

Reinhard Rohmer

# **Einstein in der Kritik**

**Eine für jeden interessierten Menschen  
leicht verständliche Darstellung,  
warum die Relativitätstheorie physikalisch grundfalsch ist,  
obwohl sie sich mathematisch in der Technik mit hoher  
Präzision bewährt. Gezeigt an Originaltexten Einsteins.**

**Dipl.-Ing. (FH) Reinhard Rohmer**

Dornbuschweg 22  
70771 Leinfelden-Echterdingen

Fax: 07 11/75 60 870  
E-Mail: [biodenke@web.de](mailto:biodenke@web.de)

© Urheberrecht

Diese Schrift darf im Rahmen des Urheberrechts auszugsweise für Studien- und Unterrichtszwecke kopiert werden. Jede darüber hinausgehende Vervielfältigung ist nur nach Absprache mit dem Verfasser möglich.

März 2008

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung</b>	<b>4</b>
-------------------	----------

## Teil 1

### **Die Spezielle Relativitätstheorie im Wortlaut von Einsteins Vortrag „Die Relativitäts-Theorie“, 16. Januar 1911**

<b>1. Einsteins falsches „Relativitätsprinzip“</b>	<b>16</b>
Kommentar 1	16
<b>2. Einstein über das angeblich „furchtbare Dilemma <math>c - v</math> und <math>c + v</math>“</b>	<b>17</b>
Kommentar 2, 3	17
<b>3. Einsteins Leugnung der „Absolutbewegung“</b>	<b>18</b>
Kommentar 4	18
<b>4. Einsteins verfehlte Kritik an unserem „Zeitbegriff“</b>	<b>19</b>
Kommentar 5	19
<b>5. Einsteins merkwürdige „Zeit eines Ereignisses“ und wie er das Wort „Lichtlaufzeit“ unterschlägt</b>	<b>19</b>
Kommentar 6, 7	20
<b>6. Einsteins „merkwürdige Vorschrift, nach welcher alle Uhren gerichtet werden müssen“ oder die sogenannte „Synchronisation der Uhren“</b>	<b>20</b>
Kommentar 8, 9, 10	20
<b>7. Einsteins seltsame Zweifel an unserem „Wissen über die Gestalt und Länge eines Körpers“</b>	<b>21</b>
Kommentar 11	21
<b>8. Einsteins sogenannte „Längenkontraktion“</b>	<b>22</b>
Kommentar 12	22
<b>9. Einsteins sogenannte „Zeitdehnung“</b>	<b>22</b>
Kommentar 13	23
<b>10. Einsteins „drolligste Sache“ oder das sogenannte „Zwillingsparadoxon“</b>	<b>23</b>
Kommentar 14	23
<b>11. Einstein über „Minkowskis 4-dimensionalen Raum“ („Raumzeit“)</b>	<b>24</b>
Kommentar 15	25
<b>12. Einstein über die „Bedeutung der Relativitätstheorie für die Physik“</b>	<b>25</b>
Kommentar 16, 17	26
<b>13. Einstein über „träge Masse und Energieinhalt eines Körpers“ (<math>E = m \cdot c^2</math>) und die „Grundbegriffe naturwissenschaftlichen Denkens“</b>	<b>26</b>
Kommentar 18	26

## Teil 2

### Die Relativitätstheorie im Wortlaut von Einsteins Arbeiten aus den Jahren 1905, 1909 und 1917

<b>14. Einsteins richtige (1909) und falsche Theorie vom „Lichtteilchen“ (1917)</b>	<b>29</b>
Kommentar 19	29
Kommentar 20	30
<b>15. Einsteins seltsame „Definition der Gleichzeitigkeit“, 1905</b>	<b>30</b>
Kommentar 21	30
<b>16. Einstein über den „Übelstand einer vom Beobachter nicht unabhängigen Zeit“, 1905</b>	<b>31</b>
Kommentar 22	31
<b>17. Einsteins falsches „Relativitätsprinzip“ und die Unterschlagung des Wortes „Lichtlaufzeit“, 1905</b>	<b>31</b>
Kommentar 23, 24	31
<b>18. Einsteins sogenannte „Relativität der Gleichzeitigkeit“, 1905</b>	<b>32</b>
Kommentar 25	32
<b>19. Einsteins unlogische Herleitung der „Lorentz-Transformation“, 1917</b>	<b>32</b>
Kommentar 26	33
Kommentar 27	35
<b>20. Einsteins unkorrekte Darstellung der „Galilei-Transformation“, 1917</b>	<b>35</b>
Kommentar 28	35
<b>21. Einsteins falsches „Additionstheorem der Geschwindigkeiten“, 1905</b>	<b>36</b>
Kommentar 29	36

## Teil 3

### Die Relativitätstheorie an der Universität

<b>22. Die „Einsteinschen Postulate“ im Lehrbuch „Physik“ von Paul A. Tipler</b>	<b>37</b>
Kommentar 30	37
<b>23. „Additionstheorem der Geschwindigkeiten“ (und „Fizeau-Versuch“) im Lehrbuch „Gerthsen Physik“ von Helmut Vogel</b>	<b>37</b>
Kommentar 31	38
<b>24. „Relativität der Gleichzeitigkeit“ im Lehrbuch „Gerthsen Physik“ von Helmut Vogel</b>	<b>38</b>
Kommentar 32	38
<b>25. „Zeitdehnung“ in den Lehrbüchern von Tipler und Vogel</b>	<b>39</b>
Kommentar 33	39
Kommentar 34	39
<b>26. „Längenkontraktion“ im Lehrbuch „Physik“ von Paul A. Tipler</b>	<b>40</b>
Kommentar 35	40

<b>27. „Zwillingsparadoxon“ in den Lehrbüchern von Paus, Vogel und Tipler</b>	<b>40</b>
Kommentare 36-39	40
<b>28. „Geschwindigkeitsabhängigkeit der Masse“ im Lehrbuch „Physik in Experimenten und Beispielen“ von Hans J. Paus</b>	<b>41</b>
Kommentar 40, 41	41
<b>Schlusswort</b>	<b>43</b>
<b>Verzeichnis der Arbeiten Einsteins zur Speziellen Relativitätstheorie</b>	<b>45</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>46</b>

## Einführung

*Wie die Relativitätstheorie entstand und sich durchsetzte, obwohl sie – so wie sie von Einstein dargestellt und an den Universitäten gelehrt wird – physikalisch grundfalsch ist.*

Einer der Vorkämpfer der Relativitätstheorie, der Mitgestalter der von Planck und Einstein begründeten Quantentheorie, Max Born, schreibt in der Einleitung zu seinem weit verbreiteten Buch „Die Relativitätstheorie Einsteins“ 1920:

Die Relativitätstheorie sollte streng genommen nicht mit einem bestimmten Datum und einem bestimmten Namen verbunden werden. Sie lag um 1900 sozusagen in der Luft, und mehrere große Mathematiker und Physiker – um nur einige Namen zu nennen: LARMOR, FITZGERALD, LORENTZ, POINCARÉ – waren im Besitze von wichtigen Ergebnissen. Im Jahre 1905 gab EINSTEIN eine neue Begründung der Theorie mit Hilfe sehr allgemeiner Prinzipien, und einige Jahre später entwickelte HERMANN MINKOSWIKI ihre endgültige logische und mathematische Darstellung.

Der Grund dafür, daß gewöhnlich EINSTEINS Name allein mit der Relativitätstheorie verbunden wird, ist die weitere Entwicklung: seine Arbeit vom Jahre 1905 war nur der erste Schritt zu einer noch tiefer dringenden „allgemeinen Relativitätstheorie“, die eine neue Theorie der Gravitation einschloss und unsere Vorstellungen vom Aufbau des Universums auf eine völlig neue Basis stellte.

Die „spezielle Relativitätstheorie“ vom Jahre 1905 kann mit gleichem Rechte als das Ende der klassischen Periode oder als der Beginn eines neuen Zeitalters der Physik angesehen werden. ... Sie unterwirft die von NEWTON aufgestellten Axiome über Raum und Zeit einer scharfen Kritik und ersetzt sie durch neue, revolutionäre Begriffe. So hat EINSTEINS Begründung der Relativitätstheorie neue Wege für das Denken über Naturerscheinungen gewiesen. Heute sehen wir dies als EINSTEINS hervorragendste Leistung an, durch die sich sein Beitrag von den Arbeiten seiner Vorgänger unterscheidet und moderne Naturforschung von der älteren, klassischen.

Die „von Newton aufgestellten Axiome über Raum und Zeit“ sind nichts anderes als unsere durch Erfahrung gewachsenen Vorstellungen von der Natur von Raum und Zeit. An ihnen gibt es nichts zu kritisieren. Einsteins „neue revolutionäre Begriffe“ sind sämtlich falsch.

Borns überaus positive Bewertung der Leistung Einsteins ist die übliche. Man kann sich nur wundern, wie es dazu kommen konnte. Anhand von Originaltexten Einsteins zeige ich in drei Teilen, dass sie unhaltbar ist:

Teil 1: *Die Spezielle Relativitätstheorie im Wortlaut von Einsteins Vortrag „Die Relativitätstheorie“, 16. Januar 1911.*

In ihm werden die Kernaussagen dieses so gut wie unbekanntem Vortrags zitiert und kommentiert. Ich stelle ihn an den Anfang meiner Kritik, weil er von all den in weiten Teilen unverständlichen Arbeiten Einsteins zur Speziellen Relativitätstheorie am leichtesten zu verstehen ist und weil *nur er!* das sogenannte „Zwillingsparadoxon“ enthält, in dem die Theorie gipfelt. Einstein bezeichnet diese Geschichte als „die drolligste Sache“. Er erwähnt sie später nie wieder. Offensichtlich wollte er sich von ihr distanzieren.

Teil 2: *Die Relativitätstheorie im Wortlaut von Einsteins Arbeiten aus den Jahren 1905, 1909 und 1917.*

In ihm werden die im ersten Teil noch fehlenden Kernaussagen Einsteins zitiert und kommentiert.

Teil 3: *Die Relativitätstheorie an der Universität*

In ihm werden Einsteins Kernaussagen, wie sie in den heutigen Lehrbüchern stehen, zitiert und kommentiert.

Die drei Teile bestehen aus zusammen 28 kurzen Kapiteln mit 41 kurzen Kommentaren. Kein Kernpunkt wird übergangen.

Physikalische Theorien bestehen aus Mathematik und Physik, aus Formeln und den physikalischen Begründungen für diese Formeln. So kann es sein, dass die Physik einer Theorie richtig ist und ihre Formeln falsch sind, was durch Experimente aber meistens schnell festgestellt wird, wenn die Berechnungen die Ergebnisse der Experimente nicht richtig voraussagen.

Es kann aber auch sein, dass die Formeln richtig sind und die Physik (Naturphilosophie) falsch ist. Das ist bei der Relativitätstheorie der Fall. Ihre Mathematik hat sich in Experiment und Technik (Erdvermessung, GPS, Hochenergiephysik) bewährt. So konnte sich Einsteins Physik durchsetzen und bis heute gegen alle Kritik behaupten. GPS ist die Abkürzung für global positioning system, digitales Satellitennavigationssystem. Mit Hilfe eines Rechners, der über eine kleine Antenne die Zeitdaten der GPS-Satelliten empfängt, kann die eigene Position ermittelt werden. Aus den *Laufzeitmessungen* von vier Satellitensignalen (sowie einiger Kontroll- und Korrekturdaten) lässt sich die Position des GPS-Empfängers errechnen.

Das Wort *Signallaufzeit*, bzw. *Lichtlaufzeit* ist für das Verständnis der Relativitätstheorie von entscheidender Bedeutung. Einstein benutzt es in keiner seiner Arbeiten auch nur ein einziges Mal. Das kann kein Zufall sein und lässt an seiner Ehrlichkeit zweifeln. Er umschreibt es immer nur. Er spricht immer nur von der *Lichtgeschwindigkeit*. Zwar ist die *Lichtlaufzeit* von der Lichtgeschwindigkeit (und der Entfernung) abhängig, aber *Zeit* und *Geschwindigkeit* sind natürlich etwas ganz Verschiedenes.

Die Befürworter der Relativitätstheorie argumentieren nach der naiven Formel: die Mathematik dieser Theorie funktioniert, also ist auch ihre Physik richtig. Dabei ist viel Opportunismus im Spiel. Man verschließt gern die Augen, wenn es unbequem wird. Hinzu kommt, dass die Studierenden und damit die Professoren der nächsten Generation, Originaltexte Einsteins gar nicht zu Gesicht bekommen. Ihre Lehrbücher sind didaktisch im Sinne von „friss Vogel oder stirb“ aufbereitet. Sie bestehen nur aus Formeln und Unterweisungen, diese zu handhaben. Ein Verständnis der Erscheinungen, ein Verständnis der Natur vermitteln sie nicht, auch kaum einen Einblick in die historische Entwicklung.

Der Physik-Historiker Karoly Simonyi schreibt in seiner beeindruckenden „Kulturgeschichte der Physik“ über die Entstehung der Relativitätstheorie:

Dem Anschein nach läßt sich leicht feststellen, wann die Relativitätstheorie geboren wurde. In Lexika, populärwissenschaftlichen Arbeiten und sogar in Physiklehrbüchern können wir lesen: „Die Relativitätstheorie wurde 1905 von EINSTEIN geschaffen“. Wenn wir ihr EINSTEINS 1905 erschienene Arbeit *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* zugrundelegen, dann erscheint uns diese Aussage richtig, denn in dieser Arbeit wird auf keine einzige vorhergehende Arbeit zu dieser Thematik verwiesen. Um so auffallender ist es, daß die Formeln für die Transformation der Koordinaten zweier gleichförmig und geradlinig gegeneinander bewegter Koordinatensysteme, die das wohl physikalisch wichtigste Ergebnis dieser Arbeit ausmachen, als *Lorentz-Transformation* bezeichnet werden. (Simonyi, 2001, S. 397)

Wie das „Zwillingsparadoxon“ der physikalische (naturphilosophische) Kern der Relativitätstheorie ist, so ist die *Lorentz-Transformation* ihr mathematisches Herzstück. Sie ist ein aus vier einfachen Gleichungen bestehendes Gleichungssystem: drei Gleichungen für die drei *Raumkoordinaten*  $x$ ,  $y$ ,  $z$  zweier sich gegeneinander bewegender Körper in Bezug auf einen Lichtsender (Sender elektromagnetischer Wellen) und eine Gleichung für die *Lichtlaufzeit* vom Sender zu einem dieser beiden Körper. *Raumkoordinaten* und *Lichtlaufzeit* - hier haben wir *Raum* und *Zeit*, um die es in der Relativitätstheorie (neben dem Begriff *Masse*) vorrangig geht.

Bei genauer Durchsicht der Arbeiten Einsteins fällt auf, dass er, wie schon gesagt, in keiner einzigen das Wort „Lichtlaufzeit“ benutzt. Die Tabuisierung dieses Wortes, nicht nur bei Einstein sondern auch in den Lehrbüchern, ist die wesentliche Ursache dafür, dass die Relativitätstheorie nicht verstanden wird. In keinem der vier in meinem Teil 3 zitierten Lehrbücher steht es im Sachverzeichnis. Nur in der Kosmologie ist allenthalben von „Lichtjahren“ die Rede. Da ist das Licht ein Jahr unterwegs.

Schon lange vor der „Lorentz-Transformation“ gab es die „Galilei-Transformation“. In ihr kommt das Licht (die elektromagnetische Welle) und damit eine Lichtlaufzeit noch nicht vor. Statt des Lichtsenders gibt es in ihr nur einen *Ort* (Bezugspunkt), auf den die Koordinaten  $x$ ,  $y$ ,  $z$  der beiden Körper bezogen sind. Die Lorentz-Transformation ist die Weiterentwicklung der Galilei-Transformation.

Sie ist aber nicht das „Ergebnis“ der Relativitätstheorie, wie Simonyi oben schreibt und wie es allgemein dargestellt wird, sondern ihre *Grundlage*, ihr *Ausgangspunkt*. Sie war schon vor Einstein da. Deshalb heißt sie auch nicht Einstein-Transformation.

Von wem stammt sie? Man sollte annehmen, von Hendrik Antoon Lorentz (1853 – 1928), dem niederländischen Schöpfer der Elektronentheorie, nach dem sie benannt ist. In dem „Lexikon der Naturwissenschaftler“ eines angesehenen Verlages steht über Lorentz:

„... führte 1895 die  $\rightarrow$  Lorentz-Kraft in die Elektrodynamik ein und schuf die mathematischen Grundlagen (*Lorentz-Transformation*, 1899) für die Relativitätstheorie; ...“ (Spektrum Akademischer Verlag)

Das ist falsch. Die Lorentz-Transformation stammt nicht von Lorentz. Auch das Datum 1899 ist nicht richtig. In dem Lehrbuch „Theoretische Physik“ von Eckard Rebhan, 1999, des selben Verlags, heißt es in seltener historischer Ehrlichkeit:

Nicht übergangen werden soll hier die Tatsache, daß die Lorentz-Transformationen bis auf den richtigen Skalenfaktor schon 1887 von W. Voigt aufgestellt worden waren. ... Voigts Ergebnis wurde von seinen Physikerkollegen allerdings völlig ignoriert. Als es später von anderen wiederentdeckt wurde, hatte die Allgemeinheit den Physiker Voigt vergessen. Lorentz selbst machte allerdings in seinem berühmten, 1909 publizierten Buch „Die Theorie des Elektrons“ auf Voigts Verdienste aufmerksam. ... Es ist interessant, der Frage nachzugehen, wieso man aus den heute als falsch erkannten Äthervorstellungen, die hinter all den bisher besprochenen Arbeiten stehen, dennoch zu den richtigen Transformationsgleichungen gelangen konnte. Um besser einschätzen zu können, wie erstaunlich das ist, wollen wir zunächst das Phänomen des Doppler-Effekts bei Schall und bei Licht vergleichen. ... (Band 1, S. 748)

(Mit „hinter all den bisher besprochenen Arbeiten“ sind Arbeiten von Fresnel (1818), Maxwell (1878), Voigt (1887), Michelson (1881), Fitzgerald (1889), Larmor (1898) und Lorentz (1904) gemeint. Licht wurde in Analogie zum Schall gesehen. Aber im Gegensatz zum Schall bewegt sich das Licht auch durch den luftleeren Raum. Auch kann der Schall verweht werden, das Licht nicht.)

Wir erfahren hier:

1. Der Vater der „Lorentz-Transformation“ ist der deutsche Physiker Woldemar Voigt (1850-1919). Er hat die Transformation (bis auf den richtigen Skalenfaktor) schon 1887 hergeleitet.
2. Die „Lorentz-Transformation“ ist aus „heute als falsch erkannten Äthervorstellungen“ hervorgegangen, das heißt: die physikalischen Vorstellungen waren falsch, die Formel bewährte sich aber.

Falsche Äthervorstellung heißt: falsche Vorstellung von der Natur des Lichts. Im Duden heißt es unter „Äther“:

Äther [griech.], 1. (Lichtäther, Weltäther) ursprünglich die hell »strahlende«, als besonders fein und rein angesehene Himmelsluft über der dichteren erdnahen Luftschicht (Empedokles). In der Naturphilosophie des Aristoteles das fünfte, himmlische Element, das im Gegensatz zu den vier irdischen Elementen Erde, Wasser, Luft, Feuer als unwandelbar, von Anfang an vorhanden und unvergänglich sowie als eigenschaftslos angesehen wurde. In der neuzeitlichen Physik (beginnend mit R. Descartes und C. Huygens) diente der Äther als hypothetisches Medium, das die Vermittlung von Fernwirkungen, insbesondere von Gravitationskräften, und die Ausbreitung von Licht erklären sollte.

Das Licht breitet sich mit der enormen Geschwindigkeit von fast 300 000 Kilometern in der Sekunde in dem vom Äther erfüllten (Welt-)Raum aus. Die erste endgültige Fassung der „Lorentz-Transformation“ stammt von dem englischen Physiker Joseph Larmor (1857-1942). Rebhan in seinem Lehrbuch weiter:

„In einer Arbeit des Jahres 1898 mit dem Titel „Äther und Materie“, die 1900 publiziert wurde, hatte J. Larmor schon die vollständigen Transformationsgleichungen ... aufgestellt.“ (Band 1, S. 747)

Erst 1904 publizierte dann Lorentz in einem Übersichtsartikel die endgültige Fassung. Auf Vorschlag des französischen Physikers Henri Poincaré (1853-1912) wurde sie nach Lorentz benannt.

Bei Rebhan haben wir oben gelesen, ich wiederhole:

„...Es ist interessant, der Frage nachzugehen, wieso man aus den heute als falsch erkannten Äthervorstellungen, die hinter all den bisher besprochenen Arbeiten stehen, dennoch zu den richtigen Transformationsgleichungen gelangen konnte.“

Mit Beginn der technischen Revolution war es kein einmaliger Vorgang, dass funktionierende, sich bewährende Formeln aus falschen physikalischen Annahmen oder durch Zufall entstanden. Ursache waren die enormen Fortschritte der Experimentalphysik (Messtechnik), die immer neue Daten für die physikalische Mathematik lieferten. Mit ihnen konnte man mathematisch experimentieren.

Ich will einen früheren Fall erwähnen, der auch aus der Physik des Lichts stammt und in dem es ebenfalls um falsche Äthervorstellungen, d. h. um falsche Vorstellungen von der Natur des Lichts geht. Simonyi schreibt über die erste mathematische Beschreibung einer Lichtwelle durch den französischen Physiker Jean Fresnel (1788-1827):

Bei ihm begegnen wir zum ersten Mal der Darstellung einer Welle in der Form [...], und er hat auch bereits die linear und zirkular polarisierten Wellen mathematisch beschrieben. FRESNEL hat sich eines mechanischen Äthermodells bedient, wobei er annahm, daß der Äther analoge Eigenschaften habe wie die real existierenden Flüssigkeiten oder wie Festkörper. Trotz dieser Annahme ist es ihm gelungen, die richtigen Zusammenhänge für Reflexion und Brechung und sogar für die Wellenausbreitung in Kristallen zu erhalten. („Kulturgeschichte der Physik“, S. 350)

Wohl heiligt der Zweck die Mittel, aber man darf diese Mittel natürlich nur als Hilfsmittel (Analogien) betrachten und mit ihnen nicht eine absurde Physik in die Welt setzen, wie Fresnel, der wörtlich sagte: „Das Licht ist nichts anderes als eine universelle Flüssigkeit.“ Der Physiker Stokes (1819-1903) verstieg sich sogar zu der Idee, den Äther als Festkörper zu betrachten, um das Querschwingen (die „Transversalität“) der Lichtwellen zu erklären.

Ein weiteres Beispiel für die schwierige Beziehung zwischen Physik und Mathematik: Max Born zitierte einmal Niels Bohr mit den Worten:

Vorläufig sind allerdings unsere mathematischen Formeln meist noch klüger als wir; die Formeln entstehen ganz von selbst, die Interpretation aber ist oft schwierig. (aus „Niels Bohr. Leben und Werk eines Atomphysikers“, 1925)

Newton (1643-1727) war (wie Galilei, 1564 - 1642) der Überzeugung, dass Licht aus Teilchen bestehe (Teilchentheorie, Emissionstheorie), was ja auch naheliegend ist, denn woraus sollten die physikalischen Erscheinungen sonst bestehen als aus Materie und Bewegung. Seine Lehre galt über 100 Jahre, bis Young und Fresnel, in Anlehnung an Huygens (1629-1695, er sprach von „Äthermaterie“), zu der Meinung gelangten, Licht sei ein Wellenzug im Äther (Wellentheorie). Fortan sprachen die Physiker vom „Lichtäther“. Das Licht sollte ein Impuls sein, der als Welle den Äther durchläuft (was aber nicht unbedingt ein Widerspruch zur Teilchentheorie sein muss).

Der 26-jährige Patentamtangestellte Einstein (1879-1955) hatte sich von den Lichtäthervorstellungen der offiziellen Lehre frei gemacht und zu einer Rückkehr zur newtonschen Teilchentheorie entschieden. Newton hatte 1704 in „Optik oder Abhandlung über Spiegelungen, Brechungen und Farben des Lichts“ geschrieben:

Bestehen nicht die Lichtstrahlen aus sehr kleinen Körpern, die von den leuchtenden Substanzen ausgesandt werden? ... Die Umwandlung von Körpermaterie in Licht und umgekehrt ist der Vernunft und der Natur, die sich an Verwandlung dieser Art gleichsam zu ergötzen scheint, ganz angemessen. (S. 124)

Im März 1905 ging bei der Fachzeitschrift „Annalen der Physik“ in Berlin Einsteins Arbeit mit dem Titel *Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichts betreffenden heuristischen Gesichtspunkt* (Lichtquantentheorie) ein (heuristisch: für das Verständnis hilfreich). Mit ihr gewann er in der Person Max Plancks (1858-1947) den seinerzeit einflussreichsten deutschen Physiker als Förderer, denn sie brachte für dessen Idee der „Energiequantelung der elektromagnetischen Strah-

lung“ einen ersten Durchbruch. (Quantelung = Portionierung. Energiequanten sind Energieportionen oder mit anderen Worten *Teilchen in Bewegung*).

