezugssystemen ergab sich rein zufällig eine Feststellung, die sich im Verlauf der weiteren Durcharbeitung als so gravierend herausstellte, daß die zunächst auf nur zwei Heftseiten stehende Überlegung zu einem grundlegenden Baustein der Physik heranwuchs.

Die eigentliche Feststellung war zunächst die, daß bei der formalen Anwendung des Prinzips der Relativierung auf die Zeit, nicht nur eine, sondern zwei relative Zeiten zu definieren sind, die formal in derselben Weise wie die Dopplersche Frequenz- und Wellenlängenänderung zusammenhängen und ebenso streng wie diese von einander zu unterscheiden sind.

Es wäre an sich nichts weiter zu sagen gewesen, wenn sich nicht bei der Anwendung dieser neuen Zusammenhänge auf bekannte Erfahrungsbeispiele gezeigt hätte, daß im Falle der Lichtausbreitung der in heutigen Darstellungen allgemein übliche lineare Dopplerausdruck für die Wellenlängenänderung, nicht nur nach relativistischen, sondern auch nach klassischen Gesichtspunkten falsch ist. Aus dieser Feststellung ist nun der unvermeidliche Schluß zu ziehen, daß das Einsteinsche Prinzip der Äquivalenz von Masse und Energie nicht als eine Konsequenz der Relativitätstheorie zu folgern, sondern als ein Postulat aufzustellen ist. Unter Beibehaltung des Relativitätsprinzips als erstes Postulat ergibt sich damit eine Neue Relativitätstheorie, die alle Erfahrungen auf einfachste Weise erklären kann.

In einer überaus überzeugenden Weise bestätigen denn auch die Meßergebnisse der berühmten Kanalstrahl-Experimente von Ives, Stilwell und Otting diese neue Theorie. Die Überprüfung der theoretischen Aussagen durch die experimentellen Meßergebnisse der Kanalstrahl-Experimente

ist so beeindruckend, daß dieser Sachverhalt alleine schon Grund genug ist, dieses Buch zustande kommen zu lassen. Ebenso ausschlaggebend für den Grund einer Veröffentlichung ist jedoch das Finden der wahren Naturgesetze im Falle der Lichtausbreitung, was dem exakt denkenden Naturwissenschaftler in seinem weiteren Suchen und Nachdenken über die physikalischen Zusammenhänge auf diesem Gebiet eine große Erleichterung sein wird. Das vorliegende Buch will ganz im Sinne exakt naturwissenschaftlichen Denkens und Handelns verstanden sein und darüber hinaus das Einsteinsche Prinzip der Äquivalenz von Masse und Energie als eine der großen Leistungen von Albert Einstein würdigen, indem es diesem grundlegenden Prinzip auch den Platz in der Physik einräumt, der seinem fundamentalen Charakter zukommt.

1 EINLEITUNG

Eines der bedeutendsten von Albert Einstein aufgestellten Prinzipien ist das Prinzip der Äquivalenz von Masse und Energie, welches bereits vielfach bestätigt worden ist und heute zum gesicherten Bestand bewiesener physikalischer Erkenntnisse gezählt werden muß. Ein weiterer experimenteller Gültigkeitsbeweis dieses wichtigen Einsteinschen Prinzips kommt mit den Ausführungen des vorliegenden Buches in Form einer exakten Interpretation der berühmten Kanalstrahl-Experimente von Ives, Stilwell und Otting hinzu.

Aus dem Einsteinschen Prinzip der Äquivalenz von Masse und Energie folgt, daß elektromagnetische Wellen in ihrer Eigenschaft als Energie auch die Eigenschaft von Masse besitzen und genau wie jede andere Masse dem Trägheitsgesetz gehorchen müssen:

Eine Masse bleibt solange in Ruhe
oder behält ihre gleichförmige
Bewegung bei, als keine beschleunigende Kraft auf sie ausgeübt wird.

Man weiß heute sehr genau, daß zur Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle kein Medium, welches eine Kraft auf die Welle ausüben könnte, als Träger der Welle erforderlich ist. Nach dem Trägheitsgesetz behalten daher die emittierten Lichtwellen einer in einem Inertialsystem befindlichen Lichtquelle ihre gleichförmige Bewegung gemeinsam mit der Lichtquelle bei. Daraus folgt weiter, daß sich die Lichtwellen einer in einem Inertialsystem S' befindlichen, allseitig strahlenden Lichtquelle Q , welches sich mit der Geschwindigkeit v gegenüber einem Bezugssystem S

bewegt, kugelsymmetrisch ausbreiten müssen (Bild 1.1). Diese Vorstellung einer Lichtausbreitung entspricht allein klassischen Aspekten und stimmt mit dem Relativitätsprinzip, welches als erstes Postulat einer Relativitätstheorie aufzustellen ist, voll überein.