Planck hatte 1900 für seine, wie er selbst sagte, „glücklich erratene Interpolationsformel“ (wieder ein Beispiel für das Entstehen von Formeln!) mit der Energiequantelung eine physikalische Begründung geliefert, die nun durch Einsteins Lichtquantentheorie gestützt wurde. Sie saßen jetzt in einem Boot.

Im Mai 1905 berichtet Einstein seinem Freund Conrad Habicht über eine andere Arbeit – über die, die ab 1907 Relativitätstheorie genannt wurde:

Sie liegt erst im Konzept vor und ist eine Elektrodynamik bewegter Körper unter Benützung einer Modifikation der Lehre von Raum und Zeit.

Im Juni geht dann bei der Fachzeitschrift „Annalen der Physik“ in Berlin Einsteins Arbeit *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* (die Relativitätstheorie) ein und im September ein Nachtrag zu ihr unter dem Titel *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?*, in der es um Masse, Energie und Licht ( $E = m \cdot c^2$ , Energie = Masse · Lichtgeschwindigkeit<sup>2</sup>) geht.

Diese berühmte Formel geht, wie die Lorentz-Transformation, ebenfalls nicht auf Einstein zurück. Die Physiker und Einstein-Kritiker Georg Galeczki und Peter Marquardt schreiben in ihrem Buch „Requiem für die Spezielle Relativität“, 1997:

Die Beziehung zwischen Masse und Energie begann, so weit sie anhand schriftlicher Quellen zurückverfolgt werden kann, mit *Wilhelm Eduard Weber* [1864, 1868] und hat sich bis etwa 1900 mit den mechanischen Effekten, insbesondere dem Strahlungsdruck *freier* elektromagnetischer Wellen auf Materie befaßt. Der Zusammenhang  $E = mc^2$  zwischen Masse und Energie war 1905 gewiß keine Sensation, weil die Idee, daß Energie Trägheit besitzt, bereits in den Köpfen von *Heaviside, Hasenöhr, Poincaré* existierte. (S. 145)

„Strahlungsdruck“ des Lichts – worin sollte der seine Ursache haben, wenn nicht im Aufprall von Lichtteilchen? Und kann Energie Trägheit besitzen? Sind es nicht allein die Körper (die Teilchen), die Trägheit besitzen? Was ist denn überhaupt *Energie*? Die Physiker schweigen zu dieser Frage! Ist Energie nicht schlicht und einfach Bewegung? Ist nicht die Energie eines Körpers seine Bewegung als Ganzes, zuzüglich der Bewegung der Teilchen aus denen er besteht?

Nun zu der wichtigen Frage: Wie ist Einstein zur „Lorentz-Transformation“ gekommen? Die Antwort: Er hat sie von Voigt, Larmor oder Lorentz abgeschrieben und eine eigene Herleitung für sie zusammengemogelt. Anstelle des „Lichtäthers“, von dem Voigt, Larmor und Lorentz ausgegangen waren, postuliert er das sogenannte „Relativitätsprinzip“ eine willkürliche, falsche Annahme. Er hat die falschen Äthervorstellungen von Voigt, Larmor und Lorentz durch sein unlogisches „Relativitätsprinzip“ ersetzt.

Über die „Lorentz-Transformation“ und deren verschiedene Herleitungen schreiben Galeczky und Marquardt, die sich mit diesem Thema besonders beschäftigt haben:

... Mit ihr begann ein Jahrzehnte dauerndes Ringen um Mißverständnisse, Paradoxien und unzulässige Verallgemeinerungen. ... Sie ist der sorgsam gehütete Gral, an den nicht gerührt werden darf. Gerade dies ist Anlaß genug, ihre Schwächen aufzuzeigen. Diese Schwächen sind eigentlich selbstverständlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß unter der verdächtigen Vielzahl verschiedener früherer Herleitungen nicht eine einzige ohne logische Mängel ist. ... Die Transformation ist immer wieder neu hergeleitet worden, sei es, um Bedenken wegen zugestandener Mängel früherer Herleitungen auszuräumen, oder um ihre Universalität zu demonstrieren, oder um zu zeigen, daß sie unumgänglich ist, auf welchem Wege man sich dem Problem auch nähert. ... Die Vielzahl unterschiedlicher Herleitungen erinnert an die sprichwörtlichen Ausreden, mit denen sich jemand rechtfertigt, der beim Schummeln erwischt wird – auch er bleibt ungerne bei *einem* Argument, womit er unfreiwillig sein erschüttertes Vertrauen in die einzelne Aussage dokumentiert. (S. 61 und 84)

Die „Lorentz-Transformation“ ist nicht ohne Fehler, nicht ohne „logischen Mangel“ herzuleiten. Man kann sie aber richtig (logisch) erklären und Einsteins Fehler (das Relativitätsprinzip) in seiner Herleitung aufzeigen.

Die Relativitätstheorie wurde falsch, weil Einstein nicht zwischen den rein rechnerischen Ergebnissen und der physikalischen Wirklichkeit unterschied, und das tat der 26-jährige Patentamtangestellte nicht, weil er mit Macht beruflichen Erfolg suchte. Er ging mit dem Kopf durch die

Wand. Bekanntheit, Ansehen, wie die großen etablierten Physiker, besaß er nicht. Er hatte nichts zu verlieren. Außerdem enthielt seine grundlegende Arbeit von 1905 noch nicht das „Zwillingsparadoxon“. Zu dieser Absurdität verstieg er sich erst in seinem Vortrag von 1911.

Der Physiker Wolfgang Pauli (1900-1958), Mitentwickler der Quantenmechanik, schrieb einmal in einem Brief, in dem er dem Professor Einstein einen Studenten als Assistent empfahl:

Dieser Student ist tüchtig, aber er begreift nicht klar den Unterschied zwischen Mathematik und Physik. Andererseits ist Ihnen, werter Meister, diese Unterscheidung längst abhanden gekommen. (Ledermann, 1993, S. 252)

Pauli und die anderen theoretischen Physiker (Quantentheoretiker) machten es aber nicht besser. Auch ihnen war diese Unterscheidung abhanden gekommen.

Es ist interessant, was der Einstein-Biograf Carl Seelig über die Hintergründe der Veröffentlichung der grundlegenden Arbeit vom Juni 1905 schreibt:

»Elektrodynamik bewegter Körper.« Diese dreißig Druckseiten umfassende Arbeit, deren Handschrift gleich nach der Veröffentlichung vernichtet wurde, enthält die »Spezielle Relativitätstheorie« als systematische Fortsetzung der Elektrodynamik von Maxwell und Lorentz. ... Nach der Aussage von Einsteins Schwester Maja schickte ihr Bruder diese Arbeit zuerst als Dissertation nach Zürich. Sie wurde jedoch mit der Bemerkung, sie sei zu respektlos gegen ältere Autoritäten, abgelehnt. („Albert Einstein. Leben und Werk eines Genies unserer Zeit“, 1960, S. 113)

Wir wissen nicht, warum die damaligen Herausgeber der „Annalen der Physik“, Paul Drude und Max Planck, Einsteins Handschrift so schnell, bzw. überhaupt vernichtet haben. Darüber lässt sich nur spekulieren, aber man kann wohl davon ausgehen, dass sie (von Planck? und Drude?) verändert wurde. Als Einstein Jahre später in Amerika lebte, hat er die gedruckte Arbeit von Hand abgeschrieben und für gemeinnützige Zwecke versteigern lassen. Da war sie dann wieder da, die „Original-Handschrift“.

Der Physikhistoriker Karl von Meyenn schreibt in „Albert Einsteins Relativitätstheorie“, 1990:

Berühmte Physiker wie Arnold Sommerfeld, Wilhelm Wien, Rudolf Ladenburg und Max von Laue suchten schon in den folgenden Jahren die Verbindung mit dem ungewöhnlichen Mann im Berner Patentamt aufzunehmen, um sich aus erster Hand informieren und inspirieren zu lassen. Von Laue berichtet in seinem „Werdegang“ (1961, S. XXI), wie er bereits im Herbst 1905 durch einen Vortrag Plancks auf Einsteins Relativitätstheorie aufmerksam geworden sei. Im neuen Jahr steht er schon mit ihm im Briefverkehr. Bald war er mit dem Gedankengut der Relativitätstheorie so vertraut, daß er das erste zusammenfassende Lehrbuch über diesen Gegenstand [von Laue, 1911] zu schreiben begann. (S. 3)

Einstein hat eine Reihe von Arbeiten zur Relativitätstheorie verfasst. Im Januar 1917 erschien die erste Auflage seines sogenannten „populären“ Buches *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie. Gemeinverständlich*. Er hat es auf Anregung von Lorentz für die breite Öffentlichkeit geschrieben und wurde in viele Sprachen übersetzt. Heute haben wir die 23. Auflage aber ohne das Wort „Gemeinverständlich“. Das wurde (sicher auf Veranlassung Einsteins) aus dem Titel gestrichen.

Einstein selbst hat gegenüber einer Zeitung einmal zugegeben, dass sein Werk nicht zu verstehen sei. Abraham Pais, Physikhistoriker, Kollege und Gesprächspartner Einsteins in Princeton, berichtet von einem Artikel in der *New York Times* vom 9. November 1919:

Der Artikel schließt wie folgt: „Als er [Einstein] dem Verlag seine letzte wichtige Arbeit anbot, warnte er, daß es auf der ganzen Welt nicht mehr als zwölf Personen gäbe, die sein Werk verstünden, aber die Verleger nahmen das Risiko auf sich.“. Vielleicht wurde diese Geschichte von einem Reporter erfunden, ich halte es allerdings für wahrscheinlicher, daß diese oft zitierte Feststellung tatsächlich auf Einstein zurückgeht und irgendwann im Jahre 1916 datiert, als eine Broschüre (bei Barth in Leipzig) und ein „populäres“ Buch über Relativität (bei Vieweg in Branschweig) veröffentlichte. (Pais, 1986, S. 312)

Ich wiederhole: da warnte Einstein, „daß es auf der ganzen Welt nicht mehr als zwölf Personen gäbe, die sein Werk verstünden“, obwohl er doch ein „populäres“, „gemeinverständliches“ Buch darüber geschrieben hatte.

Im Jahr 1921 äußerte Einstein gegenüber dem Berliner Korrespondenten der Zeitung *Nieuwe Rotterdamsche Courant*:

Ob mir das lächerlich vorkommt, diese hier wie dort festzustellende Aufregung der Massen über meine Theorien, von denen die Leute doch kein Wort verstehen? Es ist komisch und auch interessant zu beobachten. Ich bin sicher, daß es das Mysterium des Nicht-Verstehens ist, was sie so anzieht [...], es beeindruckt sie, es hat die Farbe und die Anziehungskraft des Mysteriösen [...], und dann ist man begeistert und aufgeregt. (Zitiert nach A. Pais, „Ich vertraue auf Intuition“, 1995, S. 196)

Es ist Einsteins Schuld und die seiner unkritischen Förderer und Bewunderer, dass seine Theorien (gemeint sind die Spezielle und die Allgemeine) von „den Leuten“ bis heute nicht verstanden werden. Der Vorwurf des „Augen zu und durch“ trifft alle einflussreichen Förderer der Relativitätstheorie. Autoritäten wie Planck, Lorentz, Minkowski, von Laue, Sommerfeld, Born, Wien, Larmor und all die anderen, die so getan haben, als verstünden sie sie, haben ihre Studenten (die Professoren der nächsten Generation) getäuscht, die im guten Glauben an die Autoritäten und angesichts der mathematischen Erfolge der Theorie, die falsche Lehre wiederum an ihre Studenten (die Professoren der wiederum nächsten Generation) weitergaben. In jungen Jahren schrieb Einstein einmal an seinen väterlichen Freund Jost Winteler:

Autoritätsdusel ist der größte Feind der Wahrheit.

Das war 1901. Da war er noch jung (22) und unverdorben. Dann wurde er selbst zur Autorität und der Autoritätsdusel, der Kult um ihn, den er (in seiner „bescheidenen Art“) geschickt zu mehren verstand (besonders auf seiner Weltreise 1922), nahm ab 1920 geradezu groteske Formen an.

Aber Kritiker haben sich immer wieder gemeldet. Im Jahr 1931 z. B. erschien in Voigtländer's Verlag Leipzig die Schrift „*Hundert Autoren gegen Einstein*“, mit Beiträgen namhafter Wissenschaftler. Sie liefert ein eindrucksvolles Bild der Situation, in der sich die Gegner der Relativitätstheorie damals befanden. Ein Auszug aus dem Vorwort der Herausgeber Israel, Ruckhaber, Weinmann:

Es ist ein in der Geistesgeschichte der Menschheit einzig dastehender Fall, daß eine Theorie als kopernikanische Tat ausgerufen und gefeiert wird, die selbst im Falle ihrer Geltung niemals unser Natur- und Weltbild umzugestalten vermag; in deren Wesen es liegt, so schwer-, ja unverständlich für die Allgemeinheit zu sein, daß ihre Popularität kaum begreiflich erscheint. ... Unbefangenes Denken und unvoreingenommene Wissenschaft haben von Anfang an rebelliert. Haben gewichtigste Zweifel geäußert und Fragen gestellt. Sie wurden mit gänzlich vorbezielenden Wendungen abgetan. ... Anlässlich der Leipziger Zentenarfeier 1922 endlich sahen sich 19 Physiker, Mathematiker und Philosophen zu einem gemeinsamen Protest gezwungen, in dem es u. a. heißt: „*Sie (die Unterzeichneten, darunter Lenard, Gehrcke, Lipsius, Palágyi, Mohorovičič, Fricke, Vogtherr, Kremer, Lothigius) beklagen aufs tiefste die Irreführung der öffentlichen Meinung, mit der die Relativitätstheorie (RTH) als Lösung des Welträtsels angepriesen wird und die man über die Tatsache im unklaren hält, daß viele und auch sehr angesehene Gelehrte der drei genannten Forschungsgebiete die RTH nicht nur als eine unbewiesene Hypothese ansehen, sondern sie sogar als eine im Grunde verfehlte und logisch unhaltbare Fiktion ablehnen.*“

Dies alles wurde kaum bekannt.

Zeitschriften und Zeitungen, die allein die Stimme der Aufklärung und Kritik oder doch wenigstens des Zweifels vor die Hunderttausende zu bringen in der Lage wären, scheinen sich mit verschwindend wenig Ausnahmen verschworen zu haben, jedes, auch das platteste Ja zu bringen, jedem Nein sich zu verschließen. Ähnliches gilt leider auch für die Haltung der Verleger und neuerdings schließt sich der gleichen Parole auch der Rundfunk an. Forscher von größtem Namen wissen hiervon zu berichten. ....

Gerade weil die RTH zu einer Angelegenheit nicht nur der Wissenschaft, sondern der Allgemeinheit geworden ist oder gemacht wurde, gerade

weil sie unser ganzes Weltbild umgestalten will oder soll, hätten ihre Verfechter die Verpflichtung, Rede zu stehen im Dienste der Wahrheit, um die allein es geht.

Zurecht werden hier auch den Medien schwere Vorwürfe gemacht. Man kann sie heute nur wiederholen.

Schnell wurden die Kritiker (unter denen selbst auch Juden waren) von ignoranten Verfechtern der falschen Physik des Juden Einstein als Antisemiten und Pseudo-Wissenschaftler abgetan. Ihre Einwände verhallten ungehört. Was kann man schon gegen einen Heiligen ausrichten, an dessen Werk so viele verdienen und aus dem so viele die Rechtfertigung für ihre irrationale Weltanschauung ziehen? Es war Ende 1919 als er heilig gesprochen wurde. Da wurde die von ihm vorausgesagte Ablenkung der Lichtstrahlen von Sternen durch die Sonne auf der Sonnenfinsternis-Expedition Eddingtons experimentell bestätigt und damit die Richtigkeit (Brauchbarkeit) der Formeln der Allgemeinen Relativitätstheorie (nicht ihrer Physik) bewiesen. Der Physik-Historiker Abraham Pais schreibt:

... Zwei Expeditionen wurden vorbereitet, eine nach Sobral in Brasilien, unter der Führung von Andrew Crommlin vom Greenwich Observatory; und die andere nach der Insel Principe vor der Küste von Spanish-Guinea unter der Leitung von Eddington. Vor seiner Abreise schrieb Eddington:

„Diese Finsternis-Expeditionen werden vielleicht das erste Mal das Gewicht von Licht nachweisen [den Newtonschen Wert]; oder sie werden Einsteins sonderbare Theorie des nicht-euklidischen Raumes beweisen oder sie werden ein Resultat mit noch weiterreichenden Konsequenzen erbringen – keine Ablenkung –.“

„Gewicht von Licht“ – die Worte sind bedeutsam im Zusammenhang mit der Frage nach der Natur des Lichts. Gewicht kann nur haben, was aus Materie besteht. Und den „nicht-euklidischen“, also nicht-dreidimensionalen Raum, gibt es in Wirklichkeit natürlich nicht, nur in den Köpfen der mathematischen Physiker. Sie haben den drei Raumdimensionen einfach die Zeit als „vierte Dimension“ hinzugerechnet. Pais weiter:

... Die Expeditionen kehrten zurück, und die Analyse der Daten setzte ein. ... Dann kam der 6. November 1919, der Tag, an dem Einstein „heilig gesprochen“ wurde.

Bereits seit 1905 war Einstein „selig gesprochen“, hatte er doch zwei erstklassige Wunder vollbracht. [gemeint sind die Spezielle Relativitätstheorie und die Lichtquantenhypothese, Verfasser] Nun, am 6. November, trat bei einer Sitzung der Royal Society und der Royal Astronomical Society die Heiligsprechungskommission zusammen. Dyson agierte als Antragsteller, unterstützt von Crommelin und Eddington als weiteren Fürsprecher. Dyson sprach zuerst und schloß seine Ausführungen mit der Feststellung:

„Nach sorgfältigem Studium der Platten kann ich sagen, daß sie Einsteins Vorhersage bestätigen. Wir haben ein sehr eindeutiges Resultat erhalten, daß das Licht in Übereinstimmung mit Einsteins Gravitationsgesetz abgelenkt wird.“ (S. 306/307)

Jetzt hatte die Stunde der Zeitungen und Zeitschriften geschlagen. Pais schreibt weiter:

.... Blättert man auf Seite 12 der Londoner *Times* vom 7. November 1919, so findet man über der Spalte 6: „Revolution in der Wissenschaft / Neue Theorie des Universums / Newtons Ideen umgestürzt“ (Bild 16-1). In halber Höhe dieser Spalte findet sich der lakonische Untertitel „Raum gekrümmt“. Diese Ausgabe der Londoner *Times* enthält den ersten Bericht, durch den eine kriegsmüde Welt Kenntnis von den Ereignissen bei der Konferenz der Vereinigten Gesellschaften erhielt. Am nächsten Tag publizierte die gleiche Zeitung einen weiteren Artikel über dieses Thema, mit der Überschrift: „Revolution in der Wissenschaft / Einstein versus Newton / Die Meinungen berühmter Physiker“. Wir lesen weiter: „Diese Neuigkeit war gestern im Parlament ein beliebtes Konversationsthema, und Sir Joseph Larmor der Cambridge University, sagte, er sei mit Fragen belagert worden, ob Newton widerlegt

worden sei und ob Cambridge ‚erschöpft wäre.‘ (Hunderte Leute konnten nicht einmal in die Nähe des Saales kommen, in dem Eddington in Cambridge über die neuen Resultate berichtete.) (S. 309/310)

Einstein hat mit der Speziellen Relativitätstheorie seine Fachgenossen und die Öffentlichkeit getäuscht. Er hat den Eindruck erweckt, als stamme die „Lorentz-Transformation“ (diese Bezeichnung benutzte er 1917, in seinem „populären“ Buch, zum ersten Mal) von ihm. Jeglicher Hinweis auf seine Quellen fehlt. Der Physikhistoriker Karl von Meyenn schreibt in „Albert Einsteins Relativitätstheorie“, 1990:

Der Eindruck des Einzelgängers war vor allem durch die spärlichen Literaturangaben in Einsteins frühen Publikationen und durch seine späteren Äußerungen erweckt worden. Viele Beispiele belegen jedoch, daß die nachträglichen Rekonstruktionen auch der hervorragendsten Wissenschaftler oft sehr unzuverlässig sind. ... In diesem Sinne kommt der inzwischen erschienenen Einstein-Biographie von Abraham Pais [1986] und dem ersten Band der großen, etwa auf 40 Bände konzipierten Einstein-Edition [1987] eine herausragende Bedeutung für die Einstein-Forschung zu. ... So hatte Einstein zu diesem Zeitpunkt nicht nur, wie oft angenommen, die entsprechenden Arbeiten von Hendrik Antoon Lorentz, Heinrich Hertz, August Föppl, Ludwig Boltzmann, Hermann von Helmholtz und Gustav Kirchhoff studiert, sondern insbesondere auch Schriften von Paul Drude, Max Planck, Wilhelm Wien und Woldemar Voigt gelesen. (S. 6/7)

Wahrscheinlich auch die Schrift „Äther und Materie“ von Larmor, denn das Patentamt in Bern, bei dem Einstein zu jener Zeit arbeitete, führte alle wichtigen physikalischen Publikationen.

Den Namen Henri Poincaré hat von Meyenn vergessen. Das ist verwunderlich, hat doch der genannte Abraham Pais in seiner wissenschaftlichen Biographie über Poincaré geschrieben:

Sein Aufsatz von 1898, in dem er die naive Verwendung der Gleichzeitigkeit anzweifelte und die Ansprache, die er 1904 in Sant Louis hielt, finden sich in „*La Valeur de la Science*“ (1905), seine Pariser Ansprache von 1900 in „*La Science et l'Hypothèse*“ (1902). Dieses Buch, das als einziges der vier vor 1905 erschien, lasen Einstein und seine Freunde in Bern. ... Einstein und seine Freunde haben diese Schriften Poincarés nicht bloß durchgeblättert. Solovine hat uns eine detaillierte Liste der Bücher hinterlassen, die die Mitglieder der „Akademie“ miteinander lasen. Dabei zeichnet er „*La Science et l'Hypothèse*“ durch die folgende Bemerkung aus: „Dieses Buch beeindruckte uns tief und hielt uns wochenlang gefangen.“ (Pais, 1982, S. 132/133)

Die angeblich „naive Verwendung der Gleichzeitigkeit“ in unserer gewachsenen Sprache wird bei Einstein 1905 zu der falschen Vorstellung von einer „Relativität der Gleichzeitigkeit“. Weitere Begriffe, so auch „Relativitätsprinzip“ und „Synchronisation der Uhren“, stammen von Poincaré. Die mathematische Seite betreffend schreibt Simonyi:

POINCARÉ hat auf LORENTZ' Arbeit aufgebaut und als ausgezeichneter Mathematiker die besonderen Eigenschaften der Lorentz-Transformationen aufgedeckt. ... Mit POINCARÉS Arbeit ist der Aufbau des mathematischen Formalismus der Relativitätstheorie abgeschlossen. (S. 406)

Poincaré wollte bis zu seinem Tode im Jahr 1912 nichts von der Relativitätstheorie wissen. Einstein traf ihn (erstmal und vermutlich auch letztmal) auf dem Solvey-Kongress 1911 und berichtete einem Freund:

Poincaré war (gegen die Relativitätstheorie) einfach allgemein ablehnend, zeigte bei allem Scharfsinn wenig Verständnis für die Situation. (Pais, 1982, S. 170)

Auch Lorentz stimmte mit der Physik der Relativitätstheorie nicht überein, was er aber nicht entschieden genug kundtat. In seinen Vorlesungen 1913 an der Teyler Foundation in Haarlem bekannte er immerhin, dass er „die ältere Deutung der Begriffe“, die der klassischen Physik, „zufrieden stellender“ finde. Er sagte:

Es ist gewiß bemerkenswert, daß die Ideen der Relativitätstheorie, auch diejenigen über Zeit, so rasche Aufnahme gefunden haben.

Die Anerkennung dieser Begriffe betrifft vorwiegend die Erkenntnistheorie ... Sicherlich hängt es weitgehend davon ab, wie man zu denken gewohnt ist, ob man der einen oder der anderen Deutung den Vorzug gibt. Soweit es den Vortragenden betrifft, findet er die ältere Deutung zufriedenstellender, wonach der Äther eine gewisse Substantialität besitzt, Raum und Zeit streng voneinander trennbar sind und Gleichzeitigkeit ohne Einschränkungen definiert werden kann. (Pais 1982, S. 165)

Wir sind alle in gleicher Weise zu denken gewohnt, denn wir sind alle Menschen. Unser Denken ist an der Wirklichkeit gewachsen. In der sind der Raum (Meter<sup>3</sup>) und die Zeit (Sekunde) selbstverständlich voneinander getrennt. Nur in den mathematischen physikalischen Größen Geschwindigkeit (Meter/Sekunde) und Beschleunigung (Meter/Sekunde<sup>2</sup>) sind sie miteinander verbunden – rein rechnerisch.

Gleichzeitigkeit bedeutet für jeden Menschen: *zur selben Zeit*, das heißt: *zum selben Zeitpunkt* oder *im selben Zeitraum*. Von einer „Relativität der Gleichzeitigkeit“ und einer „Relativität von Längen und Zeiten“ zu sprechen, wie Einstein es tut, ist grundfalsch. Die Umdeutungen der physikalischen Begriffe durch Einstein sind reine Willkür im Dienste seiner unlogischen Herleitung der Lorentz-Transformation.

Noch einmal zurück zu dem obigen Zitat aus dem Buch von Meyenn. Die folgenden Worte daraus möchte ich hervorheben, besonders die Worte „oft sehr unzuverlässig“:

Viele Beispiele belegen jedoch, daß die nachträglichen Rekonstruktionen auch der hervorragendsten Wissenschaftler oft sehr unzuverlässig sind. ... In diesem Sinne kommt der inzwischen erschienenen Einstein-Biographie von Abraham Pais [1986] und dem ersten Band der großen, etwa auf 40 Bände konzipierten Einstein-Edition [1987] eine herausragende Bedeutung für die Einstein-Forschung zu. ...

In der Tat kommt der Einstein-Edition „The collected papers of Albert Einstein“ im Hinblick auf die historische und die physikalische Wahrheit herausragende Bedeutung zu. Die Originaltexte vermitteln ein viel differenzierteres Bild als die Darstellung in den Lehrbüchern. Seit 1987 sind von dem auf 25 Bände ausgelegten Werk bisher 10 für die Jahre 1879 bis 1921 erschienen. In ihnen werden Einsteins Arbeiten in Deutsch wiedergegeben, alles andere (Zusatzinformationen, Erläuterungen ect.) in Englisch. Der Band 3 enthält unter anderem den schon erwähnten Vortrag „Die Relativitäts-Theorie“, den Einstein 1911 vor der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft hielt. Noch einmal: *nur er* enthält das „Zwillingsparadoxon“. Es hat der Irrationalität in der Physik mächtig Auftrieb gegeben. Seit langem schon ist es das Lieblingskind der Science-Fiction-Industrie. Mit diesem Unsinn wird viel Geld verdient. Für die Medien kann eine Sache gar nicht verrückt genug sein. Wunder, Sensationen, Skandale, Katastrophen verkaufen sich nun mal am besten.

Einstein hielt diesen Vortrag nicht nur am 16. Januar 1911. Der Einstein-Biograf Carl Seelig schreibt von „Vorlesungen“ Einsteins im Herbst 1911 vor schweizerischen Mathematik- und Physiklehrern:

Ein anderer Zeuge, Ingenieur W. Janicki in Zug, hat im Herbst 1911 als Stenograph an den Vorlesungen teilgenommen, die Einstein in Zürich während eines Fortbildungskurses für die auf Mathematik und Physik spezialisierten schweizerischen Mittelschullehrer in einem dichtbesetzten Hörsaal des physikalischen Institutes hielt. Solange er über die Brownsche Molekularbewegung und die Quantentheorie sprach, blieb das Publikum ruhig. Bei der Darstellung der Speziellen Relativitätstheorie hingegen begann es mehr oder weniger offen zu revoltieren, besonders als Einstein anfang, »aus den aufgestellten Beziehungen die kühnsten Schlußfolgerungen in seinen Gedankenexperimenten zu ziehen und mit unerbittlicher Logik den Anwesenden die verwerflichsten Konsequenzen aus seiner Theorie zuzumuten begann«. Der weißhäuptige Physiklehrer, der neben Janicki saß und bisher mit großem Fleiß alle auf die Wandtafel hingeworfenen Formeln aufgeschrieben hatte, schüttelte nun energisch seine Silbermähne, strich ostentativ die ganze letzte Seite seiner Notizen kreuz und quer durch und versah sie mit einem riesigen Fragezeichen, indem er dazu murmelte: »Der größte Blödsinn, den ich je gehört

habe!« Hierauf kreuzte er mißmutig seine Arme über der Brust und nahm von Einsteins weiteren Ausführungen keine Notiz mehr. (1960, S. 237)

„... mit unerbittlicher Logik die verwegenen Konsequenzen“. Dass seine Physik von Raum und Zeit absurd ist, hat Einstein bald im Stillen selbst eingesehen. Das schließe ich aus der Tatsache, dass er das „Zwillingsparadoxon“ in keiner seiner späteren Arbeiten wiederholt oder auch nur erwähnt und nur ein Jahr später (1912) in einem Brief an den Theoretiker Paul Ehrenfest (1880 – 1933), seinen besten Freund unter den Physikern, schreibt:

Ich gratuliere Ihnen herzlich zu Lorentz' Nachricht. Außer Ihnen würde sich niemand mehr freuen wie ich, wenn Sie nach Holland berufen würden. Sie sind einer der wenigen Theoretiker, denen die Mathematik-Seuche nicht den natürlichen Verstand geraubt hat. („The collected papers of Albert Einstein“, Band 5, Brief vom 30. Juni 1912)

Einstein zählte sich selbst zu diesem Zeitpunkt nicht zu diesen Wenigen. „Die Mathematik-Seuche hat mir den natürlichen Verstand geraubt“, das war es, was er dem Freund hier klagte.

In diese Zeit fällt wohl auch sein Bekenntnis:

Mathematik ist die einzige perfekte Methode, sich selber an der Nase herumzuführen. (zitiert in Carl Seelig, Helle Zeit – Dunkle Zeit, S. 72-73)

Bleiben wir einen Moment bei Ehrenfest. Sein Schicksal ist außerordentlich tragisch. Mit der Relativitätstheorie (und der Quantentheorie) ist er nie fertig geworden. Er musste sie aber lehren. 1933 nahm er sich das Leben, weil er es nicht länger aushielt, seinen Studenten etwas vorzumachen. Einstein war tief betroffen. In seinem Nachruf auf den Unglücklichen sagte er:

Er war ja nicht nur der beste Lehrer unseres Faches, den ich kennen gelernt habe; er war auch leidenschaftlich erfüllt von dem Interesse für Entwicklung und Schicksal der Menschen, insbesondere aber seiner Studenten. ... Die Studenten und Kollegen in Leiden liebten und schätzten ihn, sie kannten seine aufopfernde Hingabe, sein nur auf Dienen und Helfen eingestelltes Wesen. Musste er nicht glücklich sein?

In Wahrheit fühlte er sich jedoch unglücklicher als alle anderen, die mir näher getreten sind. Dies kam daher, dass er sich der hohen ihm gestellten Aufgabe nicht gewachsen fühlte. ... Zu lernen und zu lehren, was man nicht in vollem Maße innerlich bejaht, ist an sich eine schwere Sache, doppelt schwer für einen fanatisch ehrlichen Geist, dem Klarheit alles bedeutet. („Aus meinen späten Jahren“, S. 205, „In memoriam Paul Ehrenfest“, 1934)

Der Physikhistoriker Franco Selleri berichtet von der „überwältigenden Ehrlichkeit“ Ehrenfests, „die sowohl sein Leben, als auch seine Forschung bestimmte. Deshalb wurde er auch von seinen Kollegen als „das Gewissen der Physik“ betrachtet.“ („Die Debatte um die Quantentheorie“, 1990, S. 13) Von dieser Sorte Wissenschaftler gibt es viel zu wenige.

Mit der Relativitätstheorie hat Einstein zur besonderen Freude der Theologen und ihrer Trittbrettfahrer einer Irrationalität, wie wir sie vergleichbar nur von den Religionen her kennen, Tür und Tor geöffnet. Die Irrationalität erfasste auch voll die von Planck und Einstein begründete und von Sommerfeld, Ehrenfest, Born, Schrödinger, Bohr, de Broglie, Pauli, Heisenberg, Jordan, Dirac und anderen weiterentwickelte Quantentheorie. Gegen die wehrte sich aber Einstein (auch Planck und de Broglie). So schrieb er z. B. an Max Born 1924:

Zu einem Verzicht auf die strenge Kausalität möchte ich mich nicht treiben lassen, bevor man sich nicht noch ganz anders dagegen gewehrt hat als bisher. Der Gedanke, daß ein einem Strahl ausgesetztes Elektron aus *freiem Entschluß* den Augenblick und die Richtung wählt, in der es fortspringen will, ist mir unerträglich. Wenn schon, dann möchte ich lieber Schuster oder gar Angestellter in einer Spielbank sein als Physiker. (Sigurd M. Daecke „Worte in Zeit und Raum“, 1991, S. 124)

Die Kausalität ist der unlösbare, strenge Zusammenhang von Ursache und Wirkung – die Grundlage allen Geschehens und unseres Denkens. Wer sie aufgibt, gibt den Verstand auf.

Einsteins Widerstand gegen die antikausalen Ideen in der Quantentheorie war vergeblich. Das erinnert an den Zauberlehrling: „Die ich rief, die Geister, werd' ich nun nicht los.“ Für seinen Beitrag zur Quantentheorie, nicht für die Relativitätstheorie, erhielt er 1921 den Nobelpreis:

Es ist kurios, dass Einstein den Nobelpreis für die von ihm später bekämpfte Quantentheorie und nicht für die Relativitätstheorie bekam, ... (Brockhaus „Nobelpreise. Chronik herausragender Leistungen“, 2001)

Wie konnte es in der Grundlagenwissenschaft Physik so weit kommen? Nun, das funktioniert wie in der Schule: Wenn der Lehrer fragt: „Wer hat das nicht verstanden?“, meldet sich keiner. Keiner will als dümmer erscheinen als die anderen. Immer geht es um die Karriere, um Geld. Max Born schrieb 1920 an Sommerfeld:

Das einzige, was ich jetzt mache, ist die Bearbeitung einiger populärer Vorträge über Relativitätstheorie, die ich herausgeben will; das macht mir Spaß und strengt nicht an. Die Vorträge habe ich im Januar gehalten für Eintrittsgeld und 6000 Mark für mein Institut zusammenbekommen. Mit diesem Geld haben wir das Institut ganz ordentlich in Gang gebracht. („Quantenmechanik und Weimarer Republik“, von Meyenn, 1994, S. 48)

Hinzu kam der Druck von außen, der Druck derer, die auf Wunderglauben nicht verzichten wollen, der Druck der vielen, die von der Irrationalität leben.

Welche Kreise der Irrationalismus der Relativitätstheorie, verstärkt durch die Weltuntergangsstimmung infolge der Niederlage Deutschlands 1918, zog, wird aus folgenden Auszügen aus dem zuletzt zitierten Buch deutlich: Karl von Meyenn zitiert darin den Physikhistoriker Paul Forman. Der zeichnet folgendes Bild von der Situation:

Max von Laue mußte im Sommer 1922 feststellen, daß die Schule von Rudolf Steiner „mit schweren Anklagen gegen die heutige Naturwissenschaft anhebt. Sie wird als schuldig an der Weltkrise [...] hingestellt, in der wir zur Zeit stehen, und das ganze damit verbundene geistige und materielle Elend wird auf ihr Konto geschrieben.“

Ein halbes Jahr danach beklagte sich Max Planck in einer öffentlichen Rede bitter: „Gerade in unserer Zeit, die sich ja doch auf ihre Fortgeschrittenheit so vieles zugute tut, treibt der Wunderglaube in den verschiedensten Formen als Okkultismus, Spiritismus, Theosophismus und wie die vielen Schattierungen alle heißen mögen, in weiten Kreisen Gebildeter und Ungebildeter sein Wesen ärger denn je, und trotz hartnäckig den von wissenschaftlicher Seite gegen ihn gerichteten Abwehrversuchen.“ (S. 71)

Planck beklagte den Wunderglaube der Okkultisten, Spiritisten, Theosophisten usw. Die Theologen nannte er nicht. Die blendete er aus. Aber die sind es doch, die an den Universitäten sitzen. Über 40 Universitäten sind es heute in Deutschland, an denen Theologie gelehrt wird.

In dem von der Bund-Länder-Kommission herausgegebenen Buch „Studien- und Berufswahl. Informationen und Entscheidungshilfen“ heißt es unter „Theologie (evangelisch)“: „*Die evangelische Theologie versteht sich als die methodische Auslegung der christlichen Glaubensinhalte...*“ Und unter „Theologie (katholisch)“ liest man: „*Die katholische Theologie versteht sich als die Wissenschaft von Gott, wie ihn der christliche Glaube vorstellt.*“

Wissenschaft von Gott? Welche Anmaßung! Die Theologie ist keine Wissenschaft. Wissenschaft folgt der Logik, nicht einem Glauben an Wunder und Weissagungen, nicht an die Verwandlung von Brot und Wein in Leib und Blut, nicht an Totenaufweckung, Höllen- und Himmelfahrten, nicht an Engel, Teufel, Hölle, Trinität, Jungfrauengeburt und sonstige Mirakel, die sich irgendwelche Propheten und Priester ausgedacht haben, um Macht über die Menschen zu erlangen. Was sind diese christlichen Glaubensinhalte anderes als Aberglauben? „Religion“ (lateinisch) heißt *Gottesverehrung*, nicht Propheten-, Heiligen-, Reliquien-, Papst-, Priesterverehrung. Gott – das ist das ewige Universum oder, wenn man daran glauben will und kann, der Schöpfer desselben. Es ist die Natur, die uns hervorbringt, uns am Leben hält und uns vergehen läßt.

Trennung von Staat und Kirche heißt Trennung von Wissenschaft und Religion. Die Theologie hat an den Universitäten nichts zu suchen, ein Religionsunterricht nichts an den öffentlichen Schulen. Glaube ist Privatsache.

Theologen, Theosophen, Sektengurus, Spiritisten, Mystiker, Esoteriker, Astrologen und wie sie alle heißen – sie alle verdienen ihr Brot, ihr Geld mit der Irrationalität. Die Priesterkaste war seit jeher Gegner eines vom natürlichen Verstand geprägten Weltbildes. Das Interesse der Kirche

galt nie der Wissenschaft, immer nur dem Machterhalt durch Zensur derselben, wo es um die Grundfragen unserer Existenz geht. Allem Erkenntnisfortschritt in den fundamentalen physikalischen und biologischen Fragen hat sie mit teilweise brutalsten Mitteln entgegengewirkt. Welch eine Verletzung der Menschenwürde, der Menschenrechte. „Die Würde des Menschen ist unantastbar. Sie zu achten und zu schützen ist Verpflichtung aller staatlichen Gewalt.“ (Grundgesetz Artikel 1, Absatz 1). Forman weiter:

Arnold Sommerfeld sprach sichtlich im Namen vieler seiner Kollegen, als er in einem Beitrag für ein Sonderheft über Astrologie in den Süddeutschen Monatsheften fragte: „... Mutet es einen nicht wie ein ungeheuerlicher Anachronismus an, daß im 20. Jahrhundert eine angesehene Zeitschrift sich gezwungen sieht, zur Diskussion über Astrologie anzuregen? Daß weite Kreise des gebildeten oder halb gebildeten Publikums mehr von der Sterndeutung als von der Sternkunde angezogen werden? Daß in München mutmaßlich mehr Menschen von der Astrologie leben als in der Astronomie tätig sind? Sicherlich beruht dieser Anachronismus in Deutschland zum Teil auf dem Elend der Gegenwart. Der Glauben an eine vernünftige Weltordnung ist durch Kriegsausgang und Friedensdiktat erschüttert; also sucht man das Heil in einer unvernünftigen Weltordnung. Aber der Grund muß tiefer liegen, denn auch bei unseren Kriegsgegnern blüht Astrologie, Spiritismus und Christian Science. Wir haben es also wohl wieder mit einer Welle der Irrationalität und Romantik zu tun, wie sie vor hundert Jahren über Europa ging als Gegenwirkung gegen den Rationalismus des 18. Jahrhunderts und seine Tendenz, sich die Erklärung der Welträtsel etwas zu leicht zu machen. Wenn wir uns auch nicht einbilden, diese Welle durch Vernunftgründe aufhalten zu können, so wollen wir uns ihr doch entschieden entgegenwerfen.“

Obwohl die Naturwissenschaftler unabhängig von ihrem speziellen Fach übereinstimmten, dass Irrationalismus und Mystizismus charakteristisch für die Stimmung der Nachkriegszeit waren, so fühlten sich doch die Mathematiker und die theoretischen Physiker mehr als Experimentalphysiker und die Chemiker der öffentlichen und privaten Verachtung ausgesetzt. (Forman S. 72/73)

Die allgemeine Untergangsstimmung erfaßte auch viele Wissenschaftler, wie folgender Zwischenfall nach Adolf von Harnacks Vortrag am 22. Juni 1920 während der vorbereitenden Sitzung zur Gründung der *Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft* belegt (Zierold [1968, S. 16]): „Harnack hatte Spenglers Buch *Der Untergang des Abendlandes* zitiert, das damals im Mittelpunkt der Diskussion stand. Sofort nach ihm meldete sich Hermann Diels, Altphilologe an der Universität Berlin, zu Wort und sagte mit dem Ausdruck der Empörung: *Ich schäme mich für meinen Kollegen, Harnack. Wenn die deutsche Wissenschaft es nötig hat, Hilfe zu suchen bei einem solchen Scharlatan wie Spengler, dann ist sie reif zum Untergang!*“ (von Meyenn, S. 35)

Adolf Harnack (1851-1930) war nicht irgendwer. Er war Theologe und Kirchenhistoriker (Hauptwerk: „Lehrbuch der Dogmengeschichte“ in drei Bänden!, 1886-90) und in seiner Position als Präsident der in Berlin ansässigen *Preußischen Akademie der Wissenschaften* hochoffiziell die wichtigste Instanz in der deutschen Wissenschaft. Seine Sonderstellung gründete in der persönlichen Bekanntschaft mit Kaiser Wilhelm II, aufgrund welcher er jederzeitiger Zutritt zu höchsten Regierungskreisen hatte. Forman weiter:

Die fast religiösen Bekehrungen zur Akausalität, von denen Weyl das früheste Beispiel ist, wurden im Sommer und im Herbst 1921 zu einer allgemeinen Erscheinung in der deutschen physikalischen Gemeinschaft. Wie durch eine große Erweckung eingegeben, trat ein Physiker nach dem anderen vor das allgemeine akademische Publikum, um der satanischen Kausalitätsdoktrin abzuschwören .... (S. 142) Würfte man nichts von den mächtigen antikausalen Regungen im geistigen Milieu der Weimarer Republik und den sozialen Spannungen, denen ein Physiker ausgesetzt war, wenn er vor ein allgemeines akademisches Publikum trat, so wäre es überraschend, wie wenige Physiker sich zur Verteidigung der Kausalität anschickten ... (S. 159) Man erinnere sich daran, daß die Hörerschaft bei den meisten dieser Kausalitätsabsagen in erster Linie die gesamte zu einem Festakt versammelte Universität war. ... (S. 154)

... „die gesamte zu einem Festakt versammelte Universität“ mit ihren Theologieprofessoren, Theologiestudenten und kirchlichen Honoratioren. Zirka 45% der Theologen verdienen als Beamte ihr Geld, ca. 45% als Angestellte. Der „Glaube“ schafft ihnen Lebensunterhalt und Macht. Forman weiter:

Als Wilhelm Wien im Juni 1914 in seiner Eigenschaft als Rektor der Universität Würzburg (an der es noch in den siebziger Jahren 16! Theologie-Lehrstühle gab, Verfasser) die Entwicklung der deutschen Universitäten im vergangenen Jahrhundert rekapitulierte, betonte er nur eine Errungenschaft auf dem Gebiete der Physik und Chemie, nämlich, daß sie „die festen Grundlagen geschaffen, auf denen die Pfeiler unserer Industrie errichtet sind“, und er beschuldigte die Universitäten, versäumt zu haben, die Technischen Hochschulen als technische Fakultäten aufzunehmen. (S. 105) Während des akademischen Jahres 1925-1926 nutzte Wien seine Position als Rektor der Universität München und verteidigte in seinen beiden öffentlichen Ansprachen die Kausalität. Obwohl seine Rektoratsantrittsrede vom November 1925 keinen Hinweis auf den augenblicklichen Stand der Physik enthielt, nutzte Wien die Gelegenheit, um die historische Bedeutung der Kausalität hervorzuheben. (Forman, S. 165)

Selbst der große Mathematiker Hilbert klagte über den vermeintlichen Verfall seiner Wissenschaft: „Es ist ein Jammer, wie in Deutschland sich seit nahezu 6 Jahren niemand findet, der genug Herz und Verstand hat, um den Sturz in den Abgrund abzuwenden“. Der Frankfurter Philosoph Kurt Riezler sprach 1928 von einer „tiefen Revolution“, die an den Grundpfeilern des *wissenschaftlichen* Weltbildes rüttelt. (von Meyenn, S. 35)

Es ist kein „vermeintlicher“ Verfall der Wissenschaft, wie von Meyenn sich hier ausdrückt. Einstein bestritt mit folgenden Worten, dass diese Fehlentwicklung, dieser Verfall, dieser „Sturz in den Abgrund“, etwas mit seiner Relativitätstheorie zu tun hätte:

Es liegt eine eigentümliche Ironie darin, daß viele Menschen glauben, daß die antirationalistische Tendenz unserer Tage an der Relativitätstheorie eine Stütze findet. (Forman, S. 71)

Betroffene Hunde bellen: natürlich fand diese „antirationalistische Tendenz“ ihre Ursache und Stütze in der Relativitätstheorie. Nie zuvor hatte es in der Physik eine vergleichbare Irrationalität gegeben: Da werden (schnell) bewegte Körper, ohne jede Krafteinwirkung, allein aufgrund ihrer Bewegung in Bewegungsrichtung kürzer. Da gehen (schnell) bewegte Uhren, und mit ihnen die Zeit, langsamer. Im „Zwillingsparadoxon“ altern (schnell) bewegte Menschen („lebende Organismen“) allein aufgrund schneller Bewegung langsamer, und wenn sie mit Lichtgeschwindigkeit bewegt werden, altern sie überhaupt nicht mehr. Dann bleibt nach Einstein die Zeit nämlich vollständig stehen. Diese groteske Physik, bzw. Biologie (altern ist ein biologischer, kein physikalischer Vorgang!) wurde von den irrationalen Kräften in unserer Gesellschaft mit Begeisterung aufgenommen und geschäftstüchtig verbreitet.

Die moderne Quantenphysik ist fast noch verrückter. In dem Buch „Die Debatte um die Quantentheorie“, 1990, des Teilchenphysikers und Ordinarius des Instituts für Theoretische Physik der Universität Bari, Franco Selleri, werden folgende absurde Fragen als „die drei Grundprobleme der Physik“ bezeichnet:

Drei Fragen stehen hier zur Diskussion. *Erstens*: Sind die mikroskopischen Objekte (Moleküle, Atome, Elementarteilchen) bloße menschliche Phantasien oder existieren sie objektiv in der materiellen Wirklichkeit? *Zweitens*: Ist die Materie dem Verständnis des Menschen zugänglich und ist ihre Beschreibung in Raum und Zeit sinnvoll? *Drittens*: Ereignen sich die physikalischen Phänomene auf wunderbare, rein zufällige Weise oder werden sie durch Ursachen bewirkt?

Diese drei Grundprobleme der Physik stehen zur Debatte. Vielleicht glauben Sie, daß die großen Physiker, die die Wissenschaft unseres Jahrhunderts formten, in ihren Antworten übereinstimmen. Dann könnte dieses Kapitel einige Überraschungen für Sie bergen. (Franco Selleri, 1990, S. 1)

Diese drei Fragen machen deutlich, wie tief die Theoretische Physik durch den Einfluss Einsteins und der Theologen gesunken ist – stellen sie doch die gesamte Grundlagenphysik infrage.

Die Relativitätstheorie macht heute auch vor den Schulen nicht mehr halt. So haben die Kultusministerien der Mehrzahl der Bundesländer für den Physikunterricht an den Gymnasien die Schrift „ $E = m \cdot c^2$  – Eine Formel verändert das physikalische Weltbild“ empfohlen und geliefert. In der Einleitung heißt es:

Es würde einem Versagen unseres Bildungssystems gleichkommen, würden wir diese fundamentalen Erkenntnisse den jungen Menschen nicht überzeugend vermitteln. Wir können und dürfen die Schüler nicht mit Vorstellungen des Weltbildes aus dem 19. Jahrhunderts in das 21. Jahrhundert führen. Moderne gymnasiale Bildung heißt zu begreifen, „was die Welt im Innersten zusammenhält!“

... Die Ergebnisse der speziellen Relativitätstheorie **erschütterten** zum ersten Mal die **menschliche Vorstellungskraft** und zeigen, dass die „Physik der hohen Geschwindigkeiten“ zu ganz anderen Resultaten führt als es der Mensch mit seinem normalen Verstand im Bereich der klassischen Welt gewohnt war. Damit wurden die Physiker vorgewarnt für die noch viel radikaleren Änderungen, die erkenntnistheoretisch im Bereich der modernen Quantenphysik vollzogen werden mussten. ... (A. Wünschmann, 4. Auflage 2002)

Einsteins Theorie „erschüttert die menschliche Vorstellungskraft“, weil sie falsch ist, nicht weil in ihr mit Geschwindigkeiten bis zur Lichtgeschwindigkeit gerechnet wird. Dem Verstand ist einerlei, ob er mit kleinen oder großen Zahlen rechnet. Die Natur kennt keine Brüche. Sie ist die ewige, klassische Welt. Eine andere gibt es nicht. Es gibt nur verschiedene Physiker der Theoretiker.