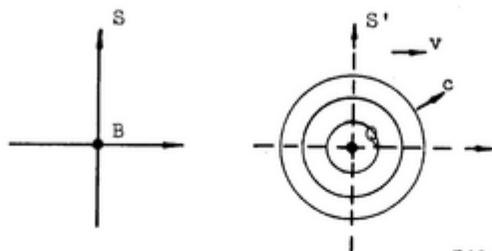


Bild 1.1

Ist v die Geschwindigkeit, mit der sich die Lichtquelle Q gegenüber einem Beobachter B bewegt, c die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes im Vakuum, φ der Winkel, den die Beobachtungsrichtung mit der Geschwindigkeitsrichtung bildet (in Bild 1.1 ist $\varphi = 0^\circ$) und λ_0 die Wellenlänge der emittierten Lichtwelle, dann lautet im Falle exakt kugelsymmetrischer Wellenausbreitung der Dopplerausdruck für die vom Beobachter B wahrgenommene Wellenlängenänderung:

$$\lambda_{\varphi}^* = \frac{1}{1 - \frac{v}{c} \cos \varphi} \lambda_0 \quad (1.1)$$

Setzt man fest, daß bei Fluchtbewegung das Vorzeichen von v positiv und bei Annäherung negativ zu nehmen ist, so kann man sich sofort von der richtigen Beschreibung des Ausdruckes (1.1) für den Fall kugelsymmetrischer Wellenausbreitung überzeugen, wenn man für $\varphi = 0^\circ$ die Grenzfälle $v = +c$, $v = 0$ und $v = -c$ in den Ausdruck (1.1) einsetzt und die Ergebnisse mit der Modellvorstellung des Bildes 1.1 vergleicht.

Es liegt nun klar auf der Hand, daß die Lichtgeschwindigkeit c nach dem soeben beschriebenen und sich aus dem Prinzip der Äquivalenz von Masse

und Energie ergebenden Verhalten einer Lichtausbreitung für einen Beobachter B in Bild 1.1 abhängig von der Bewegung der Lichtquelle ist und daher in direktem Widerspruch mit dem Prinzip der absoluten Konstanz der Lichtgeschwindigkeit c steht, welches bekanntlich besagt, daß die Lichtgeschwindigkeit c unabhängig von der Bewegung der Lichtquellen sein soll und von Albert Einstein als zweites Postulat seiner 1905 begründeten Speziellen Relativitätstheorie vorangestellt worden ist. Aus diesem Widerspruch ergibt sich die bemerkenswerte Feststellung, daß das inzwischen längst bestätigte Einsteinsche Prinzip der Äquivalenz von Masse und Energie aufgrund der zweiten Voraussetzung der Speziellen Relativitätstheorie als ungültig oder falsch zu erklären ist, obwohl dieses Prinzip als eine der wichtigsten Konsequenz der Speziellen Relativitätstheorie gefolgert wird. Damit aber besteht nicht nur ein Widerspruch bezüglich der Postulate, sondern ein Widerspruch der Speziellen Relativitätstheorie in sich.

Ebenso bemerkenswert ist die Tatsache, daß das grundlegende Einsteinsche Prinzip der Äquivalenz von Masse und Energie auch in der bisherigen Denkweise der klassischen Theorie im Falle der Lichtausbreitung nicht berücksichtigt wird:

Die bisherige klassische Denkweise geht im Falle bewegter Lichtquellen (4) (5) von dem linearen Dopplerausdruck

$$\lambda_{\varphi}^* = \left(1 + \frac{v}{c} \cos \varphi\right) \lambda_0 \quad (1.2)$$

aus, der fälschlicherweise als der im klassischen Bereich gültige optische Dopplereffekt angesehen wird, aber den Dopplereffekt einer asymmetrischen Wellenausbreitung beschreibt (Bild 1.2).

Wie die Modellvorstellung des Bildes 1.2 sehr deutlich zeigt, erfahren danach die Lichtwellen in ihrer Eigenschaft als Masse völlig unbegründet eine nicht zu erklärende Beschleunigung in entgegengesetzter Bewegungsrichtung der Lichtquelle Q . Da man heute sehr genau weiß, daß es keinen Äther als Trägermedium der Lichtwellen gibt, gibt es auch keine Kraft, welche den Lichtwellen irgendeine Beschleunigung erteilen könnte. Ein

solches Verhalten würde daher dem Trägheitsgesetz widersprechen.