Interessant ist, dass in dieser Schrift das „Zwillingsparadoxon“ mit keinem Wort erwähnt wird. Warum nicht? Es stellt den Höhepunkt der Theorie dar!

In einer anderen Schrift, herausgegeben vom Landesinstitut für Schulentwicklung Baden-Württemberg heißt es im Vorwort:

... Ziel ist nicht, die Relativitätstheorie als Ganzes zu verstehen und zu entwickeln, es reichen exemplarische Ausflüge, die die Grenzen der klassischen Physik aufzeigen und einige Grundideen der Relativitätstheorie verdeutlichen, so dass auch Schülerinnen und Schüler, die keinen Physikkurs besuchen, die Schule mit einem modernen Weltbild verlassen, die Grenzen der Newtonschen Mechanik kennen und hinreichend Grundkenntnisse haben, den Darstellungen in einfachen populärwissenschaftlichen Texten zur Relativitätstheorie folgen zu können. („Relativitätstheorie im Unterricht – Spezielle Relativitätstheorie in Klasse 10 und Allgemeine Relativitätstheorie im Seminarskurs“, Franz Kranzinger, 2006)

Keine der beiden Schriften enthält auch nur eine einzige Zeile aus einer der zahlreichen Originalarbeiten Einsteins. Die erste enthält auch kein Literaturverzeichnis. Die zweite hat zwar ein Literaturverzeichnis, den Namen Einstein sucht man aber unter den 24 aufgeführten Quellen vergeblich. Das „Zwillingsparadoxon“ wird in einem kurzen Kapitel „Arbeitsauftrag Zwillingsparadoxon“ abgehandelt. Besprochen wird es nicht.

Das von der Theoretischen Physik unter dem Druck der Theologie vermittelte Weltbild beleidigt den Verstand. In Lehrbüchern, Büchern, Zeitschriften, Funk und Fernsehen wird es geschäftstüchtig millionenfach verbreitet. Die Folge: während der Verstand in der physikalischen Technik immer neue Triumphe feiert, leben heute viele Menschen noch immer oder schon wieder mit einem Weltbild, das geprägt ist von diffusem Aberglauben. Dem muss durch ehrliche Aufklärung entgegengewirkt werden. Nur der Verstand vermag die grundlegenden Probleme der Gesellschaft zur lösen.

Ich wünsche allen Leserinnen und Lesern spannende Stunden der Lektüre und großen Erkenntnisgewinn. Lesen Sie, was Einstein wirklich gesagt hat und wie der Verstand es beurteilt.

# Teil 1

## Die Spezielle Relativitätstheorie im Wortlaut von Einsteins Vortrag „Die Relativitäts-Theorie“, 16. Januar 1911

In diesem Teil werden die Kernaussagen aus Einsteins Vortrag vom 16. Januar 1911, „Die Relativitäts-Theorie“, zitiert und kommentiert. Nur er enthält das sogenannte „Zwillingsparadoxon“ („die drolligste Sache“, Einstein), in dem die Spezielle Relativitätstheorie gipfelt. In keiner anderen Arbeit trägt Einstein es vor. In keiner anderen Arbeit erwähnt er es auch nur.

Der Vortrag ist diejenige von allen Arbeiten Einsteins, die am leichtesten zu verstehen ist. Aus ihm ist am leichtesten zu erkennen, dass die Physik der Theorie grundfalsch ist. Nur das kann der Grund dafür sein, dass man ihn nirgends publiziert findet. Und das ist auch der Grund, warum ich ihn an den Anfang meiner Kritik stelle.

### 1. Einsteins falsches „Relativitätsprinzip“

Die Relativitäts-Theorie. <sup>1)</sup>  
Von  
A. EINSTEIN in Prag.

---

Der eine Grundpfeiler, auf dem die als „Relativitätstheorie“ bezeichnete Theorie ruht, ist das sog. Relativitätsprinzip. Ich will zuerst deutlich zu machen suchen, was man unter dem Relativitätsprinzip versteht. Wir denken uns zwei Physiker. Diese beiden Physiker sind mit allen erdenklichen physikalischen Apparaten ausgestattet, jeder von ihnen hat ein Laboratorium. Das Laboratorium des einen Physikers denken wir uns angeordnet irgendwo auf dem offenen Felde, das des zweiten in einem Eisenbahnwagen, der mit konstanter Geschwindigkeit in einer bestimmten Richtung dahinfährt. Das Relativitätsprinzip sagt folgendes aus: Wenn diese beiden Physiker, indem sie alle ihre Apparate anwenden, sämtliche Naturgesetze studieren, der eine in seinem ruhenden Laboratorium und der andere in seinem in der Eisenbahn angeordneten, so werden sie, vorausgesetzt, dass die Eisenbahn nicht rüttelt und gleichmässig fährt, genau die gleichen Naturgesetze herausfinden. (S. 1)

<sup>1)</sup> Vortrag gehalten in der Sitzung der Zürich. Naturforschenden Gesellschaft am 16. Januar 1911.

**Kommentar 1:** *Der eine Grundpfeiler*, auf dem Einsteins Herleitung der sogenannten „Lorentz-Transformation“ ruht, ist sein sogenanntes „Relativitätsprinzip“, der zweite, das „Prinzip von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit  $c$ “.

Das „Relativitätsprinzip“ – so wie es Einstein hier darstellt – ist falsch. Es gilt nur für Körper, nicht für Licht. Wird im *Laboratorium auf dem Felde* eine Lampe angezündet, breitet sich das Licht nicht nur in alle Richtungen mit der Geschwindigkeit  $c$  (ca. 300 000 km pro Sekunde) aus, sondern auch relativ zur Lampe, weil die ruht.

Wird im *Eisenbahnwagen* eine Lampe angezündet, breitet sich das Licht ebenfalls in alle Richtungen mit der Geschwindigkeit  $c$  aus, nicht aber relativ zur Lampe, weil sich die mit dem Zug bewegt. In Fahrtrichtung des Zuges hat das Licht relativ zur Lampe die Geschwindigkeit  $c - v$  (wenn  $v$  die Zuggeschwindigkeit ist), entgegen der Fahrtrichtung  $c + v$ .

Während die Körper vom Eisenbahnwagen mit der Zuggeschwindigkeit  $v$  mitgeführt werden, ist das beim Licht nicht der Fall. Das koppelt von der Lichtquelle (der Lampe) ab und bewegt sich völlig unabhängig von ihr mit der ihm eigenen Geschwindigkeit  $c$  durch den Raum oder, wie man auch sagen kann, relativ zum Raum. Und je nachdem, wie sich die Körper im Raum bewegen, ist die Relativgeschwindigkeit des Lichts gegen sie verschieden. Es muss also zwischen der Absolutgeschwindigkeit  $c$  des Lichts und seiner Relativgeschwindigkeit ( $c + v$  oder  $c - v$ ) unterschieden werden. Das tut Einstein mit seinem „Relativitätsprinzip“ nicht.

Das „Relativitätsprinzip“ geht auf Galileo Galilei (1564-1642) zurück. Er hat diesen Begriff aber selbst nie benutzt. Zu seiner Zeit hat das Licht als elektromagnetische Strahlung noch keine Rolle gespielt. Das änderte sich erst mit Beginn des Elektrizitätszeitalters (Ampère, Faraday, Maxwell, Hertz) – mit dem Aufkommen der Elektrodynamik.

Im Jahr 1630 schilderte Galilei einen Sachverhalt, der heute bei korrekter Bezeichnung „Galileisches Relativitätsprinzip“ genannt wird. Er stellte die Frage: Kann man allein aus dem Bewegungsverhalten der Körper auf der Erde herausfinden, ob die Erde ruht oder sich bewegt? Die Antwort: Nein, wir spüren kein Ruckeln, keine Trägheitskräfte. Für unser Empfinden ruht die Erde, weil sie sich so gleichmäßig auf ihrer Bahn um die Sonne bewegt. In seinem „ketzerischen“, die Lehre des Kopernikus unterstützenden, von den Kirchenvätern angefeindeten Buch „Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische“ (1630), lässt Galilei seinen Herrn Salviati vortragen:

„Schließt Euch in Gesellschaft eines Freundes in einen möglichst großen Raum unter dem Deck eines großen Schiffes ein. Verschafft Euch dort Mücken, Schmetterlinge und ähnliches fliegendes Getier; sorgt auch für ein Gefäß mit Wasser und kleinen Fischen darin; hängt ferner oben einen kleinen Eimer auf, welcher tropfenweise Wasser in ein zweites enghalsiges darunter gestelltes Gefäß träufeln lässt. Beobachtet nun sorgfältig, solange das Schiff stille steht, wie die fliegenden Tierchen mit der nämlichen Geschwindigkeit nach allen Seiten des Zimmers fliegen. Man wird sehen, wie die Fische ohne irgend welchen Unterschied nach allen Richtungen schwimmen; die fallenden Tropfen werden alle in das untergestellte Gefäß fließen. Wenn Ihr Euerem Gefährten einen Gegenstand zuwerft, so braucht Ihr nicht kräftiger nach der einen als nach der anderen Richtung zu werfen, vorausgesetzt, dass es sich um gleiche Entfernungen handelt. Wenn Ihr, wie man sagt, mit gleichen Füßen einen Sprung macht, werdet Ihr nach jeder Richtung hin gleichweit gelangen. Achtet darauf, Euch aller dieser Dinge sorgfältig zu vergewissern, wiewohl kein Zweifel obwaltet, dass bei ruhendem Schiffe alles sich so verhält.

Nun lasst das Schiff mit jeder beliebigen Geschwindigkeit sich bewegen: Ihr werdet – wenn nur die Bewegung gleichförmig ist und nicht hier- und dorthin schwankend – bei allen genannten Erscheinungen nicht die geringste Veränderung eintreten sehen. Aus keiner derselben werdet Ihr entnehmen können, ob das Schiff fährt oder stille steht. ...“ (S. 197)

Einstein hat dieses „Galileische Relativitätsprinzip“ unzulässigerweise von den Körpern auf das Licht ausgedehnt, um seine Herleitung der „Lorentz-Transformation“ physikalisch zu begründen. Während die Körper und die Lufthülle von der Erde mitgeführt werden, wird das von den Körpern abgestrahlte Licht von der Erde nicht mitgeführt, sondern bewegt sich völlig frei, wie aus eigener Kraft, durch den Raum.

## 2. Einstein über das angeblich „furchtbare Dilemma $c - v$ und $c + v$ “

Einstein fährt mit seinem Vortrag fort:

... Ist es unmöglich, das Relativitätsprinzip, welches ausnahmslos erfüllt zu sein scheint, in Einklang zu bringen mit diesem Prinzip von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit?

Folgende naheliegende Überlegung spricht zunächst dagegen: Pflanzte sich relativ zum Bezugssystem  $k$  jeder Lichtstrahl mit der Geschwindigkeit  $c$  fort, so kann dasselbe nicht gelten in bezug auf das Bezugssystem  $k'$ , wenn  $k'$  sich relativ zu  $k$  in Bewegung befindet. Bewegt sich nämlich  $k'$  in der Fortpflanzungsrichtung eines Lichtstrahls mit der Geschwindigkeit  $v$ , so wäre nach den uns geläufigen Anschauungen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtstrahls relativ zu  $k'$  gleich  $c - v$  zu setzen. Die Gesetze der Lichtausbreitung in bezug auf  $k'$  wären also von den Gesetzen der Lichtausbreitung relativ zu  $k$  verschieden, was eine Verletzung des Relativitätsprinzips bedeutete. Das ist ein furchtbares Dilemma. Nun hat sich aber herausgestellt, dass die Natur an diesem Dilemma vollständig unschuldig ist, sondern dass dieses Dilemma daher rührt, dass wir in unseren Überlegungen, also auch in der Überlegung, die ich soeben angab, stillschweigende und willkürliche Voraussetzungen gemacht habe, welche man fallen lassen muss, um zu einer widerspruchsfreien und einfachen Auffassung der Dinge zu gelangen. (S. 6)

**Kommentar 2:** Im ersten Satz sagt Einstein: „das Relativitätsprinzip, welches ausnahmslos erfüllt zu sein scheint“, und spricht dann sogleich vom Licht, von der „Konstanz der Lichtgeschwindigkeit“. Er wusste, dass das Licht die Ausnahme ist, dass das Relativitätsprinzip nicht für das Licht gilt. Aber um die „Lorentz-Transformation“ herleiten zu können, durfte das nicht wahr sein.

Es ist ja richtig, dass sich das Licht im Raum (relativ zum Raum) mit der konstanten Geschwindigkeit  $c$  bewegt (in der allgemeinen Relativitätstheorie gilt das nicht mehr). Aber relativ zu

anderen sich im Raum bewegenden Körpern („Bezugssystemen“) bewegt es sich mit  $c + v$  oder  $c - v$ . Der Witz ist, das Einstein selbst mit diesen Relativgeschwindigkeiten des Lichts rechnet. In seiner grundlegenden Arbeit vom Juni 1905 „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“ schreibt er in § 1 zunächst:

... Es gehe nämlich ein Lichtstrahl zur „A-Zeit“  $t_A$  von A nach B ab, werde zur „B-Zeit“  $t_B$  in B gegen A zu reflektiert und gelange zur „A-Zeit“  $t'_A$  nach A zurück. Die beiden Uhren laufen definitionsgemäß synchron, wenn

$$t_B - t_A = t'_A - t_B. \quad (1)$$

... Wir setzen noch der Erfahrung gemäß fest, daß die Größe

$$\frac{2\overline{AB}}{t'_A - t_A} = c \quad (2)$$

eine universelle Konstante (die Lichtgeschwindigkeit im leeren Raume) sei.

Zwei Seiten später kommt dann in § 2 seine Rechnung mit den Relativgeschwindigkeiten des Lichts  $c - v$  und  $c + v$ :

... Unter Berücksichtigung des Prinzipes von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit finden wir:

$$t_B - t_A = \frac{r_{AB}}{c - v} \quad \text{und} \quad t'_A - t_B = \frac{r_{AB}}{c + v}, \quad (3)$$

wobei  $r_{AB}$  die Länge des bewegten Stabes – im ruhenden System gemessen – bedeutet.

**Kommentar 3:** Das  $t_B - t_A$  in Gleichung (1) ist die Lichtlaufzeit von einer Uhr A zu einer Uhr B, das  $t'_A - t_B$  die Lichtlaufzeit zurück von B nach A. Das  $\overline{AB}$  in Gleichung (2) ist der Abstand zwischen beiden Uhren, das  $t'_A - t_A$  die Lichtlaufzeit zwischen ihnen hin und zurück. Das Wort „Lichtlaufzeit“ meidet Einstein. Warum, wird in Kapitel 5. deutlich.

Das  $c - v$  und  $c + v$  entspricht der Realität, aber die Unhaltbarkeit dieser Rechnung zeigt sich, wenn wir Gleichung (1) und (3) verbinden. Aus (1) und (3) folgt:

$$\frac{r_{AB}}{c - v} = \frac{r_{AB}}{c + v}$$

Beide Seiten der Gleichung sind Lichtlaufzeiten (Weg geteilt durch Geschwindigkeit), aber die Lichtlaufzeit links ist größer als die rechts. Die Gleichung ist also falsch.

Im letzten Satz oben sagt Einstein, „daß wir stillschweigende und willkürliche Voraussetzungen fallen lassen müssen, um zu einer widerspruchsfreien und einfachen Auffassung der Dinge zu gelangen.“ Im Kapitel 4. werden wir sehen, was er mit „stillschweigende und willkürliche Voraussetzungen“ meint.

### 3. Einsteins Leugnung der „Absolutbewegung“

Einstein fährt mit seinem Vortrag fort:

... Wenn man also nach dieser Auffassung auch nicht sagen kann, es gebe eine absolute Bewegung im philosophischen Sinne – denn das ist überhaupt ausgeschlossen, wir können nur relative Lageänderungen von Körpern denken. (S. 5)

**Kommentar 4:** Falsch. Bewegung ist absolut. Jede Bewegung ist eine Absolutbewegung, auch jede Relativbewegung.

Von „Absolutbewegung“ sprechen wir, wenn wir die Bewegung der Körper *im* Raum oder *relativ zum* Raum betrachten, von „Relativbewegung“, wenn wir die Bewegung der Körper relativ zueinander betrachten.

Alles dreht sich, alles bewegt sich im Universum. Ruhe ist nur Bewegungslosigkeit relativ zu einem anderen Körper. Nur das Universum als Ganzes ruht absolut. Denn weil es außer ihm nichts gibt, gibt es auch nichts, in dem es sich bewegen könnte.

In einem Brief an einen Historiker leugnet Einstein noch 1954, ein Jahr vor seinem Tod, die Existenz der Absolutbewegung:

Auf meine eigene Entwicklung hat das Michelsonsche Ergebnis keinen wesentlichen Einfluß gehabt. Ich weiß nicht einmal mehr, ob ich es überhaupt kannte, als ich meine erste Arbeit über dieses Thema schrieb (1905). Das erklärt sich daraus, daß ich aus allgemeinen Gründen völlig sicher war, daß es keine Absolutbewegung gibt, und mein Problem war es, dies mit unserer Kenntnis der Elektrodynamik in Einklang zu bringen. So wird verständlich, warum für mich persönlich Michelsons Experiment keine Rolle spielte, oder zumindest keine entscheidende Rolle. (Pais, S. 172)

„... daß ich aus allgemeinen Gründen völlig sicher war, daß es keine Absolutbewegung gibt.“ Da kann man nur den Kopf schütteln. Sieht nicht jeder, dass sich die Körper im Raum bewegen? Einstein war durch die Relativitätstheorie derart auf die Relativbewegung fixiert, dass er außer ihr nichts sah, bzw. nichts sehen wollte.

#### **4. Einsteins verfehlte Kritik an unserem „Zeitbegriff“**

Einstein fährt mit seinem Vortrag fort:

Ich will versuchen, diese willkürlichen Voraussetzungen, die der Grundlage unseres physikalischen Denkens anhafteten, auseinander zu setzen. Die erste und wichtigste dieser willkürlichen Voraussetzungen betraf den Zeitbegriff und ich will versuchen, darzulegen, worin diese Willkür besteht. ... Man hat sich bis jetzt immer begnügt zu sagen: die Zeit ist die unabhängige Variable des Geschehens. Auf eine solche Definition kann niemals die Messung des Zeitwertes eines tatsächlich vorliegenden Ereignisses gegründet werden. Wir müssen also versuchen, die Zeit so zu definieren, dass auf Grund dieser Definition Zeitmessungen möglich sind. (S. 6/7)

**Kommentar 5:** Um das angeblich „*furchtbare Dilemma*“ (vgl. Kap. 2) „*widerspruchsfrei und einfach*“ zu beseitigen, schickt Einstein sich hier an, unseren gewachsenen Zeitbegriff zu verfälschen. „*Die Zeit als unabhängige Variable des Geschehens. Auf eine solche Definition kann niemals die Messung des Zeitwertes eines tatsächlich vorliegenden Ereignisses gegründet werden.*“, sagt er. Aber was haben denn die Menschen seit Erfindung der ersten Uhren getan? Haben sie keine Zeitmessungen vorgenommen? Haben die Physiker vor Herrn Einstein keine Zeiten gemessen?

Die Zeit ist „*die unabhängige Variable des Geschehens*“. Das ist so. Das war so. Das wird immer so bleiben. Die Zeit steht über allem Geschehen, wie schnell oder wie langsam sich das auch vollzieht. Wir denken die Zeit, wissen von ihr als Dauer. Wir denken sie als absolut gleichmäßig fließend über Sekunden, Minuten, Stunden, Jahre, Jahrmillionen, Jahrmilliarden ... in alle Ewigkeit. Das hat mit „Willkür“ nichts zu tun.

Wie sollten wir sie auch anders denken? Jetzt als schnell, nachher als langsam vergehend? Mal so, mal so? Einen verschieden schnellen Fluss der Zeit kennen wir nur von der persönlichen (subjektiven, relativen) Zeit, vom individuellen Zeitempfinden, Zeitgefühl. Aber von dem ist hier nicht die Rede. In der Physik, geht es allein um die absolute, die objektive Zeit.

#### **5. Einsteins merkwürdige „Zeit eines Ereignisses“ und wie er das Wort „Lichtlaufzeit“ unterschlägt**

Einstein fährt mit seinem Vortrag fort:

Wir denken uns im Anfangspunkt eines Koordinatensystems  $k$  eine Uhr (etwa eine Unruhr). Mit dieser können unmittelbar die in diesem Punkte, bzw. in dessen unmittelbarer Nähe stattfindende Ereignisse zeitlich gewertet werden. Ereignisse, welche in einem anderen Punkte von  $k$  stattfinden, können aber mit der Uhr nicht unmittelbar gewertet werden.

**Kommentar 6:** Das Wort „Ereignis“ ist ein Schlüsselwort in Einsteins Theorie. Es handelt sich hier aber nicht um Ereignisse allgemein, sondern speziell um Lichtereignisse, um Lichtsignale, um Ereignisse, bei denen Licht abgestrahlt wird. Das zu sagen, „vergisst“ Einstein immer wieder. Warum spricht er nicht von „Lichtereignissen“ zur Unterscheidung von all den vielen anderen Ereignissen, bei denen kein Licht im Spiel ist, bzw. das Licht nicht interessiert?

Ein Koordinatensystem ist ein mathematisches Hilfsmittel. Man denkt es sich als ein in einem Punkt (Ursprung) aus drei senkrecht aufeinander stehenden Stäben bestehendes Gerüst. Die Stäbe stehen für die drei Raumrichtungen Länge, Breite, Höhe –  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Einstein spricht hier von einer Uhr, die sich im „Anfangspunkt (Ursprung) des Koordinatensystems  $k$ “ befinden soll und sagt: „Ereignisse, welche in einem anderen Punkte von  $k$  stattfinden, können aber mit der Uhr nicht unmittelbar gewertet werden“. Klar, denn das Licht braucht Zeit vom Ereignisort zur Uhr. Das ist die Lichtlaufzeit. Einstein schlägt sie der Ereigniszeit zu, und das nennen die Physiker heute „Zeitdehnung“.

Einstein fährt mit seinem Vortrag fort:

Notiert ein bei der Uhr im Anfangspunkt von  $k$  stehender Beobachter die Zeit, in der er von dem betreffenden Ereignis durch Lichtstrahlen Kunde erhält, so ist diese Zeit nicht die Zeit des Ereignisses selbst, sondern eine Zeit, die um die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtstrahls vom Ereignis bis zur Uhr grösser ist als die Zeit des Ereignisses. (S. 7)

**Kommentar 7:** Richtig, „so ist diese Zeit nicht die Zeit des Ereignisses selbst“. Einstein macht sie aber zur Zeit des Ereignisses selbst, wie wir in den Kapiteln 6., 9. und 10. noch sehen werden.

Statt „Fortpflanzungsgeschwindigkeit“ muss es „Lichtlaufzeit“ heißen. Einstein täuscht seine Zuhörer. Er unterschlägt das Wort „Lichtlaufzeit“. Es ist das Schlüsselwort zum Verständnis der Relativitätstheorie. Je nachdem wie weit der einzelne Lichtempfänger (ob Beobachter oder irgend ein anderer Körper) vom Ort des Lichtereignisses entfernt ist, ist die Lichtlaufzeit länger oder kürzer. Es gilt ganz einfach:

$\text{Ereigniszeitpunkt} = \text{Wahrnehmungszeitpunkt} + \text{Lichtlaufzeit}$
oder:
$\text{Sendezeitpunkt} = \text{Empfangszeitpunkt} + \text{Lichtlaufzeit}$
oder:
$\text{Abstrahlzeitpunkt} = \text{Wirkungszeitpunkt} + \text{Lichtlaufzeit}$

Die Zeit eines Ereignisses ist natürlich der Zeitpunkt, zu dem das Ereignis stattfindet und nicht der, zu dem es wahrgenommen wird bzw. irgendwo, irgendwann eine Wirkung ausübt.

Die Lichtlaufzeit dient schon seit geraumer Zeit unter dem Begriff „Lichtjahr“ zur Angabe kosmischer Entfernungen. Die Sonne z. B. ist nur 8 Lichtminuten von uns entfernt. Wenn auf ihr um 12<sup>00</sup> Uhr ein Ereignis stattfindet, wird das um 12<sup>08</sup> Uhr von uns wahrgenommen. Für Einstein ist merkwürdigerweise 12<sup>08</sup> Uhr die Zeit des Ereignisses. Entsprechend richtet („synchronisiert“) er seine Uhren.