Wenn man das Prinzip der Äquivalenz von Masse und Energie gelten lassen will, besitzt Licht die Eigenschaft von Masse und muß wie jede andere Masse dem Trägheitsgesetz gehorchen. Eine Lichtausbreitung entsprechend der Modellvorstellung des Bildes 1.2 widerspricht daher dem Prinzip der Äquivalenz von Masse und Energie und ist nach klassischen Gesichtspunkten falsch.

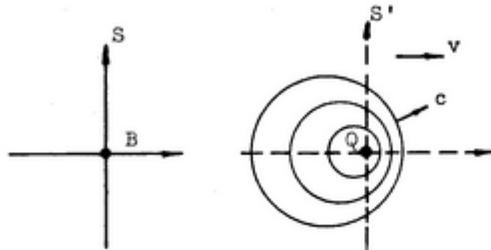


Bild 1.2

Die relativistische Beschreibung der Lichtausbreitung geht bekanntlich vom Prinzip der absoluten Konstanz der Lichtgeschwindigkeit c aus, wonach diese unabhängig von der Relativgeschwindigkeit v der Lichtquelle, immer gleich c sein soll. Wie man leicht zeigen kann, führt diese Bedingung ebenfalls auf die Modellvorstellung des Bildes 1.2 einer asymmetrischen Lichtausbreitung. Der aus den Lorentz-Transformationen abgeleitete relativistische Dopplereffekt lautet bekanntlich

$$\lambda_{\text{rel}}^* = \frac{1 + \frac{v}{c} \cos \varphi}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \lambda_0 \quad (1.3)$$

und geht nach den Regeln der Speziellen Relativitätstheorie für $v \ll c$ in den klassischen Ausdruck (1.2) der asymmetrischen Wellenausbreitung über,

$$\lambda_{\text{class}}^* = \left(1 + \frac{v}{c} \cos \varphi\right) \lambda_0 \quad (1.2)$$

die aber, wie soeben beschrieben wurde, dem Prinzip der Äquivalenz von Masse und Energie widerspricht. Dann aber widerspricht auch die relativistische Darstellung dem Prinzip der Äquivalenz von Masse und Energie, und ist ebenfalls falsch. Die relativistische Idee bedeutet, wie sogleich gezeigt wird, an sich nichts anderes, als den Versuch, eine asymmetrische Wellenausbreitung (1.2) einer kugelsymmetrischen Wellenausbreitung (1.1) anzunähern. Diese Aussage wird sofort deutlich, wenn man die Verhältniswerte λ^* / λ_0 der Dopplerausdrücke (1.1), (1.2) und (1.3) über dem Geschwindigkeitsverhältnis v/c in einer Graphik aufträgt (Bild 1.3).

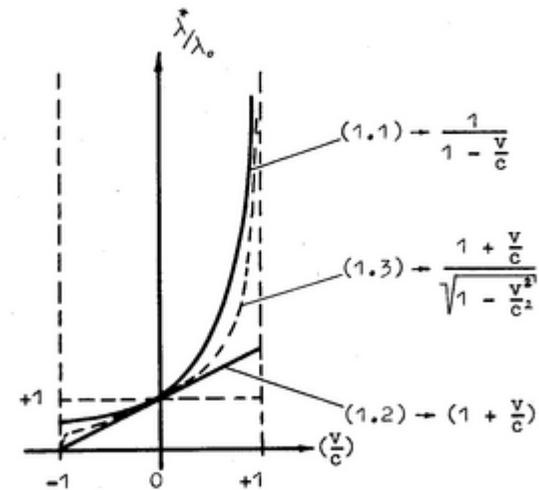


Bild 1.3

Die obere ausgezogene Kurve (1.1) ist stellvertretend für kugelsymmetrische und die untere ausgezogene Gerade (1.2) ist stellvertretend für asymmetrische Wellenausbreitung. Die gestrichelte Kurve (1.3) entspricht der relativistischen Beschreibung. Sie verläuft als Mittelwert genau zwischen

kugel- und asymmetrischer Wellenausbreitung. Bildet man für $\varphi = 0^\circ$ aus den Dopplerausdrücken (1.1): $\lambda' = \frac{1}{1 - \frac{v}{c}} \lambda_0$ und (1.2): $\lambda' = (1 + \frac{v}{c}) \lambda_0$