## 6. Einsteins „merkwürdige Vorschrift, nach welcher alle Uhren gerichtet werden müssen“ oder die sogenannte „Synchronisation der Uhren“

Einstein fährt mit seinem Vortrag fort:

... Wir setzen nun fest, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes im Vacuum auf dem Wege von einem Punkt  $A$  nach einem Punkt  $B$  gleich groß sei wie die Fortpflanzungsgeschwindigkeit eines Lichtstrahls von  $B$  nach  $A$ . Vermöge dieser Festsetzung sind wir in der Lage, gleich beschaffene Uhren, die wir relativ zum System  $k$  in verschiedenen Punkten ruhend angeordnet haben, wirklich zu richten.

**Kommentar 8:** Die Lichtgeschwindigkeit soll konstant sein, setzt Einstein hier fest. Aber so weit waren wir doch schon im Kapitel 2. Jetzt will er die auf der  $X$ -Achse des System  $k$  „in verschiedenen Punkten ( $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ , usw.) ruhend angeordneten Uhren richten“. Unsere Uhren sind bekannt-

lich gleichgestellt (synchron) innerhalb einer jeden Zeitzone. Er will seine hier alle verschieden stellen. Es handelt sich also nicht um „Synchronisation“ sondern um das genaue Gegenteil:

Wir werden z. B. die in den beiden Punkten  $A$  und  $B$  befindlichen Uhren so richten, dass folgendes der Fall ist: Wird in  $A$  zur Zeit  $t$  (auf der Uhr in  $A$  gemessen) ein Lichtstrahl nach  $B$  gesandt, der zur Zeit  $t + a$  (gemessen an der Uhr in  $B$ ) in  $B$  ankommt, so muss umgekehrt ein zur Zeit  $t$  (auf der Uhr in  $B$  gemessen) von  $B$  gegen  $A$  gesandter Lichtstrahl zur Zeit  $t + a$  (gemessen an der Uhr in  $A$ ) in  $A$  eintreffen. Das ist die Vorschrift, nach welcher alle Uhren, die im System  $k$  verteilt sind, gerichtet werden müssen. Wenn wir diese Vorschrift erfüllt haben, so haben wir eine Zeitbestimmung vom Standpunkt des messenden Physikers erlangt. Die Zeit eines Ereignisses ist nämlich gleich der Angabe derjenigen, der nach der soeben angegebenen Vorschrift gerichteten Uhren, welche sich am Ort des Ereignisses befindet.

Nun fragt sich, was wir damit besonders Merkwürdiges erhalten haben, da das alles selbstverständlich klingt.

**Kommentar 9:** Welch seltsame Äußerung! Wenn etwas „merkwürdig“ ist, ist es ja wohl nicht mehr „selbstverständlich“!

„Zeitbestimmung vom Standpunkt des messenden Physikers“ nennt Einstein dieses rein theoretische, seiner Herleitung der Lorentz-Transformation dienende „Uhren richten“. Was ist  $t + a$ ? Die Lichtlaufzeit! (Das Wort will ihm einfach nicht über die Lippen) Und jetzt erklärt er uns sein „Merkwürdiges“:

Das Merkwürdige liegt darin, dass diese Vorschrift, um zu Zeitangaben von ganz bestimmtem Sinn zu gelangen, sich auf ein System von Uhren bezieht, welches relativ zu einem ganz bestimmten Koordinatensystem  $k$  ruht. Wir haben nicht eine Zeit schlechthin gewonnen, sondern eine Zeit mit Bezug auf das Koordinatensystem  $k$  bzw. mit Bezug auf das Koordinatensystem  $k$  samt den relativ zu  $k$  ruhend angeordneten Uhren. Wir können natürlich genau dieselben Operationen ausführen, wenn wir ein zweites Koordinatensystem  $k'$  haben, welches relativ zu  $k$  gleichförmig bewegt ist. Wir können relativ zu diesem Koordinatensystem  $k'$  ein Uhrensystem über den Raum verteilen, aber so, dass alle mit  $k'$  bewegt sind. Dann können wir diese Uhren, die bezüglich  $k'$  in Ruhe sind, genau nach der oben angegebenen Vorschrift richten. Wenn wir das tun, so bekommen wir mit Bezug auf das System  $k'$  auch eine Zeit.

**Kommentar 10:** „Zeitangaben von ganz bestimmtem Sinn.“, so nennt er seine Spezial-Zeit, bei der er dem Ereigniszeitpunkt immer die jeweilige Lichtlaufzeit zuschlägt. Heute nennen die Theoretischen Physiker das „Zeitdehnung“ (vgl. Kap. 9). Wie schon gesagt: das ganze ist Teil seiner Herleitung der „Lorentz-Transformation“.

Was will er? Er will die Licht abstrahlenden Uhren, die er auf der  $X$ -Achse des Systems  $k$  hintereinander aufreht, entsprechend der Lichtlaufzeit  $t + a$  einer jeden von ihnen zum Ursprung von  $k$  (Beobachter), einstellen. Jede der Uhren ist dann um eine kurze Zeit später gestellt, als die vom Ursprung aus gesehen vor ihr platzierte. Das ist dann eine auf den Lichtempfänger oder Beobachter bezogene Zeit der Lichtereignisse. Heute wird diese Asynchronisation von den Theoretikern als „Synchronisation der Uhren“ bezeichnet. Immer wieder Begriffsverfälschungen!

## 7. Einsteins seltsame Zweifel an unserem „Wissen über die Gestalt und Länge eines Körpers“

Einstein fährt mit seinem Vortrag fort:

... Nun kommt ein zweiter Umstand, welcher ebenfalls in der bisherigen Kinematik willkürlich war. Wir sprechen von der Gestalt eines Körpers, z. B. von der Länge eines Stabes und glauben, genau zu wissen, was dessen Länge ist, auch dann, wenn er sich in bezug auf das Bezugssystem, von dem aus wir die Erscheinungen beschreiben, in Bewegung befindet. Aber eine kurze Ueberlegung zeigt, dass das gar keine so einfachen Begriffe sind, wie wir es uns instinktiv vorstellen. (S. 9)

**Kommentar 11:** Doch, das ist sehr einfach. Wir wissen, wie lang ein Stab ist, wenn wir ihn vorher gemessen haben. Wir wissen auch, dass sich seine Länge durch bloße Bewegung nicht verändert. Eine Veränderung ist nur möglich beim Vorhandensein von Kräften. Von solchen ist aber in der Kinematik (Bewegungslehre), um die es sich hier handelt, nicht die Rede.

## 8. Einsteins sogenannte „Längenkontraktion“

Einstein fährt mit seinem Vortrag fort:

Zunächst einmal das rein Kinematische. ... Wenn wir mit  $v$  die Bewegungsgeschwindigkeit des Körpers bezeichnen, mit  $c$  die Lichtgeschwindigkeit, so wird jede in der Bewegungsrichtung gemessene Länge, die bei unbewegtem Zustande des Körpers =  $l$  ist, infolge der Bewegung mit Bezug auf den nicht mitbewegten Beobachter verringert auf den Betrag

$$l \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Wenn der Körper in ruhendem Zustande kugelförmig ist, dann hat er, wenn wir ihn in einer bestimmten Richtung bewegen, die Gestalt eines abgeplatteten Ellipsoides. Wenn die Geschwindigkeit bis zur Lichtgeschwindigkeit geht, so klappt der Körper zu einer Ebene zusammen. Von einem mitbewegten Beobachter beurteilt, behält der Körper aber nach wie vor seine Kugelgestalt; ... (S. 11)

**Kommentar 12:** Der Körper behält in Wirklichkeit seine Länge. Die Kugel behält in Wirklichkeit ihre Form. Nichts ändert sich an ihrer Gestalt. Nur „relativistisch“, d. h. nur rein rechnerisch nach dieser Formel, verringert sich die Länge des Körpers in Bewegungsrichtung „in Bezug auf den nicht mitbewegten Beobachter“.

Der Wurzelfaktor  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  ist wesentlicher Bestandteil der „Lorentz-Transformation“. Wir

sehen, dass in ihm die jeweilige Relativgeschwindigkeit  $v$  zwischen den beiden Koordinatensystemen (Körpern)  $k$  und  $k'$  zur Lichtgeschwindigkeit  $c$  ins Verhältnis gesetzt wird. Bei  $v = c$  schrumpft die Länge des Körpers rechnerisch sogar zu Null. Die Breite des Körpers bleibt dabei unverändert. Kann man sich einen Körper vorstellen, der keine Länge mehr hat, nur noch eine Breite (Dicke)?

## 9. Einsteins sogenannte „Zeitdehnung“

Einstein fährt mit seinem Vortrag fort:

... Nun eine zweite rein kinematische Konsequenz der Theorie, die fast noch merkwürdiger berührt. Wir denken uns eine Uhr gegeben, welche die Zeit eines Bezugssystems  $k$  anzugeben befähigt ist, falls sie relativ zu  $k$  ruhend angeordnet wird. Man kann beweisen, dass dieselbe Uhr, falls sie mit Bezug auf das Bezugssystem  $k$  in gleichförmige Bewegung versetzt wird, vom System  $k$  aus beurteilt, langsamer läuft, derart, dass wenn die Zeitangabe der Uhr um 1 gewachsen ist, die Uhren des Systems  $k$  anzeigen, dass in bezug auf das System  $k$  die Zeit

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

verstrichen ist. Die bewegte Uhr läuft also langsamer als dieselbe Uhr, wenn sie sich in bezug auf  $k$  im Zustande der Ruhe befindet. Man muss sich die Ganggeschwindigkeit der Uhr in bewegtem Zustand dadurch ermittelt denken, dass man die Zeigerstellung dieser Uhr jeweils verglichen denkt mit

den Zeigerstellungen derjenigen relativ zu  $k$  ruhenden Uhren, die mit Bezug auf  $k$  die Zeit messen und an denen sich die betrachtete bewegte Uhr gerade vorbeibewegt. Wenn es uns gelänge, die Uhr mit Lichtgeschwindigkeit zu bewegen – angenähert mit Lichtgeschwindigkeit könnten wir sie bewegen, wenn wir genügend Kraft hätten – so würden die Zeiger der Uhr von  $k$  aus beurteilt, unendlich langsam vorrücken. (S. 11)

**Kommentar 13:** „Eine Konsequenz, die fast noch merkwürdiger berührt“ (als die Längenkontraktion), sagt Einstein im ersten Satz. Wenn man die Sache richtig versteht, muss man nicht von „merkwürdig“ sprechen. Die Zeiger verändern ihre Geschwindigkeit in Wirklichkeit nicht.

Die Aussage „Die bewegte Uhr läuft also langsamer als dieselbe Uhr, wenn sie sich in bezug auf  $k$  im Zustande der Ruhe befindet.“, ist in zweifacher Weise falsch: Erstens handelt es sich nicht um „dieselbe Uhr“ sondern um zwei Uhren, nämlich um die sich entfernende Lichtsenduhr und die ruhende Lichtempfängsuhr. Zweitens läuft der Zeiger der Lichtsenduhr nicht langsamer, sondern das vom Zeiger ausgehende Licht trifft lediglich (aufgrund der wachsenden Entfernung) immer später bei der Lichtempfängsuhr ein. Es ist die wachsende Lichtlaufzeit, die den sich entfernenden Zeiger, könnten wir ihn beobachten, langsamer laufen lässt. Aber selbst wenn die Zeiger irgendwelcher Uhren – aus welchen Gründen auch immer – langsamer oder schneller laufen, berührt das den Fluss der Zeit so wenig, wie schlecht funktionierende Thermometer das Klima oder schlecht funktionierende Waagen das Gewicht der Körper.

Das „langsamer Laufen bewegter Uhren“ nennen die Physiker heute „Zeitdehnung“. Wenn sich die Lichtsenduhr mit Lichtgeschwindigkeit entfernt, bleibt ihr Zeiger nach obiger Formel in bezug auf  $k$  sogar ganz stehen. Nur schneller wird der Zeiger nie laufen, denn schneller als ohne jeglichen Zeitverzug kann das Licht nicht beim Empfänger ankommen.

Auch hier in diesem Textabschnitt benutzt Einstein nicht die für ein Verständnis wichtigen Worte wie „Lichtaussendung“, „Lichtlaufzeit“ und „Lichtankunft“, aber auch nicht „Lichtsenduhr“, „Lichtempfängsuhr“ oder einfach „Sender“ und „Empfänger“.

## 10. Einsteins „drolligste Sache“ oder das sogenannte „Zwillingsparadoxon“

Einstein fährt mit seinem Vortrag fort:

Am drolligsten wird die Sache, wenn man sich folgendes ausgeführt denkt: man gibt dieser Uhr eine sehr grosse Geschwindigkeit (nahezu gleich  $c$ ) und lässt sie in gleichförmiger Bewegung weiterfliegen und gibt ihr dann, nachdem sie eine grosse Strecke durchflogen hat, einen Impuls in entgegengesetzter Richtung, so dass sie wieder an die Ursprungsstelle, von der sie abgeschleudert worden ist, zurückkommt. Es stellt sich dann heraus, dass sich die Zeigerstellung dieser Uhr, während ihrer ganzen Reise, fast nicht geändert hat, während eine unterdessen am Orte des Abschleuderns in ruhendem Zustand verbliebene Uhr von genau gleicher Beschaffenheit ihre Zeigerstellung sehr wesentlich geändert hat. Man muss hinzufügen, dass das, was für diese Uhr gilt, welche wir als einen einfachen Repräsentanten alles physikalischen Geschehens eingeführt haben, auch gilt für ein in sich abgeschlossenes physikalisches System irgendwelcher anderer Beschaffenheit. Wenn wir z. B. einen lebenden Organismus in eine Schachtel hineinbrächten und ihn dieselbe Hin- und Herbewegung ausführen liessen wie vorher die Uhr, so könnte man es erreichen, dass dieser Organismus nach einem beliebig langen Fluge beliebig wenig geändert wieder an seinen ursprünglichen Ort zurückkehrt, während ganz entsprechend beschaffene Organismen, welche an den ursprünglichen Orten ruhend geblieben sind, bereits längst neuen Generationen Platz gemacht haben. Für den bewegten Organismus war die lange Zeit der Reise nur ein Augenblick, falls die Bewegung annähernd mit Lichtgeschwindigkeit erfolgte! Dies ist eine unabweisbare Konsequenz der von uns zugrunde gelegten Prinzipien, die die Erfahrung uns aufdrängt. (S. 12)

**Kommentar 14:** Das ist der Gipfel. Bei dieser „drolligsten Sache“, wie er sie nennt, ist die Phantasie mit Einstein durchgegangen. Unglaublich: er nimmt die sogenannte „Zeitdehnung“ hier tatsächlich als Verlangsamung des universellen Zeitflusses.

Diese Geschichte wird heute „Zwillingsparadoxon“ genannt: Da wird ein Zwilling („lebender Organismus“) in eine Rakete („Schachtel“) gesteckt und „annähernd mit Lichtgeschwindigkeit“ in den Weltraum geschickt. Der Zwillingsbruder („ein ganz entsprechend beschaffener Organismus“) bleibt auf der Erde zurück. Der Astronauten-Zwilling macht eine lange Reise („große Strecke“) in die Tiefe des Raumes, kehrt dann um („Impuls in entgegengesetzter Richtung“) und landet wieder auf der Erde („an seinem ursprünglichen Ort“). Er geht zum Haus seines Bruders. Aber der ist schon lange tot, hat „längst neuen Generationen Platz gemacht“. Für ihn selbst aber „war die lange Zeit der Reise nur ein Augenblick“.

Die Gebrüder Grimm hätten ihre helle Freude an dem Märchen „Die Rakete als Jungbrunnen“ gehabt. Es ist heute das Lieblingskind der Science-Fiction-Industrie. Mit ihm wird viel Geld verdient.

Von Bio-Logik hatte Einstein offenbar nicht die geringste Ahnung:

1. Ein Mensch (Lebewesen, biologischer Organismus) ist keine Uhr.
2. Ein Mensch ist kein „in sich abgeschlossenes physikalisches System“. Bekanntlich atmet er, isst, trinkt, scheidet aus, kommuniziert usw.
3. Die Lebensdauer eines Menschen hängt von seinen Lebensbedingungen, seiner Lebensweise, seinem Erbgut ab, nicht davon, wie schnell er (in einer Rakete) relativ zu irgendeinem Körper bewegt wird.

Was haben wohl die Biologen, die Ärzte, die Philosophen zu dieser Geschichte gesagt? Die theoretischen Physiker haben sie ernst genommen. Lesen wir einen Abschnitt aus einem Buch von Stephen Hawking, dem derzeit weltweit berühmtesten Physiker:

„Es ist möglich, in die Zukunft zu reisen. Die Relativitätstheorie zeigt, dass es möglich ist, eine Zeitmaschine zu konstruieren, die in der Zeit vorwärts springt. Sie steigen in die Zeitmaschine ein, warten ein Weilchen, steigen aus und stellen fest, dass auf der Erde viel mehr Zeit verstrichen ist als für Sie. Zwar verfügen wir heute noch nicht über die Möglichkeiten dazu, aber das ist nur eine Frage der Technik: Wir wissen, dass es möglich ist. Eine Methode zur Konstruktion einer solchen Maschine könnte sich an dem Zwillingsparadoxon orientieren, das wir in Kapitel sechs erörtert haben. Nach diesem Verfahren höbe Ihre Maschine ab, während Sie darin saßen, beschleunigte fast auf Lichtgeschwindigkeit, setzte die Fahrt eine Weile fort (je nachdem, wie weit Sie in die Zukunft reisen wollten) und würde dann zurückkehren. Es sollte Sie eigentlich nicht überraschen, dass die Zeitmaschine auch im Raumschiff ist, denn nach der Relativitätstheorie hängen Zeit und Raum miteinander zusammen. Doch soweit es Sie angeht, ist der einzige «Ort», an dem Sie sich während des gesamten Prozesses befinden, das Innere der Maschine. Wenn Sie aussteigen, stellen Sie, wie gesagt, fest, dass auf der Erde mehr Zeit vergangen ist als für Sie. Sie sind in die Zukunft gereist. Können Sie auch zurück? Können wir die Bedingungen schaffen, die erforderlich sind, um in der Zeit zurückzureisen?“

Der erste Hinweis, dass die physikalischen Gesetze solche Zeitreisen tatsächlich zulassen könnten, ergab sich 1949, als Kurt Gödel eine neue Lösung für Einsteins Gleichungen entdeckte, ...

Da, wie gesagt, Zeit und Raum miteinander zusammenhängen, wird es Sie nicht überraschen, dass die Frage, ob Zeitreisen in die Vergangenheit möglich sind, eng mit der Frage zusammenhängt, ob wir schneller als das Licht reisen können oder nicht. Dass Zeitreisen Überlichtgeschwindigkeiten ermöglichen, liegt auf der Hand: Wenn Sie aus der letzten Phase Ihres Ausflugs eine Reise in die Vergangenheit machen, können Sie Ihre Expedition insgesamt in beliebig kurzer Zeit absolvieren, daher wären Sie in der Lage, mit unbegrenzter Geschwindigkeit zu reisen! Doch wie wir sehen werden, lässt sich der Schluss auch umkehren: Wenn Sie sich mit unbegrenzter Geschwindigkeit bewegen, können Sie auch in der Zeit zurückreisen. Das eine ist ohne das andere nicht möglich.“ („Die kürzeste Geschichte der Zeit“, Hawking/Ulodinow 2005, S. 124 und 126)

Die sogenannte „Zeitmaschine“ ist unser Gehirn. Die sogenannten „Zeitreisen“ sind die Reisen unserer Gedanken in die Vergangenheit und die Zukunft. Unser Gehirn denkt die Zeit. Es erinnert sich, und es denkt voraus. Das ist alles. Gedanken sind Bilder vor unserem geistigen Auge.

## 11. Einstein über „Minkowskis 4-dimensionalen Raum“ („Raumzeit“)

Einstein fährt mit seinem Vortrag fort:

Nun noch ein Wort über die hochinteressante mathematische Fortbildung, welche die Theorie hauptsächlich durch den leider so früh verstorbenen Mathematiker Minkowski erfahren hat. Die Transformationsgleichungen der Relativitätstheorie sind derart beschaffen, dass sie den Ausdruck

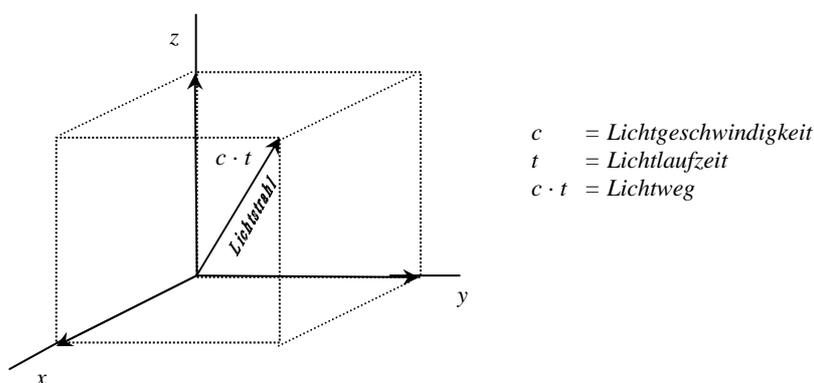
$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2$$

als Invariante besitzen. Führt man statt der Zeit  $t$  die imaginäre Variable  $ct \cdot \sqrt{-1} = \tau$  statt der Zeit als Zeitvariable ein, so nimmt diese Invariante die Form an

$$x^2 + y^2 + z^2 + \tau^2.$$

Hierbei spielen die räumlichen Koordinaten und die Zeitkoordinaten dieselbe Rolle. Die weitere Verfolgung dieser formalen Gleichwertigkeit von Raum- und Zeitkoordinaten in der Relativitätstheorie hat zu einer sehr übersichtlichen Darstellung dieser Theorie geführt, welche deren Anwendung wesentlich erleichtert. Das physikalische Geschehen wird dargestellt in einem 4-dimensionalen Raum, und die raum-zeitlichen Beziehungen der Ergebnisse erscheinen als geometrische Sätze in diesem 4-dimensionalen Raum. (S. 14)

**Kommentar 15:** Was bedeutet  $x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2$ ? Einstein erklärt es nicht. Das  $x, y, z$  sind die drei Raumkoordinaten, und  $c \cdot t$  ist der Lichtweg. Die Lichtlaufzeit  $t$  multipliziert mit der Lichtgeschwindigkeit  $c$  ergibt den Lichtweg. Stellen wir uns ein Koordinatenkreuz vor, von dessen Ursprung ein Lichtstrahl in den Raum geschickt wird:



Die Koordinaten  $x, y, z$  sind hier Katheten, der Lichtstrahl ist die Hypotenuse. Nach Pythagoras ist  $x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 = 0$ . Das ist die „Invariante“ (die Unveränderliche). Lesen wir, was der Physik-Historiker Simonyi schreibt:

„POINCARÉ hat auf LORENTZ' Arbeit aufgebaut und als ausgezeichnete Mathematiker die besonderen Eigenschaften der Lorentz-Transformationen aufgedeckt. Er hat unter anderem bemerkt, daß die Transformationen in der Sprache der Mathematik eine „Gruppe“, die sogenannte Lorentz-Gruppe, bilden. Bei einer Anwendung der Gruppenelemente, d. h. der einzelnen (nämlich zu je einer Relativgeschwindigkeit  $v$  gehörigen) Transformationen der Gruppe, bleibt die Größe  $x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2$  unverändert (invariant), ... Wir finden bei POINCARÉ sehr viele Ergebnisse, die systematisch dann erst wieder von MINKOWSKI 1908 dargelegt worden sind. Mit POINCARÉ'S Arbeit ist der Aufbau des mathematischen Formalismus der Relativitätstheorie abgeschlossen.“

Einstein sagt: „Hierbei spielen die räumlichen Koordinaten (gemeint sind  $x, y, z$ ) und die Zeitkoordinaten (gemeint ist das durch  $\tau$  ersetzte  $c \cdot t$ ) dieselbe Rolle“. Das ist falsch. Es gibt hier gar keine Zeitkoordinate. Das  $c \cdot t$  ist keine Zeit, sondern der Lichtweg. Statt von „Zeitkoordinaten“ hätte Einstein von „Lichtwegkoordinaten“ sprechen müssen. Immer wieder Begriffsverfälschungen!

„Das physikalische Geschehen wird dargestellt in einem 4-dimensionalen Raum“, sagt Einstein im letzten Satz. Auch das ist falsch. Man kann nicht von einem 4-dimensionalen Raum sprechen. Der Raum hat nur drei Dimensionen ( $x, y, z$ ). Die sogenannte vierte Dimension ist hier der Lichtweg  $c \cdot t$ . Seine Länge wird bestimmt durch die konstante Lichtgeschwindigkeit  $c$  und die variable Lichtlaufzeit  $t$ . Diesen sogenannten „4-dimensionalen Raum“ nennen die Physiker heute „Raumzeit“, was nicht weniger irreführend ist.