den geometrischen Mittelwert,

$$\sqrt{\frac{1}{1 - \frac{v}{c}} \lambda_0 \cdot (1 + \frac{v}{c}) \lambda_0} = \sqrt{\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}} \lambda_0 = \sqrt{\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \lambda_0 \quad (1.3)$$

so erhält man einen Ausdruck, der nichts anderes, als der vorne genannte, sich aus den Lorentz-Transformationen ergebende relativistische Dopplerausdruck (1.3) ist. Damit steht unumstritten fest, daß der relativistische Dopplerausdruck (1.3) mathematisch ein Mittelwertausdruck ist, der eine asymmetrische Wellenausbreitung (1.2) an eine kugelsymmetrische Wellenausbreitung (1.1) anzunähern versucht. Da die wahre Natur der Lichtausbreitung entsprechend dem Relativitätsprinzip eine kugelsymmetrische sein muß, darf gesagt werden, daß der relativistische Dopplereffekt (1.3) die Erfahrung auch nur so gut beschreibt, wie gut der Ausdruck (1.3) eine Näherung zu (1.1) ist.

Eine der bekanntesten Erfahrungen auf diesem Gebiet ist der im Experiment auftretende quadratische Dopplereffekt, der an Kanalstrahlen bereits vielfach nachgewiesen worden ist. Ives, Stilwell und Otting haben den quadratischen Dopplereffekt in aufwendigen Experimenten mit einer erstaunlichen Genauigkeit gemessen, so daß experimentell sehr genau bestimmt werden kann, ob der Ausdruck (1.1) entsprechend bei Berücksichtigung des Prinzips der Äquivalenz von Masse und Energie oder der Ausdruck (1.3) entsprechend den relativistischen Vorstellungen im Falle der Lichtausbreitung als gültig erklärt werden muß.

In Bild 1.3 stellt die Differenz zwischen der Kurve (1.1) und der Geraden (1.2) die Größe des klassischen Aspekten entsprechenden quadratischen Dopplereffektes bei Berücksichtigung des Prinzips der Äquivalenz von Masse und Energie dar, und die Differenz zwischen der Kurve (1.3) und

der Geraden (1.2) stellt die Größe des relativistischen quadratischen Dopplereffektes dar. Wie in Kapitel 2 dieses Buches gezeigt werden wird, bestätigen die Meßergebnisse von Ives, Stilwell (1) und Otting (2) den quadratischen Dopplereffekt, der sich bei Berücksichtigung des Prinzips der Äquivalenz von Masse und Energie als Differenz aus der Kurve (1.1) und der Geraden (1.2) ergibt, haargenau, während die Meßergebnisse mit dem relativistischen quadratischen Dopplereffekt, der sich als Differenz aus der Kurve (1.3) und der Geraden (1.2) ergibt, keine Übereinstimmung zeigen.

In sehr überzeugender Weise wird in Kapitel 2 dargelegt, daß die Größe des quadratischen Dopplereffektes in einem ganz erheblichen Maße von der Divergenz des Kanalstrahls, die infolge elektrischer Abstoßungskräfte der H^+ -Ionen auftritt, bestimmt wird, die aber in bisherigen Interpretationen noch nie zur Sprache gekommen ist. Wie Billing (3) in seiner Arbeit nachgewiesen hat, und wie auch in Kapitel 2 aus den Meßergebnissen von Ives und Stilwell (1) und Otting (2) nachgewiesen wird, ist ein wirksamer Kanalstrahl-Öffnungswinkel je nach angelegter Spannung der hier zur Rede stehenden Kanalstrahl-Experimente von $0,8^\circ$ bis ca. $1,3^\circ$ existent, der in dieser Größenordnung einen so stark verkleinernden Einfluß auf die Größe des quadratischen Dopplereffektes ausübt, daß dieser im relativistischen Falle nahezu ganz verschwinden müßte.

Die vorne aufgezeigten Widersprüche bezüglich der in der Speziellen Relativitätstheorie als Postulate aufgestellten Prinzipien, sowie der an Kanalstrahlen soeben geschilderte experimentelle Befund führen zu dem folgenden, einzig möglichen Schluß: Berücksichtigt man à priori das Prinzip der Äquivalenz von Masse und Energie in den Voraussetzungen einer Rela-