## 12. Einstein über die „Bedeutung der Relativitätstheorie für die Physik“

Einstein fährt mit seinem Vortrag fort:

... So kann man z. B. die Bewegungsgesetze für rasche Kathodenstrahlen ableiten. Es hat sich dabei ergeben, dass die Newtonschen Gleichungen nicht für beliebig rasch bewegte materielle Punkte gelten, sondern dass sie ersetzt

werden müssen durch Bewegungsgleichungen von etwas komplizierterem Bau. (S. 13)

**Kommentar 16:** Mit den „*Newtonschen Gleichungen*“ ist hier die „Galilei-Transformation“ gemeint, in der die elektromagnetische Strahlung nicht vorkommt. Mit den „*Bewegungsgleichungen von etwas komplizierterem Bau*“ ist die „Lorentz-Transformation“ gemeint, in der die elektromagnetische Strahlung die Hauptrolle spielt. Die „Galilei-Transformation“ muss nicht „ersetzt“, nur ergänzt werden. Sie liefert exakte Ergebnisse, wo kein Licht im Spiel ist. Einstein weiter:

Von den physikalisch wichtigen Folgerungen der Relativitätstheorie muss die folgende erwähnt werden. Wir haben vorhin gesehen, dass eine bewegte Uhr nach der Relativitätstheorie langsamer läuft als dieselbe Uhr im ruhenden Zustande. Wohl dürfte es für immer ausgeschlossen bleiben, dass wir dieses durch Experimente mit einer Taschenuhr verifizieren werden, weil die Geschwindigkeiten, die wir einer solchen mitteilen können, gegen die Lichtgeschwindigkeit verschwindend klein sind. Aber die Natur bietet uns Objekte dar, welche durchaus den Charakter von Uhren haben und ausserordentlich rasch bewegt werden können. Es sind dies die Spektrallinien aussendenden Atome, denen wir mittelst des elektrischen Feldes Geschwindigkeiten von mehreren tausend Kilometern mitteilen können (Kanalstrahlen). Es ist nach der Theorie zu erwarten, dass die Schwingungsfrequenzen dieser Atome durch deren Bewegung in genau derjenigen Weise beeinflusst erscheinen, wie dies für die bewegten Uhren abzuleiten ist. Wenn die betreffenden Experimente auch grossen Schwierigkeiten begegnen, so dürfen wir doch hoffen, auf diesem Wege in den nächsten Jahrzehnten eine wichtige Bestätigung oder die Widerlegung der Relativitätstheorie zu erlangen. (S. 13)

**Kommentar 17:** Einstein wollte es nicht begreifen. Er wollte nicht begreifen, dass die Zeiger der bewegten Uhr nicht langsamer laufen, sondern dass lediglich das von den Zeigern abgestrahlte Licht bei irgendwelchen entfernten Beobachtern (Empfängern) später ankommt. So wurden die schnell bewegten „*Spektrallinien aussendenden Atome*“ zu schnell „*bewegten Uhren*“.

### 13. Einstein über „träge Masse und Energieinhalt eines Körpers“ ( $E = m \cdot c^2$ ) und die „Grundbegriffe naturwissenschaftlichen Denkens“

Einstein fährt mit seinem Vortrag fort:

Die Theorie führt ferner zu dem wichtigen Resultat, dass die träge Masse eines Körpers von dessen Energieinhalt abhängig ist, allerdings in sehr geringem Masse, so dass es ganz aussichtslos ist, die Sache direkt nachzuweisen. Nimmt die Energie eines Körpers um  $E$  zu, so nimmt die träge Masse um  $\frac{E}{c^2}$  zu. (S. 13)

**Kommentar 18:** Was ist „Energie“? Einstein hätte sagen müssen, was er unter diesem Begriff versteht. Bis heute definieren die Physiker „Energie“ nur mathematisch – nur durch die Formel  $E = m \cdot c^2$ . Das ist zu wenig für ein Verständnis der Sachverhalte.

Die Physik kennt zahlreiche Energieformen: Bewegungsenergie, Lageenergie (potentielle Energie), Wärmeenergie, chemische Energie, elektrische Energie, magnetische Energie, Bindungsenergie, Kernenergie, usw. Allen diesen Begriffen liegt Bewegung zugrunde. Wir erkennen: Energie ist Bewegung. Eine Energiemenge (der „*Energieinhalt*“ eines Körpers) ist eine Bewegungsmenge.

Im Fundament gibt es nur Materie und Bewegung, sonst nichts. Sie sind eine Zweiheit: keine Materie ohne Bewegung, keine Bewegung ohne Materie. Das Wort „Energie“ kommt von dem lateinischen Wort „*energia*“ und dies von dem griechischen „*energeia*“, was Tatkraft bedeutet. Leibnitz sprach von ihr als „*lebendiger Kraft*“. Alle Kraft, aller Impuls (Anstoß, Anregung) kommt aus Bewegung. Leben z. B. ist nichts anderes als hochkomplexe Bewegung.

Wir haben gesehen, dass Einstein nicht korrekt mit den Begriffen umgeht. 1917 wird er deutlich. Da verlangt er einen Freibrief zum Etikettenschwindel. Da spricht er von einer angeblichen

Notwendigkeit zu „größerer Freiheit der Begriffsbildung“. In seinem „populären“ Buch „Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie“ heißt es:

Warum ist es nötig, die Grundbegriffe naturwissenschaftlichen Denkens aus den platonischen Gefilden herunterzuholen und zu versuchen, deren irdische Herkunft aufzudecken? Antwort: Um diese Begriffe von dem an ihnen haftenden Tabu zu befreien, und damit größere Freiheit in der Begriffsbildung zu erlangen. (S. 97)

Materie, Bewegung, Raum, Zeit, Körper, Masse, Kraft, Trägheit, Impuls, Energie, diese Begriffe schweben nicht in „*platonischen Gefilden*“. Ihnen haften keine Tabus an. Sie sind über viele Generationen gewachsen. Ihr Wortsinn ist klar. Er ergibt sich aus ihrem Gebrauch in der Umgangssprache. Durch die Fachsprache der Physiker wird er vielfach verfälscht. Die „*größere Freiheit in der Begriffsbildung*“ dient Einstein und den Fachgenossen vor allem dazu, die wahren Sachverhalte, die Ungereimtheiten, die Widersprüche in der speziellen und der allgemeinen Relativitätstheorie zu verschleiern.

Was ist Masse? Sie ist Menge, Materiemenge. Das Wort „Masse“ kommt von dem mittelhochdeutschen Wort „Klumpen“, lateinisch *massa* Klumpen. Newton sagt:

Materiemenge verstehe ich unter den Begriffen Körper oder Masse. Sie ist feststellbar durch das Gewicht eines jeden Körpers. („*Mathematische Grundlagen der Naturphilosophie*“, 1668, S. 37)

Die Relativitätstheorie hat dazu geführt, dass heute die Theoretiker sagen, sie wüssten nicht, was Masse ist. So heißt es in einem Lehrbuch: „Die elektrische Ladung ist wie die Masse eine fundamentale Eigenschaft der Materie. Bis heute läßt sich die Frage nach der eigentlichen Natur der elektrischen Ladung nicht beantworten (das gleiche gilt auch für die Masse).“ („*Physik*“, Tipler 1994, S. 618)

Was ist Trägheit? Sie ist eine Kraft, Trägheitskraft. Sie ist das Beharrungsvermögen, die Kraft, die sich jeglicher Änderung der Bewegung (Änderung der Geschwindigkeit und/oder Richtung) des Körpers entgegenstellt. Sie wächst mit der Geschwindigkeit des Körpers.

Was ist „*träge Masse*“? Sie ist nichts anderes als bewegte Masse (Materiemenge). Sie ist Körper in Bewegung (Körper in Ruhe ist „schwere Masse“). Einsteins Meinung, dass die klassische Physik für die Gleichheit von träger und schwerer Masse keine Erklärung habe, hätte Newton mit Unverständnis quittiert. Newton unterscheidet richtigerweise nicht zwischen träger und schwerer Masse, nur zwischen bewegtem Körper und ruhendem Körper. Versuche, wie die von Eötvös (1886) zum Nachweis der Gleichheit von „träger Masse“ und „schwerer Masse“ hätten nur sein Kopfschütteln erregt.

Einstein sagt oben: „*Nimmt die Energie eines Körpers um (die Energiemenge)  $E$  zu, so nimmt seine träge Masse um  $\frac{E}{c^2}$  zu.*“ Er setzt aber nicht hinzu, in welcher Form dem Körper diese Energiemenge  $E$  zugeführt wird, ob in Form von größerer Geschwindigkeit oder in Form von Materie (Strahlung). Wird sie ihm in Form größerer Geschwindigkeit zugeführt, erhöht sich nicht seine Masse aber seine Trägheit, seine Stoßkraft (sein Impuls). Wird sie ihm in Form von Materie (z. B. Lichtteilchen) zugeführt, erhöht sich seine Masse und seine Trägheit (sein Impuls), weil er dann schwerer ist. Der Impuls ist das Produkt aus Materiemenge und Geschwindigkeit eines Körpers.

Am Anfang seiner wissenschaftlichen Arbeit hatte sich Einstein noch klarer ausgedrückt. Im Juni 1905 hatte er seinem Freund Conrad Habicht geschrieben:

Das Relativitätsprinzip im Zusammenhang mit den Maxwellschen Grundgleichungen verlangt nämlich, daß die Masse direkt ein Maß für die im Körper enthaltene Energie ist; das Licht überträgt Masse.

Richtig. Das Licht überträgt Masse, weil es, wie Einstein von Anfang an richtig meinte, aus Teilchen besteht.

Im September 1905 hat er dann in „Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?“ geschrieben:

Gibt ein Körper die Energie  $E$  in Form von Strahlung ab, so verkleinert sich seine Masse um  $\frac{E}{c^2}$  ... Die Masse eines Körpers ist ein Maß für dessen Energieinhalt.

Richtig. Gibt der Körper die Energiemenge  $E$  in Form von Strahlung ab, verringert sich seine Masse, denn Strahlung besteht aus Teilchen.

Die Physiker Galeczki und Marquardt schreiben in „Requiem für die Spezielle Relativität“ 1997:

„Die Beziehung zwischen Masse und Energie begann, so weit sie anhand schriftlicher Quellen zurückverfolgt werden kann, mit *Wilhelm Eduard Weber* [1864, 1868] und hat sich bis etwa 1900 mit den mechanischen Effekten, insbesondere dem Strahlungsdruck *freier* elektromagnetischer Wellen auf Materie befaßt. Der Zusammenhang  $E = mc^2$  zwischen Masse und Energie war 1905 gewiß keine Sensation, weil die Idee, daß Energie Trägheit besitzt, bereits in den Köpfen von *Heaviside, Hasenöhr, Poincaré* existierte. Allgemein wird  $E = mc^2$  in erster Linie mit kernphysikalischen Prozessen in Verbindung gebracht. Amüsanterweise haben sich jedoch die renommierten Kernphysiker unseres Jahrhunderts bewußt von der Relativitätstheorie ferngehalten ... (S. 145)

Wie schon Mendel-Sachs [1973a] meinte, die Beziehung  $E = mc^2$  ist eher eine „wenn-dann“-Beziehung als eine logische Identität: Energie hat Trägheit; aber Masse ist nicht oder nicht vollständig in Energie verwandelbar. Die Verwandlungsgröße ist nicht die Masse *per se*, sondern ihre *Konfigurationsenergie*. Dieser Begriff ist keinesfalls neu in der Physik und dürfte daher keine Schwierigkeiten bereiten. ... *Heisenberg* [1959] widersetzt sich dem allgemeinen Glauben an die unbeschränkte Konvertierbarkeit zwischen Masse und Energie in seinen Gedanken über *Physik und Philosophie*: *Es ist gelegentlich behauptet worden, daß die enormen Energiemengen bei den Atomexplosionen unmittelbar durch die Verwandlung von Masse in Energie entstehen und daß man nur auf Grund der Relativitätstheorie diese riesigen Energiemengen voraussagen konnte. Diese Ansicht beruht aber auf einem Mißverständnis. Die großen Energiemengen, die in den Atomkernen angespeichert sind, waren seit den Experimenten von Becquerel, Curie und Rutherford über den radioaktiven Zerfall bekannt... Die Energie, die bei einer Atomexplosion frei wird, stammt also direkt aus dieser Quelle und ist nicht durch die Verwandlung von Masse in Energie hervorgebracht.*

Die riesigen freiwerdenden Energiemengen sind auf die Änderung der Konfigurationsenergie der Kernbausteine in den starken Kernpotentialen zurückzuführen. Für die „alltäglichen“ chemischen Prozesse steht nur das wesentlich schwächere Potential in der Elektronenhülle mit entsprechend geringeren Konfigurationsenergien zur Verfügung. ... Der leider gebräuchliche Slogan „*Masse ist mit Energie identisch*“ ist als Pauschalurteil so überflüssig und nutzlos wie „*alles ist relativ*“.“ (S. 156)

## Teil 2

# Die Spezielle Relativitätstheorie im Wortlaut von Einsteins Arbeiten aus den Jahren 1905, 1909 und 1917

In diesem Teil werden die Kernaussagen von Einsteins Arbeiten aus den Jahren 1909, 1905 und 1917 zitiert und kommentiert. Das „Zwillingsparadoxon“ wird in ihnen nicht erwähnt, auffallenderweise auch nicht in seinem „populären“ Buch von 1917. Da hätte es doch nun wirklich hineingehört. Dass es nicht drin ist, ist der Beweis, dass Einstein sich von ihm innerlich distanziert hatte. In die Lehrbücher hat man es trotzdem aufgenommen.

## 14. Einsteins richtige (1909) und falsche Theorie vom „Lichtteilchen“ (1917)

### Einsteins richtige Theorie vom „Lichtteilchen“, 1909

Einstein sagt in einem Vortrag mit dem Titel „Über die Entwicklung unserer Anschauungen über das Wesen und die Konstitution der Strahlung“, den er am 21. September 1909 in Salzburg hielt:

Die Relativitätstheorie hat also unsere Anschauungen über die Natur des Lichtes insofern geändert, als sie das Licht nicht als Folge von Zuständen eines hypothetischen Mediums auffaßt, sondern als etwas wie die Materie selbstständig Bestehendes. Es hat ferner nach dieser Theorie mit einer Korpuskulartheorie des Lichtes das Merkmal gemeinsam, träge Masse vom emittierenden zum absorbierenden Körper zu übertragen.

... Es scheint, daß in bezug auf diesen Punkt die Emissionstheorie des Lichtes von NEWTON mehr Wahres enthält als die Undulationstheorie, da nach ersterer die Energie, welche einem Lichtteilchen bei der Aussendung verliehen wird, nicht über den unendlichen Raum zerstreut wird, sondern für einen Elementarprozeß der Absorption disponibel bleibt. (S. 572-573)

**Kommentar 19:** „...die Energie, welche einem Lichtteilchen bei der Aussendung verliehen wird“, das ist richtig! Das Lichtteilchen besitzt Masse und Geschwindigkeit. Die „Emissions-“ oder „Korpuskulartheorie“ ist die Teilchentheorie. Die „Undulationstheorie“ ist die „Wellentheorie“. Einstein bekennt sich hier klar zur Teilchentheorie. Er spricht das Wort „Lichtteilchen“ deutlich aus. Mit dem „hypothetischen Medium“ meint er den sogenannten „Lichtäther“, der Grundlage der Wellentheorie ist.

„Das Licht überträgt träge Masse vom emittierenden (Licht abstrahlenden) zum absorbierenden (Licht aufnehmenden) Körper“, sagt er. Das heißt, das Licht überträgt bewegte Masse, Materie in Form schnell bewegter Teilchen.

Für diesen Vortrag wurde er vier Jahre später von den Mächtigen der Physik gerügt. Ich zitiere aus einer Stellungnahme von Planck, Nernst, Rubens und Warburg, mit der sie 1913 Einstein für die Mitgliedschaft in der Preußischen Akademie vorschlugen:

„Zusammenfassend kann man sagen, daß es unter den großen Problemen, an denen die moderne Physik so reich ist, kaum eines gibt, zu dem nicht Einstein in bemerkenswerter Weise Stellung genommen hätte. Daß er in seinen Spekulationen gelegentlich auch einmal über das Ziel hinausgeschossen haben mag, wie z. B. in seiner Hypothese der Lichtquanten, wird man ihm nicht allzuschwer anrechnen dürfen; denn ohne einmal ein Risiko zu wagen, läßt sich auch in der exaktesten Naturwissenschaft keinerlei wirkliche Neuerung einführen.“ (zitiert nach Pais, 1986, S. 388)

„Über das Ziel hinausgeschossen“, „... wird man ihm nicht allzuschwer anrechnen dürfen“! Für seine Arbeit vom März 1905 „Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichts betreffenden heuristischen Gesichtspunkt“ (genannt „Lichtquantenhypothese“) war Einstein von Planck noch gelobt worden. Die Sache mit dem „Lichtteilchen“ ging den Herren in Berlin, den Physik-Funktionären, dann aber zu weit. Sie galt ihnen als ketzerisch, weil scheinbar gegen die herrschende Lehre der Wellentheorie gerichtet. Dennoch erhielt Einstein 1921 für seine Lichtteilchentheorie („Quantentheorie“) den Nobelpreis – so spät und als Trostpflaster, weil sich das Komitee vernünftigerweise nicht entschließen konnte, ihn für die Relativitätstheorie zu verleihen.

Heute gelten beide Theorien als richtig, die Wellentheorie und die Teilchentheorie. Die Theoretiker sprechen vom „Welle-Teilchen-Dualismus“. Sie sagen, das Licht sei Teilchen und Welle zugleich. Was diese Welle sein soll, erklären sie aber nicht. Dass sie die Bewegungsbahn des

Lichtteilchens sein könnte, diese Idee kommt ihnen nicht, jedenfalls äußern sie sie nicht. Könnte sie nicht eine winzige Korkenzieher-Bahn sein? Korkenzieher sind wellenförmig. Und ist die Helix nicht eine weit verbreitete Struktur in der Natur? Man denke nur an die Erbmoleküle. Sind sie nicht unter der Wirkung des Lichts entstanden?

### Einsteins falsche Theorie vom „Lichtteilchen“, 1917

Einstein schreibt in seinem „populären“ Buch von 1917:

... Nach der Relativitätstheorie wird die kinetische Energie eines materiellen Punktes von der Masse  $m$  nicht mehr durch den bekannten Ausdruck

$$m \frac{v^2}{2}$$

gegeben, sondern durch den Ausdruck

$$mc^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

Dieser Ausdruck wird unendlich, wenn sich die Geschwindigkeit  $v$  der Lichtgeschwindigkeit  $c$  nähert. Es muß also die Geschwindigkeit stets kleiner als  $c$  bleiben, wie große Energien man auch auf die Beschleunigung verwenden mag. ... (S. 30)

**Kommentar 20:** Das ist ein Widerspruch. Es heißt nichts anderes als: nach der speziellen Relativitätstheorie darf das Lichtteilchen keine Masse haben. Es muss materielos sein, weil sich das Licht bekanntermaßen mit  $c$  bewegt. Aber ein „materieloses Teilchen“ ist ein Widerspruch in sich, eine Paradoxie.

Nach der allgemeinen Relativitätstheorie (Einsteins Gravitationstheorie) hat das Lichtteilchen dann wieder eine Masse. In ihr ist das Licht, wie alle Materie, der Massenanziehung (Gravitation) unterworfen.

## 15. Einsteins seltsame „Definition der Gleichzeitigkeit“, 1905

Einstein schreibt in seiner grundlegenden Arbeit vom Juni 1905 „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“:

### § 1 Definition der Gleichzeitigkeit

.... Wir haben zu berücksichtigen, daß alle unsere Urteile, in welchen die Zeit eine Rolle spielt, immer Urteile über gleichzeitige Ereignisse sind. Wenn ich z. B. sage: „Jener Zug kommt hier um 7 Uhr an,“ so heißt dies etwa: „Das Zeigen des kleinen Zeigers meiner Uhr auf 7 und das Ankommen des Zuges sind gleichzeitige Ereignisse.“

**Kommentar 21:** Jeder Mensch weiß, was Gleichzeitigkeit ist, nämlich wenn sich zwei oder mehrere Ereignisse zum selben Zeitpunkt (bzw. im selben Zeitraum) ereignen. Einer Aufklärung über den Sinn des Wortes „Gleichzeitigkeit“ hätte es also nicht bedurft. Heute wird vor allem in den Medien, statt „gleichzeitig“ immer mehr das Wort „zeitgleich“ benutzt. Man will damit wohl dokumentieren, Einstein „verstanden“ zu haben. Der hatte nämlich 1917 die Unverfrorenheit zu schreiben: „Ich gebe mich als Physiker (allerdings auch als Nichtphysiker!) einer Täuschung hin, wenn ich glaube, mit der Aussage der Gleichzeitigkeit einen Sinn verbinden zu können.“ („Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie“, S. 14)

„Das Zeigen des kleinen Zeigers auf 7 und das Ankommen des Zuges sind gleichzeitige Ereignisse“, sagt Einstein hier. Das ist richtig. Aber warum sagt er nicht, was er wirklich meint?. Er meint: Jetzt zeigt der Zeiger auf 7, und im selben Jetzt kommt der Zug an. Das ist es, was er hier unter Zeit verstanden wissen will: das Jetzt, die unendlich kurze Zeit, das Differential der Zeit  $dt$ .

Er sagt, „daß alle unsere Urteile, in welchen die Zeit eine Rolle spielt, immer Urteile über gleichzeitige Ereignisse“ seien. Das ist wieder so eine Behauptung, bei der man nur den Kopf

schütteln kann. Wenn wir z. B. über die Natur der Zeit, Zeitwissen, Zeitempfinden, Zeitmaß, Zeitraum (Zeitspanne), Zeitpunkt, Zeitvergeudung, Zeitvertreib usw. sprechen, so sind das keine Urteile über gleichzeitige Ereignisse.

## 16. Einstein über den „Übelstand einer vom Beobachter nicht unabhängigen Zeit“, 1905

Einstein schreibt in seiner grundlegenden Arbeit vom Juni 1905 „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“:

§ 1. Definition der Gleichzeitigkeit

... Wir könnten uns allerdings damit begnügen, die Ereignisse dadurch zeitlich zu werten, daß ein samt der Uhr im Koordinatenursprung befindlicher Beobachter jedem von einem zu wertenden Ereignis Zeugnis gebenden, durch den leeren Raum zu ihm gelangenden Lichtzeichen die entsprechende Uhrzeigerstellung zuordnet. Eine solche Zuordnung bringt aber den Übelstand mit sich, daß sie vom Standpunkte des mit der Uhr versehenen Beobachters nicht unabhängig ist, wie wir durch die Erfahrung wissen.

**Kommentar 22:** Hier war Einstein also noch der Meinung, dass eine auf den Beobachter bezogene Zeit, also eine Relativität der Zeit, ein „Übelstand“ sei. Vergleiche Kapitel 6, Kommentare 9 und 10.

## 17. Einsteins falsches „Relativitätsprinzip“ und die Unterschlagung des Wortes „Lichtlaufzeit“, 1905

Einstein schreibt in seiner grundlegenden Arbeit vom Juni 1905:

§ 2. Über die Relativität von Längen und Zeiten

Die folgenden Überlegungen stützen sich auf das Relativitätsprinzip und auf das Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, welche beiden Prinzipien wir folgendermaßen definieren.

1. Die Gesetze, nach denen sich die Zustände der physikalischen Systeme ändern, sind unabhängig davon, auf welches von zwei relativ zueinander in gleichförmiger Translationsbewegung befindlichen Koordinatensystemen diese Zustandsänderungen bezogen werden.

2. Jeder Lichtstrahl bewegt sich im „ruhenden“ Koordinatensystem mit der bestimmten Geschwindigkeit  $V$ , unabhängig davon, ob dieser Lichtstrahl von einem ruhenden oder bewegten Körper emittiert ist. Hierbei ist

$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{Lichtweg}}{\text{Zeitdauer}},$$

wobei „Zeitdauer“ im Sinne der Definition des § 1 aufzufassen ist.

**Kommentar 23:** Warum schreibt Einstein nicht einfach, damit es jeder versteht:

Geschwindigkeit =  $\frac{\text{Lichtweg}}{\text{Lichtlaufzeit}}$  ? Stattdessen schreibt er „wobei *„Zeitdauer“ im Sinne der Definition des § 1 aufzufassen ist*“.

Diese Definition ist unverständlich. Sie dient lediglich der Vermeidung des Wortes „Lichtlaufzeit“. Das Wort „Lichtlaufzeit“ wird nicht nur von Einstein sondern auch allen Lehrbuchautoren gemieden. In keinem Lehrbuch kommt es vor.

Einstein schreibt in Sachen „Relativitätsprinzip“ im nachfolgenden Kapitel:

§ 3. Theorie der Koordinaten- und Zeittransformation von dem ruhenden auf ein relativ zu diesem in gleichförmiger Translationsbewegung befindlichen System.

Wir haben nun zu beweisen, daß jeder Lichtstrahl sich, im bewegten System gemessen, mit der Geschwindigkeit  $c$  fortpflanzt, falls dies, wie wir angenommen haben, im ruhenden System der Fall ist; denn wir haben den Beweis dafür noch nicht geliefert, daß das Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit mit dem Relativitätsprinzip vereinbar sei.

Zur Zeit  $t = t' = 0$  werde von dem zu dieser Zeit gemeinsamen Koordinatenursprung beider Systeme aus eine Kugelwelle ausgesandt, welche sich im System  $K$  mit der Geschwindigkeit  $c$  ausbreitet. Ist  $(x, y, z)$  ein eben von dieser Welle ergriffener Punkt, so ist also

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2 t^2.$$

Diese Gleichung transformieren wir mit Hilfe unserer Transformationsgleichungen und erhalten nach einfacher Rechnung:

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = c^2 t'^2.$$

Die betrachtete Welle ist also auch im bewegten System betrachtet eine Kugelwelle von der Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c$ . Hiermit ist gezeigt, daß unsere beiden Grundprinzipien miteinander vereinbar sind.

**Kommentar 24:** Das ist falsch. Natürlich bewegt sich jeder Lichtstrahl *im Raum* des bewegten Systems ( $K'$ ) wie im Raum des ruhenden Systems ( $K$ ) mit der Geschwindigkeit  $c$ , nicht aber relativ zum bewegten Koordinatenkreuz  $K'$ , das man sich aus drei Gerüststangen zusammengesetzt denken kann. Hier wird auch deutlich, warum Einstein das Wort „Raum“ in der Speziellen Relativitätstheorie, so gut er kann, meidet. Er sieht nur die Bewegung der Körper relativ zueinander. Dass die sich im Raum bewegen, ignoriert er.

Das  $t$  und  $t'$  sind Lichtlaufzeiten. Wieder versäumt Einstein hier bewusst, das auszusprechen.

## 18. Einsteins sogenannte „Relativität der Gleichzeitigkeit“, 1905

Einstein schreibt in seiner grundlegenden Arbeit vom Juni 1905 „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“:

§ 2. Über die Relativität von Längen und Zeiten

... Wir sehen also, daß wir dem Begriffe der Gleichzeitigkeit keine absolute Bedeutung beimessen dürfen, sondern daß zwei Ereignisse, welche von einem Koordinatensystem aus betrachtet, gleichzeitig sind, von einem relativ zu diesem System bewegten System aus betrachtet, nicht mehr als gleichzeitige Ereignisse aufzufassen sind.

**Kommentar 25:** Die Betonung liegt auf „*betrachtet*“ (gesehen, wahrgenommen). Man kann um die Gleichzeitigkeit zweier Ereignisse wissen, und man kann zwei Ereignisse als gleichzeitig oder nicht gleichzeitig wahrnehmen. Einstein kannte offensichtlich den Unterschied zwischen Wissen und Wahrnehmung nicht, bzw. wollte ihn nicht wahrhaben. Vergleiche Kapitel 4. und 5.

Hier ist eine auf den Beobachter bezogene, also relative Zeit auf einmal kein „*Übelstand*“ mehr. Vergleiche Kapitel 16. Einstein widerspricht sich von einem zum anderen Kapitel.

Die Idee von einer angeblich „naiven Verwendung der Gleichzeitigkeit“ in unserer Umgangssprache stammt von Poincaré. Abraham Pais schreibt:

Sein Aufsatz von 1898, in dem er die naive Verwendung der Gleichzeitigkeit anzweifelte und die Ansprache, die er 1904 in Sant Louis hielt, finden sich in „*La Valeur de la Science*“, seine Pariser Ansprache von 1900 in „*La Science et l'Hypothese*“. Dieses Buch, das als einziges der vier vor 1905 erschien, lasen Einstein und seine Freunde in Bern. (1982, S. 132/133)

## 19. Einsteins unlogische Herleitung der „Lorentz-Transformation“, 1917

Einstein schreibt in seinem „populären“ Buch von 1917:

§ 11 Die Lorentz-Transformation

... Wie findet man Ort und Zeit eines Ereignisses in bezug auf den Zug, wenn Ort und Zeit des Ereignisses in bezug auf den Bahndamm bekannt sind? ... Unser Problem lautet in exakter Formulierung offenbar folgendermaßen. Wie groß sind die Werte  $x', y', z', t'$  eines Ereignisses in bezug auf  $K'$ , wenn die Größen,  $x, y, z, t$  desselben Ereignisses in bezug auf  $K$  gegeben sind? Die Beziehungen müssen so gewählt werden, daß dem Gesetz der Vakuumfortpflanzung des Lichtes für einen und denselben Lichtstrahl (und zwar für jeden) in

bezug auf  $K$  und  $K'$  Genüge geleistet wird. Dies Problem wird für die in der Zeichnung (Abb. 2) angegebene relative räumliche Orientierung der Koordinatensysteme gelöst durch die Gleichungen:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Dieses Gleichungssystem wird mit dem Namen „LORENTZ-Transformation“ bezeichnet.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Eine einfache Ableitung der LORENTZ-Transformation ist im Anhang gegeben.

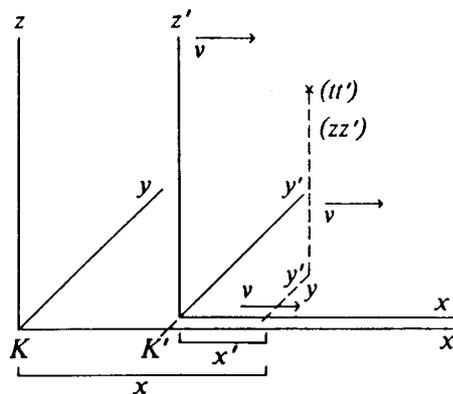


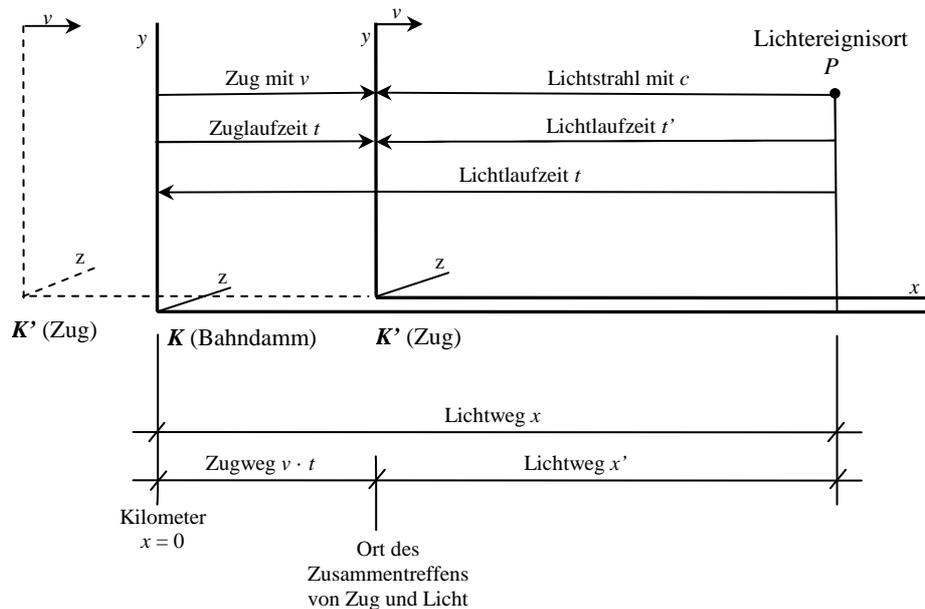
Abb. 2

**Kommentar 26:** Eigentlich müsste dieses Gleichungssystem zur Koordinaten- und Lichtlaufzeitumrechnung „Voigt-Larmor-Transformation“ heißen, denn von Voigt (1887) und Larmor (1898) war es erstmals entwickelt worden, (von Lorentz erst 1904). Würde sie von Einstein stammen, hätte man sie ganz sicher „Einstein-Transformation“ genannt. Den von Poincaré (1854-1912) eingeführten Namen „Lorentz-Transformation“ benutzt Einstein hier zum ersten Mal.

Der dritte Satz in diesem Text ist Einsteins falsches Relativitätsprinzip. Ich wiederhole und hebe ihn durch Kursiv- und Fettschrift hervor: „**Die Beziehungen müssen so gewählt werden, daß dem Gesetz der Vakuumfortpflanzung des Lichtes für einen und denselben Lichtstrahl (und zwar für jeden) in bezug auf  $K$  und  $K'$  Genüge geleistet wird.**“ Nur mit dieser willkürlichen Annahme war es Einstein möglich, die Lorentz-Transformation herzuleiten.

„Dies Problem wird für die in der Zeichnung (Abb. 2) angegebene relative räumliche Orientierung der Koordinatensysteme gelöst durch die Gleichungen.“, fährt Einstein fort und bezieht sich dabei auf seine Abbildung 2. Aber die ist nicht zu verstehen, sie ist Schwindel. Was bedeutet das  $(t')$ ? Was ist  $t'$ ? Was ist  $t'$ ? Was bedeutet das Kreuzchen? Man bedenke, dass er dieses Buch zur Erklärung für die breite Öffentlichkeit geschrieben hat. Die Zeichnung erklärt nicht, sie verschleiern im Gegenteil den tatsächlichen Sachverhalt. Das ist Einsteins Absicht. Er will die Unlogik seiner Herleitung der „Lorentz-Transformation“ verschleiern.

Mit der folgenden Zeichnung gebe ich, entsprechend Einsteins Gedankenexperiment, eine Darstellung der Situation vom Zug und Bahndamm, wie Einstein sie ehrlicherweise hätte geben müssen:



Erklärung zur Zeichnung:

Auf einem geradlinigen Bahndamm  $K$  fährt ein Zug  $K'$  mit der konstanten Geschwindigkeit  $v$  von links nach rechts. In dem Moment (Zeitpunkt, Differential der Zeit  $dt$ ), wo sich der Zug bei Kilometer  $x = 0$  befindet, blitzt im Punkt  $P$  ein Lichtsignal auf. Das Licht mit der Geschwindigkeit  $c$  und der Zug mit der Geschwindigkeit  $v$  rasen aufeinander zu. Wann treffen sie aufeinander? Die Antwort: nach der unbekanntem Lichtlaufzeit  $t'$ , bzw. der unbekanntem Zuglaufzeit  $t$ . Es gilt also  $t - \text{Zug} = t' - \text{Licht}$ . Mit seinem  $(t = t')$  setzt Einstein aber gegen alle Vernunft  $t - \text{Licht} = t' - \text{Licht}$ . Sein falsches Relativitätsprinzip fordert, dass der Zug zu dem Zeitpunkt ( $dt$ ), wo er sich bei  $x = 0$  befindet, stoppt. Er darf nicht weiterfahren. Nur dann ist **die Lichtgeschwindigkeit relativ zu ihm ( $K'$ ) gleich der relativ zum Bahndamm ( $K$ )**.

Nur im Jetzt ist die Geschwindigkeit eines fahrenden Zuges Null. Die „Lorentz-Transformation“ ist also unter der Bedingung  $v = 0$ , bzw.  $dt$  entstanden, das heißt, als Differentialgleichung. Sie ist eine Kombination aus Differential- und Integralsituation, eine Kombination aus  $dt$  und  $t$ . In ihrer Anwendung kann für jede Relativgeschwindigkeit  $v$  eine Umrechnung (Transformation) vorgenommen werden oder anders gesagt: zu jeder Relativgeschwindigkeit zwischen  $K$  und  $K'$  gehört eine Transformation.

In der Fußnote 9 des zitierten Textes verweist Einstein auf seine „einfache Ableitung der Lorentz-Transformation“. Schauen wir uns nur ihren Anfang an, das genügt, um auch in ihr den Schwindel zu erkennen:

Bei der in Abb. 2 angedeuteten relativen Orientierung der Koordinatensysteme fallen die X-Achsen beider Systeme dauernd zusammen. ...Gesucht sind  $x'$  und  $t'$ , wenn  $x$  und  $t$  gegeben sind.

Ein Lichtsignal, welches längs der positiven X-Achse vorschreitet, pflanzt sich nach der Gleichung

$$x = ct$$

oder

$$x - ct = 0 \quad (1)$$

fort. Da dasselbe Lichtsignal sich auch relativ zu  $K'$  mit der Geschwindigkeit  $c$  fortpflanzen soll, so wird die Fortpflanzung relativ zu  $K'$  durch die analoge Formel

$$x' - ct' = 0 \quad (2)$$

beschrieben. Diejenigen Raum-Zeit-Punkte (Ereignisse), welche (1) erfüllen, müssen auch (2) erfüllen. Dies wird offenbar der Fall sein, wenn allgemein die Beziehung

$$(x' - ct') = \lambda(x - ct) \quad (3)$$

erfüllt ist, wobei  $\lambda$  eine Konstante bedeutet; ...

**Kommentar 27:** Der Satz „Da dasselbe Lichtsignal sich auch relativ zu  $K'$  mit der Geschwindigkeit  $c$  fortpflanzen soll“, ist Einsteins falsches Relativitätsprinzip. „Soll“ ist hier das entscheidende Wort. Der Satz „Diejenigen Raum-Zeit-Punkte (Ereignisse), welche (1) erfüllen, müssen auch (2) erfüllen.“ bedeutet dasselbe. Hier liegt die Betonung auf „müssen“. „Soll“ und „müssen“ – das ist Willkür, das ist der Schwindel, der heute die Bezeichnung „Einsteinsche Postulate“ trägt.

Was für eine Konstante das  $\lambda$  sein soll, sagt Einstein nicht. Er mogelt sich mit ihr weiter durch, bis schließlich die Lorentz-Transformation rauskommt. Dass er sie schon vorher kannte, weil er sie von Voigt, Larmor oder Lorentz abgeschrieben hatte, erfährt die Öffentlichkeit nicht.

## 20. Einsteins unkorrekte Darstellung der „Galilei-Transformation“, 1917

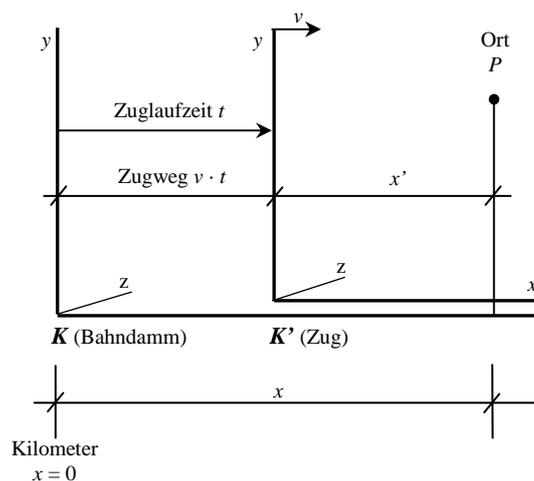
Einstein schreibt in seinem „populären“ Buch von 1917 „§ 11. Die Lorentz-Transformation“, direkt im Anschluss an seine Abbildung 2:

Würden wir aber an Stelle des Lichtausbreitungsgesetzes die stillschweigenden Voraussetzungen der alten Mechanik von dem absoluten Charakter der Zeiten und Längen zugrunde gelegt haben, so würden wir statt dieser Transformationsgleichungen zu den Gleichungen

$$\begin{aligned}x' &= x - v \cdot t \\y' &= y \\z' &= z \\t' &= t\end{aligned}$$

gelangt sein, welches System man oft als „GALILEI-Transformation“ bezeichnet. Die GALILEI-Transformation geht aus der LORENTZ-Transformation dadurch hervor, daß man in letzterer die Lichtgeschwindigkeit  $c$  gleich einem unendlich großen Werte setzt.

**Kommentar 28:** Im Gegensatz zur Lorentz-Transformation kommt in der Galilei-Transformation das Licht nicht vor. Deshalb hat die vierte Gleichung  $t' = t$  in ihr nichts zu suchen. Sie dient Einstein hier nur zur Irreführung des Lesers (vgl. das  $(tt')$  in seiner Abbildung 2). Im Folgenden eine korrekte zeichnerische Darstellung der Situation, die der Galilei-Transformation zugrunde liegt:



Der Ort  $P$  ist in der Galilei-Transformation kein Lichtereignisort. Von ihm wird kein Licht abgestrahlt. Gegeben ist die Strecke  $x$ , die Zuggeschwindigkeit  $v$  und die Zuglaufzeit  $t$ . Gesucht ist die Strecke  $x'$ . Es ist  $x' = x - v \cdot t$ . Das ist alles.

Die Galilei-Transformation geht nicht, wie Einstein hier behauptet, aus der Lorentz-Transformation hervor, denn die Lichtgeschwindigkeit ist nicht „gleich einem unendlich großen Werte“. Die Galilei-Transformation ist nicht, wie behauptet wird, der Spezialfall  $v/c \rightarrow 0$  der Lorentz-Transformation, denn das würde bedeuten:  $c \rightarrow \infty$  oder  $v \rightarrow 0$ . Ein  $c \rightarrow \infty$  entspricht nicht der Wirklichkeit, und ein  $v \rightarrow 0$  ist hier sinnlos.

Während Einstein offensichtlich den Scharlatan machte, scheint Lorentz die Sache nicht verstanden zu haben, denn er schrieb in einer Anmerkung zu seinen Columbia lectures, 1915:

Der Hauptgrund meines Scheiterns [die Relativitätstheorie zu entdecken] war mein Festhalten an der Idee, daß nur die Variable  $t$  als wahre Zeit betrachtet werden kann und meine lokale Zeit  $t'$  nichts als eine mathematische Hilfsgröße ist. (Pais 1986, S. 165)

Die „lokale Zeit  $t'$ “? Was ist das jetzt wieder für ein Ausdruck? Sie ist die Zeit am Ort des Lichtempfängers. Sie ist nicht die Zeit des Ereignisses und in diesem Sinne nicht die wahre Zeit.

## 21. Einsteins falsches „Additionstheorem der Geschwindigkeiten“, 1905

Dieses „Theorem“ (Lehrsatz) ist die mathematische Formulierung des Relativitätsprinzips. Einstein hat es in seiner grundlegenden Arbeit „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“, Juni 1905 aus der „Lorentz-Transformation“ abgeleitet. Er schreibt:

§ 5 Additionstheorem der Geschwindigkeiten  
... so erhalten wir:

$$U = \frac{v + w}{1 + \frac{vw}{c^2}} .$$

Aus dieser Gleichung folgt, daß aus der Zusammensetzung zweier Geschwindigkeiten, welche kleiner sind als  $c$ , stets eine Geschwindigkeit kleiner als  $c$  resultiert. ... Es folgt ferner, daß die Lichtgeschwindigkeit  $c$  durch Zusammensetzung mit einer «Unterlichtgeschwindigkeit» nicht geändert werden kann.

**Kommentar 29:** Die „Mathematik-Seuche“ (Einstein) hatte Einstein schon 1905 blind gemacht. Es ist doch ganz offensichtlich, dass das, was aus dieser Gleichung folgt, physikalisch grundfalsch ist, mag sie auch mathematisch fehlerfrei aus der Lorentz-Transformation abgeleitet worden sein. In der Gleichung steckt das falsche Relativitätsprinzip, das keine Relativgeschwindigkeit des Lichts  $c + v$  oder  $c - v$  zulässt (vgl. Kapitel 2, Kommentar 2), weil die Lorentz-Transformation auf der Lichtgeschwindigkeit  $c$  als Unveränderlicher (Invariante) basiert.

Nebenbei bemerkt: In der Allgemeinen Relativitätstheorie (Einsteins Gravitationstheorie) ist die Geschwindigkeit des Lichts nicht mehr konstant  $c$ , eben darum, weil Licht Masse besitzt und damit der Gravitation unterliegt, die großräumig im Universum wirkt und die Geschwindigkeit der Körper im Raum beeinflusst. Im Juni 1912 schrieb Einstein in einem Brief:

Was sagen eigentlich die Kollegen zu dem Aufgeben des Prinzips von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit?

und er gibt gleich eine Antwort, den Physiker Wilhelm Wien (Nobelpreis 1911) betreffend:

Wien sucht dadurch zu helfen, daß er die Schwere der Energie in Abrede stellt. Das ist aber unhaltbare Vogel-Strauß-Politik. (Brief vom 12. Juni 1912 an L. Hopf, zitiert nach Pais, 1986, S. 210)

Die „*Schwere der Energie*“ (welch ein Begriff!) soll heißen, die Massehaltigkeit, die Schwere des Lichts. Licht wiegt etwas, wie jedes Ding. Es übt ja auch Druck aus (Lichtdruck). Einstein selbst war ein Großmeister der „*Vogel-Strauß-Politik*“. Vor allen Widersprüchen steckte er den Kopf in den Sand.

## Teil 3

### Die Relativitätstheorie an der Universität

In diesem Teil werden die Kernpunkte der Speziellen Relativitätstheorie wie sie in den Lehrbüchern stehen, zitiert und kommentiert. Ausgewählt wurden drei bekannte Lehrbücher. Sie enthalten alle auch das „Zwillingsparadoxon“.

#### 22. Die „Einsteinischen Postulate“ im Lehrbuch „Physik“ von Paul A. Tipler

##### Die Einsteinischen Postulate

Die spezielle Relativitätstheorie basiert auf nur zwei Postulaten, die Einstein bereits in seiner Arbeit von 1905 formuliert hat. Vereinfacht lauten sie:

*Erstes Postulat: Es gibt kein physikalisch bevorzugtes Inertialsystem. Die Naturgesetze nehmen in allen Inertialsystemen dieselbe Form an.*

*Zweites Postulat: Die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist in jedem beliebigen Inertialsystem unabhängig vom Bewegungszustand der Lichtquelle.*

Das erste Postulat stellt eine Erweiterung des Newtonschen Relativitätsprinzips auf alle Arten physikalischer Messungen dar, es gilt also nicht nur für die Mechanik. Das zweite Postulat beschreibt eine Eigenschaft, die im Grunde alle Wellen gemein haben. ...

Obwohl jedes der beiden Postulate für sich genommen recht einleuchtend wirkt, sind viele Schlußfolgerungen aus beiden Postulaten zusammen überraschend und widersprechen der Anschauung. ...

*Zweites Postulat (alternativ): Jeder Beobachter mißt für die Lichtgeschwindigkeit  $c$  im Vakuum denselben Wert.*

Dieses Ergebnis widerspricht unserer alltäglichen Vorstellung von Relativgeschwindigkeiten. Wenn sich ein Auto mit 50 km/h von einem Beobachter fortbewegt und ein zweites mit 80 km/h in dieselbe Richtung fährt, dann ist die Relativgeschwindigkeit der beiden Autos 30 km/h. Dieses Ergebnis folgt aus einer einfachen Messung und entspricht unserer Vorstellung. Trotzdem messen Beobachter in beiden Autos für einen Lichtstrahl, der sich in ihrer Richtung ausbreitet, dieselbe Geschwindigkeit, wie es die Einsteinischen Postulate fordern. Unsere Vorstellung, daß wir Geschwindigkeiten einfach addieren können, ist nur so lange gültig, wie die betrachtete Geschwindigkeit klein gegenüber der Lichtgeschwindigkeit ist. (S. 1156)

##### Kommentar 30:

*Zum ersten Postulat:* Das ist richtig. „Inertialsysteme“ (oder „galileische Körper“) nennen die Physiker Körper, die sich mit konstanter Geschwindigkeit und geradlinig bewegen. Es gibt aber ein bevorzugtes Koordinatensystem: das Universum (den Raum). Das ist das einzige, das absolut ruht. Es gibt nichts außer ihm.

*Zum zweiten Postulat:* Das ist Einsteins falsches Relativitätsprinzip. Die Geschwindigkeit des Lichts relativ zum Raum ist unabhängig von der Geschwindigkeit seiner Quelle, nicht aber die Geschwindigkeit des Lichts *relativ zu seiner Quelle*. Vergleiche Kapitel 2., Kommentar 2.

*Zum zweiten Postulat (alternativ):* Jeder Beobachter misst für die Geschwindigkeit des Lichts relativ zum Raum die Lichtgeschwindigkeit  $c$  (Absolutgeschwindigkeit des Lichts), relativ zu anderen bewegten Körpern aber andere Geschwindigkeiten (Relativgeschwindigkeiten des Lichts).

Was über die Autos gesagt wird, ist falsch. Die Geschwindigkeit des Lichtstrahls relativ zu dem Auto mit 50 km/h ist selbstverständlich um 30 km/h größer als die relativ zu dem Auto mit 80 km/h.

#### 23. „Additionstheorem der Geschwindigkeiten“ (und „Fizeau-Versuch“) im Lehrbuch „Gerthsen Physik“ von Helmut Vogel

##### Addition von Geschwindigkeiten

Der Beobachter  $B$  in seinem Raumschiff fliege noch immer mit der Geschwindigkeit  $v$  relativ zu mir. Wir beide beobachten einen Meteoriten, ...