Anm. zu den Ausdrücken (1.1) bis (1.3): Es hat sich aus Gründen, die aus den weiteren Darstellungen noch ersichtlich werden, als zweckmäßig erwiesen, die Dopplersche Wellenlängenänderung mit "Stern" zu kennzeichnen und die üblichen mit "Strich" bezeichneten Größen den Koordinatentransformationen vorzubehalten. (Indiz "RT": relativistisch)

tivitätstheorie, indem man das bisherige Prinzip der absoluten Konstanz der Lichtgeschwindigkeit c als zweites Postulat der Speziellen Relativitätstheorie durch das Prinzip der Äquivalenz von Masse und Energie ersetzt, so eröffnet sich damit ein ganz neuer Aspekt: Man erhält unter Beibehaltung des bisherigen Relativitätsprinzips als erstes Postulat, eine neue Relativitätstheorie, die in überraschend einfacher und verständlicher Weise alle bisher nicht zu erklärenden Erfahrungen beschreiben kann und deren Aussagen und Konsequenzen unserem menschlichen Vorstellungsvermögen voll und ganz entsprechen.

Es ist das grundlegende Thema dieses Buches, die aus dieser neuen Theorie sich ergebenden Aussagen aufgrund experimenteller Ergebnisse an Kanalstrahlen zu bestätigen, so daß die bisher geltenden Ausdrücke der Speziellen Relativitätstheorie zwangsläufig als widerlegt gelten müssen. Die Durchführung dieser Beweise gelingt ohne irgendwelche Widersprüchlichkeiten auf exakter Grundlage. Es ist das vornehmliche Ziel dieses Buches, die auf diesem Wege neu gewonnenen Erkenntnisse in einer überzeugenden Weise dem nach Wahrheit suchenden Naturwissenschaftler zu vermitteln.

In Anbetracht der großen Popularität, welche die Spezielle Relativitätstheorie heute genießt, ist die soeben gemachte Aussage von ungeheurer Bedeutung für die gesamte Physik. Daher werden der experimentelle Gültigkeitsbeweis des nichtlinearen Dopplerausdruckes (1.1) und die damit verbundene Widerlegung der Speziellen Relativitätstheorie in Kapitel 2 einen sehr breiten Raum einnehmen. Dabei werden auf Verständlichkeit und exakte Darstellung allergrößter Wert gelegt.

In Kapitel 3 wird die Neue Relativitätstheorie beschrieben, die sich aufgrund der neu aufgestellten Postulate ergibt. Es zeigt sich, daß bei der Anwendung des Prinzips der Relativierung auf die Zeit zwei relative Zeitbegriffe definiert werden müssen, wenn man Vorgänge in gegeneinander bewegten Bezugssystemen exakt beschreiben will. Es sind dies die relative Ereigniszeit (Ereigniszeitpunkt) und die relative Zeitdauer eines Vorgan-

ges, deren mathematische Verknüpfung auf ein neues Prinzip führt. Im zweiten Teil dieses Kapitels werden schließlich die neuen Aussagen mit den relativistischen Aussagen der Lorentz-Transformationen verglichen, wobei man auf eine sehr bemerkenswerte und aufschlußreiche Feststellung bezüglich der relativistischen Zeitdilatation und andere Konsequenzen der Speziellen Relativitätstheorie stößt.

In Kapitel 4 wird schließlich die Neue Relativitätstheorie mit den bekanntesten Erfahrungsbeispielen auf diesem Gebiet konfrontiert. Man wird mit einer gewissen Erleichterung aufnehmen, daß alle Beispiele ohne besondere Gedankenanstrengung auf eine einfache natürliche Weise erklärt werden können.

Das vorliegende Buch soll und kann keine umfassende Darstellung der Neuen Relativitätstheorie sein. Es sieht zunächst seine Aufgabe darin erfüllt, die Spezielle Relativitätstheorie mit ihren für menschliches Denkvermögen nicht zu begreifenden Konsequenzen nicht nur experimentell zu widerlegen, sondern durch eine besser beschreibende Neue Relativitätstheorie zu ersetzen, welche die betreffenden Erfahrungen nicht nur genauer, sondern auch verständlicher erklären kann.

So ist das große Gebiet der Allgemeinen Relativitätstheorie nur kurz angeschnitten worden, einmal, weil es den Rahmen des hier gestellten Themas sprengen würde, vor allem aber auch deswegen, weil die bisher von der Speziellen Relativitätstheorie getrennte Allgemeine Relativitätstheorie, die in ihrem Sinn nach eine Gravitations-Theorie ist, aufgrund der neu aufgestellten Postulate *à priori* mit in die Neue Relativitätstheorie einbezogen werden kann. Dieser umfangreiche Stoff ist in einer größeren Darstellung niedergelegt worden, zu welcher das vorliegende Buch lediglich das aufgestoßene Tor sein will, durch das der Weg zu dieser neuen Physik hinführt.