*B mißt also für den Meteoriten nicht, wie man erwarten sollte, die Summe der Geschwindigkeiten  $-v$  und  $-u$ , sondern den Faktor  $1/(1 + vu/c^2)$  weniger.*

Dies **Additionstheorem** wird direkt experimentell bestätigt durch den schon viel früher ausgeführten Versuch von *Fizeau*.

Eine unmittelbare Folge ist, daß die Lichtgeschwindigkeit nicht einfach durch Stapelung genügend vieler Geschwindigkeiten, die kleiner als  $c$  sind, erreicht werden kann. (S. 844)

**Kommentar 31:** Falsch. Vergleiche Kapitel 21, Kommentar 29. Was unlogisch ist, kann nicht als richtig bewiesen werden.

Durch den „*Fizeau-Versuch*“ wurde etwas ganz anderes bewiesen. Die Geschwindigkeit des Lichts in ruhendem Wasser beträgt 225 000 km/s. In strömendem Wasser, hatte man vermutet, würde sie sich in Strömungsrichtung um die volle Geschwindigkeit des Wassers erhöhen. Der Versuch ergab aber, dass sie sich nur um einen Teil der Wassergeschwindigkeit erhöht. Einstein hatte schon 1905 daraus geschlossen, dass es keinen „Lichtäther“ gibt und das Licht aus Teilchen besteht (vgl. Kapitel 14., Kommentar 19). In seinem Vortrag von 1911 sagt er:

Der Fizeausche Versuch sagt: der Äther („Lichtäther“) bewegt sich mit der Materie nicht, ... (S. 6)

Das heißt, die herrschende Lichttheorie von einem Wellenimpuls im Äther ist falsch.

In seiner Rede „Äther und Relativitätstheorie“, 1920 in der Universität Leiden, spricht Einstein dann aber inkonsequenterweise wieder von einem „Lichtäther“, und sogar, man sollte es nicht glauben, von einem „quasistarren Äther“:

Diese Theorie – auch Theorie des ruhenden Lichtäthers genannt – fand ferner eine gewichtige Stütze in dem auch für die spezielle Relativitätstheorie fundamentalen Experimente von *Fizeau*, aus welchem man schließen mußte, daß der Lichtäther an den Bewegungen der Körper nicht teilnehme. Auch die Erscheinung der Aberration sprach für die Theorie des quasistarren Äthers.

Die Aberration (entdeckt durch *James Bradley* 1728 mit einem 64 m! langen Fernrohr) spricht klar für die Teilchentheorie und gegen die Theorie von einem Wellenimpuls im Äther. In seiner grundlegenden Arbeit vom Juni 1905 hatte Einstein in der Einleitung geschrieben:

Die Einführung eines „Lichtäthers“ wird sich insofern als überflüssig erweisen, als...

## 24. „Relativität der Gleichzeitigkeit“ im Lehrbuch „*Gerthsen Physik*“ von *Helmut Vogel*

### Relativität der Gleichzeitigkeit

Ein Beobachter  $B$  bewege sich mit der konstanten Geschwindigkeit  $v$  relativ zu mir nach „rechts“ (Abb. 15.5). Auch er ordnet entfernte Ereignisse durch Rückdatierung mit Hilfe von Licht- oder Radiosignalen ein.

Wir betrachten folgende Punktereignisse:

$D$ : Eine Nova bricht 10 Lichtjahre „links“ von  $B$  aus;

$E$ : Eine Nova bricht 10 Lichtjahre „rechts“ von  $B$  aus;

$F$ :  $B$  sieht beide Explosionen.

Da  $B$  die beiden Eruptionen gleichzeitig sieht und beide in gleichem Abstand von ihm erfolgen, haben sie für ihn gleichzeitig stattgefunden ... (S. 840)

**Kommentar 32:** Die Betonung liegt auf „*er sieht*“. Das Sehen (Wahrnehmen) von zwei Ereignissen ist eine Sache, das Wissen um ihre Gleichzeitigkeit eine andere. Vergleiche Kapitel 18.

## 25. „Zeitdehnung“ in den Lehrbüchern von Tipler und Vogel

### „Zeitdehnung“ im Lehrbuch „Physik“ von Paul A. Tipler

#### Zeitdehnung

Aus der Lorentz-Transformation folgt unmittelbar der wichtige Effekt der Zeitdehnung, den man auch als Zeitdilatation bezeichnet. ... (S. 1160)

Beispiel 34.2

Astronauten in einem mit  $v = 0,6 c$  von der Erde fortfliegenden Raumschiff teilen ihrer Bodenstation mit, daß sie ein Nickerchen einlegen und sich nach einer Stunde wieder melden werden. Wie lange schlafen sie im Bezugssystem der Erde?

Da die Astronauten in ihrem Bezugssystem am selben Ort einschlafen und aufwachen, ist das Zeitintervall für ihren Schlaf von einer Stunde eine Eigenzeit. Im Bezugssystem der Erde legen die Astronauten während dieser Zeit eine beachtliche Distanz zurück. Das Zeitintervall im Erde-Bezugssystem ist daher länger, und zwar um den Faktor  $\gamma$  ...

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} = 1,25.$$

Das Nickerchen dauert im Bezugssystem der Erde also 1,25 Stunden. (Tipler, S. 1162)

**Kommentar 33:** Erster Akt: Die Astronauten schicken ihrer Bodenstation ein Signal, dass sie eine Stunde schlafen wollen und sich dann wieder melden werden.

Zweiter Akt: Nach einer Stunde senden die Astronauten wieder ein Signal. Die elektromagnetischen Wellen erreichen die Bodenstation nach 0,25 Stunden. Das ist die Lichtlaufzeit, die sogenannte „Zeitdehnung“.

Die beiden Signale sind die „Ereignisse“. Von einer „Dehnung der Zeit“ im Sinne einer Verlangsamung des Zeitflusses, kann aber natürlich keine Rede sein. Vergleiche Kapitel 9. und 10.

### „Zeitdehnung“ im Lehrbuch „Gerthsen Physik“ von Helmut Vogel

#### Uhrenvergleich

*B* und ich haben je eine Uhr bei uns. Nach Voraussetzung zeigten bei der Begegnung beide Uhren Null. Wir sind schon fern voneinander, wenn meine Uhr 1 zeigt. Ich gebe *B* durch ein Radiosignal von diesem Ereignis Kunde, *B* tut das Entsprechende. ....

Jeder Beobachter sieht die Uhr des anderen erst später die 1 erreichen als seine eigene, also nachgehen. Man spricht von einer Zeitdilatation im bewegten System, was den Eindruck macht, als sei die Lage gerade umgekehrt wie beim Maßstabsvergleich. Folgende Formulierung arbeitet die Analogie besser heraus:

*Zwischen zwei Punktereignissen mißt derjenige Beobachter den kürzesten Zeitabstand, der sie (soweit möglich) direkt erlebt, also für den sie beide „hier“ sind.*

*Zwischen zwei Punktereignissen mißt derjenige den kürzesten Abstand, für den sie gleichzeitig erfolgen (denn sein Maßstab ist der längere).*

Die beiden Uhren waren aber natürlich physikalisch identisch. Von ihrem Konstruktionsprinzip (mechanisch, piezoelektrisch, molekularoptisch) war nicht einmal die Rede. Es folgt, daß alle physikalischen Prozesse, die sich in einem bestimmten System abspielen, von einem dagegen bewegten System aus betrachtet langsamer ablaufen. Diese Folgerung ist auf mehrere Weisen direkt experimentell beweisbar: Mittels des transversalen Doppler-Effekts, der Lebensdauer von Mesonen der kosmischen Strahlung usw. (S. 843)

**Kommentar 34:** Vergleiche Kapitel 9. und 10.

## 26. „Längenkontraktion“ im Lehrbuch „Physik“ von Paul A. Tipler

### Längenkontraktion

Ein eng mit der Zeitdilatation verknüpftes Phänomen ist die Längenkontraktion. Die Länge eines Objekts, gemessen in seinem Ruhesystem, heißt Ruhelänge  $l_R$ . In jedem Bezugssystem  $S$ , in dem sich das Objekt bewegt, ist die dort gemessene Länge kürzer als die Ruhelänge. ... Die Länge des Stabs ist also kleiner, wenn sie in einem Bezugssystem gemessen wird, in dem sich der Stab bewegt. ...

Ein interessantes Beispiel für die Zeitdilatation und die Längenkontraktion ist das Auftreten von Myonen als sekundäre kosmische Strahlung. Myonen zerfallen nach folgendem Gesetz: [...] Da Myonen beim Zerfall von Pionen in der Atmosphäre in einer Höhe von mehreren tausend Metern entstehen, sollten nur wenige Myonen den Meeresspiegel erreichen. ... (S. 1163)

**Kommentar 35:** Die Aussage „Die Länge des Stabs ist also kleiner, wenn sie in einem Bezugssystem gemessen wird, in dem sich der Stab bewegt“ ist falsch. Es handelt sich nicht um die gemessene Länge sondern um die über die Lichtlaufzeit berechnete. Messen und berechnen sind zweierlei. Vergleiche Kapitel 8.

## 27. „Zwillingsparadoxon“ in den Lehrbüchern von Paus, Vogel und Tipler

Das „Zwillingsparadoxon“ im Lehrbuch „Physik in Experimenten und Beispielen“ von Hans J. Paus

### Die Zeitdilatation und das Zwillingsparadoxon

Wir wollen mit der Beschreibung des bekannten sogenannten Zwillingsparadoxons beginnen, das, wie sich dann herausstellt, gar kein Paradoxon ist, aber unglaublich klingt:

Im unternehmungslustigen Alter von 20 Jahren entschließt sich einer von zwei Zwillingsbrüdern, mit einem Raumschiff, das in kürzester Zeit eine Geschwindigkeit von – sagen wir –  $u = 0,9c$  erreichen kann, auf eine große Reise zu gehen. Er kehrt (nach seiner Uhr) nach 10 Jahren, also im Alter von 30 Jahren zurück und muß feststellen, daß sein Bruder bereits 43 Jahre alt geworden ist. Das klingt wie Zauberei. ... (S. 131)

**Kommentar 36:** Das klingt nicht nur wie Zauberei, das ist Zauberei. Wie können 10 Jahre in derselben Zeit 23 Jahre sein? Vergleiche Kapitel 10.

Das „Zwillingsparadoxon“ im Lehrbuch „Gerthsen Physik“ von Helmut Vogel

### Zwillingsparadoxon

Es wurde und wird immer versucht, der Relativitätstheorie Absurditäten und Selbstwidersprüche nachzuweisen. Eines der ernstesten dieser „Paradoxa“ ist das folgende: Von zwei Zwillingsbrüdern bleibe Max auf der Erde, Moritz werde Astronaut und fliege z. B. mit  $v = 0,3 c$  zum  $\alpha$  Centauri (4,3 Lichtjahre) und zurück. In den ca. 30 Reisejahren ist Moritz infolge der Zeitdilatation nur um etwa 28,5 Jahre gealtert, Max aber um 30. Dies ist Max' Darstellung der Angelegenheit. Moritz würde sagen, Max habe sich die ganze Zeit mit  $0,3 c$  bewegt und müsse daher jünger sein. Entweder ist also die ganze Zeitdilatation hinfällig und beide altern in Wirklichkeit gleich schnell, oder einer ist tatsächlich jünger geblieben, und dieser ist der „wirklich Bewegte“, im eklatanten Widerspruch zum Relativitätsprinzip. Wie löst sich dieses Dilemma? ... (20. Auflage, S. 882)

**Kommentar 37:** Für Max und Moritz und Müller, Maier, Schulze vergeht die Zeit gleich schnell, aber sie *altern* nicht gleich schnell. Vergleiche Kapitel 10.

## Das „Zwillingsparadoxon“ im Lehrbuch „Physik“ von Paul A. Tipler

### Das Zwillingsparadoxon

Homer und Odysseus seien eineiige Zwillinge. Odysseus reise mit hoher Geschwindigkeit zu einem Planeten weit jenseits des Sonnensystems und kehre schließlich zur Erde zurück, während Homer auf der Erde bleibt. Welcher Zwilling ist nun nach Odysseus' Rückkehr älter - oder sind sie beide gleich alt? Dieses Problem und seine Variationen sind über Jahrzehnte hinweg Gegenstand heftiger Auseinandersetzungen gewesen, obwohl nur wenige die richtige Antwort ablehnten, daß der zu Hause gebliebene Zwilling älter ist. ... (S. 1169)

**Kommentar 38:** Vergleiche Kapitel 10.

## Lehrbuch „Theoretische Physik“ von Eckhard Rebhan

### Zwillingsparadoxon

In den Naturwissenschaften geht man heute davon aus, daß alle Vorgänge, die das Altern bedingen, z. B. chemische Reaktionen oder physikalische Prozesse wie das Schlagen des Herzens, den Gesetzen der Physik unterworfen sind. Die Geschwindigkeit ihres Zeitablaufes wird deshalb in verschiedenen Bezugssystemen verschieden beurteilt. Ein Mensch, der sich mit sehr hoher Geschwindigkeit ( $v \approx c$ ) gegenüber einem anderen Menschen bewegt, muß diesem daher so erscheinen, als würde er langsamer altern.

Dies führt auf das folgende Paradoxon: ... (S. 795)

**Kommentar 39:** Vergleiche Kapitel 10.

## 28. „Geschwindigkeitsabhängigkeit der Masse“ im Lehrbuch „Physik in Experimenten und Beispielen“ von Hans J. Paus

### Masse, Impuls, Energie

... Je größer die Geschwindigkeit, um so größer wird die Masse des Körpers. Die Abhängigkeit der Körpermasse von der Geschwindigkeit ist in Fig. 12.14 gezeichnet. Man erkennt: Bis etwa  $v \approx 0,4c$  bleibt die Massezunahme unter 10%, um dann aber mit wachsender Geschwindigkeit schnell anzusteigen. Die Geschwindigkeit  $v = c$  ist wie eine Mauer, die nicht überwunden werden kann; die Masse geht mit  $v \rightarrow c$  gegen unendlich; sie wird für  $v > c$  imaginär.

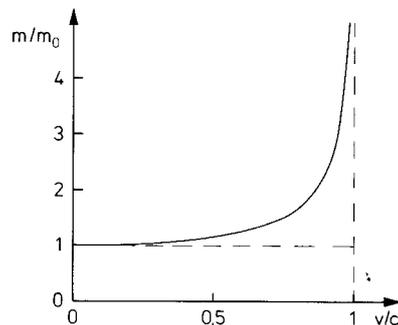


Fig. 12.14: Abhängigkeit der Masse eines Körpers von seiner Geschwindigkeit.  $m_0$  ist die sogenannte Ruhmasse. Bei  $v = c$  wird die Masse  $\infty$ . Die Lichtgeschwindigkeit ist wie eine Mauer, die von keinem massebehafteten Körper erreicht werden kann. (S. 142)

**Kommentar 40:** „Je größer die Geschwindigkeit, um so größer wird die Masse des Körpers“. Das ist falsch. Ich werde nicht dadurch schwerer (massereicher), dass ich renne. Die Stoßkraft

(Impuls) ist es, die mit zunehmender Geschwindigkeit wächst, nicht die Masse (Materiemenge). Vergleiche Kapitel 13., Kommentar 18.

„Die Lichtgeschwindigkeit ist wie eine Mauer, die von keinem massebehafteten Körper erreicht werden kann.“ Das ist falsch. Vergleiche Kapitel 14., Kommentare 19 und 20.

Hans J. Paus im selben Kapitel weiter:

$\begin{aligned} \text{Kinetische Energie: } E_k &= mc^2 - m_0c^2 \\ \text{Gesamtenergie: } E_{ges} &= mc^2 \\ \text{Ruhenergie: } E_0 &= m_0c^2 \end{aligned}$ <p style="text-align: center;"><b>(Einstein-Beziehung)</b></p>
--

Diese Gleichungen konstatieren, daß – verbunden durch den Faktor  $c^2$  – Masse und Energie gleichwertige physikalische Größen sind; Masse ist also eine Erscheinungsform der Energie, wenn man „Energie“ als den übergeordneten Begriff akzeptiert. Ruht ein Körper in einem Bezugssystem, dann ist mit  $m = m_0$  seine kinetische Energie  $E_k = 0$ . Wird er beschleunigt, dann vergrößert sich seine Energie von  $m_0c^2$ , seiner Ruhenergie, um die kinetische Energie  $E_k$  auf die Energie  $mc^2$ . Der zahlenmäßig riesige Faktor  $c^2$  hat zur Folge, daß man die mit der Energiezufuhr verbundene Massenänderung üblicherweise nicht bemerkt: Die Zufuhr von 1 Joule Energie ist nämlich einer Massenänderung von ca.  $10^{-17}$  kg äquivalent. ... (S. 143)

**Kommentar 41:** „Diese Gleichungen konstatieren, dass ... Masse und Energie gleichwertige physikalische Größen sind;“ Das ist falsch. Masse und Energie sind hier rein rechnerisch gleichwertig, aber physikalisch sind sie etwas ganz Verschiedenes: Masse ist Materiemenge, und Energie ist Bewegung. Eine Energiemenge ist eine Bewegungsmenge. Vergleiche Kapitel 13., Kommentar 18.

Wohin die Physik von der „Geschwindigkeitsabhängigkeit der Masse“ geführt hat, wird in der Teilchenphysik deutlich. Im Folgenden ein Auszug aus einem Spiegel-Artikel (18/1994) über die Entdeckung des „Top Quark“:

„Die 440 an den Crash-Versuchen beteiligten Forscher aus fünf Ländern haben offenbar das „Top Quark“ entdeckt, den lange gesuchten letzten der zwölf mutmaßlich kleinsten, nicht mehr teilbaren Bausteine der Materie.

Stolz verkündeten die Physiker ihren Fund am Dienstag vergangener Woche auf fünf zeitgleich anberaumten Pressekonferenzen in Chicago, Ottawa, Taipeh, Rom und Tokio. Als „Meilenstein“ für die moderne Physik bezeichnete ihn Team-Sprecher William Carithers.

Der Trommelwirbel ertönte aus gutem Grund. Endlich habe man das „fehlende Stück vom Puzzlespiel“ gefunden, atmete der Theorieprofessor David Schramm auf.

Die Teilchenforscher kamen dem Top Quark allerdings nur indirekt auf die Spur. Einen Billionstel-Bruchteil einer Billionstelsekunde nach seiner Erzeugung zerfällt das flüchtige Teilchen gleich wieder in andere Teilchen – der Nachweis des Phantoms ist deshalb schwierig. ...

Die lange erwartete Bestätigung des Standard-Modells durch das Aufspüren des Top Quarks löste nicht bei allen Physikern helle Freude aus. ... In dem scheinbar so lückenlosen Gedankengebäude klaffen nämlich noch hässliche Löcher, für die es keine Erklärung gibt ...

Schon seit vermutlich 15 Milliarden Jahren ist das Top Quark ausgestorben. Nur in jener unvorstellbar heißen Glutsuppe, die einen Sekundenbruchteil nach dem Urknall im Universum brodelte, kam das Teilchen vor. Als sich das Weltall später abkühlte, verwandelte sich das Top Quark in Strahlung.

Die Metamorphose erklärt, weshalb das Top Quark so lange sämtlichen Fahndungsaktionen entwischen konnte. Die beiden europäischen Teilchenschleudern – Desy in Hamburg und Cern bei Genf – bringen nicht die erforderliche Energie zustande, um das Urknall-Teilchen wiederauferstehen zu lassen. Auch das Tevatron bei Chicago, die stärkste Partikelkanone der Welt, musste nun fast bis zum Anschlag hochgefahren werden, ehe das Top Quark endlich bei 174 Milliarden Elektronenvolt sichtbar wurde.

„Das Ding wiegt fast so viel wie ein ganzes Goldatom“, staunt Fermilab-Forscher Melvy Shochet. Das Top Quark ist somit 35 000mal schwerer als seine leichten Quark-Brüder – eine Art Felsklotz, der sich in die Mikrowelt verirrt hat.

Weshalb derart krasse Massen-Unterschiede zwischen den elementaren Bausteinen der Materie bestehen, ist für die Gelehrten bislang ein Rätsel. „Man baut doch auch kein Haus aus Ziegelsteinen“, stöhnt der US-Physiker Michael Riordan vom Stanford-Linearbeschleuniger, „und nimmt für jeden sechsten Stein dann einen Bleiblock.“

Am Anfang zumindest waren alle gleich. In der Geburtsstunde des Kosmos kamen die Elementarteilchen gewichtslos auf die Welt. Der Theorie zufolge erhielten sie,  $10^{-43}$  Sekunden nach dem Urknall, ihre Masse von mysteriösen „Higgs“-Bosonen, ...“ („Baustein aus Blei“, 2.5.1994)

Ich wiederhole in einem Satz: Der letzte der zwölf mutmaßlich kleinsten, nicht mehr teilbaren Bausteine der Materie – das Ding wiegt fast so viel wie ein ganzes Goldatom – kam nur einen Sekundenbruchteil nach dem Urknall vor vermutlich 15 Milliarden Jahren vor, wobei es gewichtslos auf die Welt kam und seine Masse von mysteriösen „Higgs-Bosonen“ erhielt.

Ist das ein vernünftiges Bild von der Welt der Teilchen, ein vernünftiges Bild vom Universum? Ist das logisch? Ist das Wissenschaft? Bei allen Errungenschaften von Mathematik und Technik: wir müssen uns den natürlichen Verstand bewahren.

## Schlusswort

Als Einstein 1949 in Princeton 70 Jahre alt wurde, gratulierte ihm auch Maurice Solovine, der „gute Solo“, der in der Berner Zeit (1902 – 1909) als Privatschüler und Diskussionspartner zu ihm gekommen war und ein Freund fürs Leben wurde. In seinem Dankesbrief antwortete Einstein ihm:

Sie stellen es sich so vor, daß ich mit stiller Befriedigung auf ein Lebenswerk zurückschaue. Aber es ist ganz anders. Da ist kein einziger Begriff, von dem ich überzeugt wäre, daß er standhalten wird, ... („Letters à Maurice Solovine“, Edition Gauthiers-Villars, 1956)

Der unkorrekte Umgang mit den physikalischen Begriffen, die Begriffsverfälschung, der Begriffschwindel, hatte Einstein im Geiste eingeholt. Jetzt, wo der Tod anklopfte (Einstein musste 1949 ins Krankenhaus, 1950 versiegelte er sein Testament), wollte er wenigstens einem guten Freund gegenüber die Wahrheit sagen und damit ein wenig sein Gewissen erleichtern.

Im Jahr 1952, drei Jahre vor seinem Tod, schrieb er, man begreife es als sein Vermächtnis:

Es ist von großer Bedeutung, daß die breite Öffentlichkeit Gelegenheit hat, sich über die Bestrebungen und Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung sachkundig und verständlich unterrichten zu können. Es genügt nicht, daß die einzelnen Resultate durch wenige Fachleute des entsprechenden Teilgebietes anerkannt, weiter bearbeitet und angewendet werden. (Max Flückiger, „Albert Einstein in Bern“, 1974, S. 9)



## Verzeichnis der Arbeiten Einsteins zur Speziellen Relativitätstheorie

Alle Arbeiten sind in den gesammelten Werken „The collected papers of Albert Einstein“ in deutsch abgedruckt.

Juni	1905	<b>Zur Elektrodynamik bewegter Körper</b>
September	1905	<b>Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?</b>
März	1907	<b>Über die Möglichkeit einer neuen Prüfung des Relativitätsprinzips</b>
April	1907	<b>Bemerkungen zu der Notiz von Herrn Paul Ehrenfest</b>
Mai	1907	<b>Über die vom Relativitätsprinzip geforderte Trägheit der Energie</b>
November	1907	<b>Über das Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen</b>
September	1909	<b>Über die neuesten Veränderungen, welche unsere Anschauungen über die Natur des Lichtes erfahren haben</b> Vortrag, gehalten in der 81. Sitzung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Salzburg, veröffentlicht unter dem Titel: „Über die Entwicklung unserer Anschauungen über das Wesen und die Konstitution der Strahlung“
Januar	1911	<b>Die Relativitäts-Theorie</b> Vortrag, gehalten in der Sitzung der Zürcher Naturforschenden Versammlung.
Juni	1911	<b>Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes</b>
Oktober	1913	<b>Die Relativitätstheorie</b>
März	1914	<b>Zum Relativitäts-Problem</b>
März	1916	<b>Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie</b>
Dezember	1917	<b>Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie. Gemeinverständlich</b> „populäres“ Buch
November	1919	<b>Was ist Relativitäts-Theorie?</b> Artikel für die „Times“ London
Mai	1920	<b>Äther und Relativitätstheorie</b> Rede in der Universität Leiden
September	1921	<b>Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie</b> Vorlesung
September	1921	<b>Spezielle Relativitätstheorie</b> Vorlesung
August	1922	<b>Über die gegenwärtige Krise der theoretischen Physik</b>

## Literaturverzeichnis

- Born, Max **Die Relativitätstheorie Einsteins**, 1964, Erste Auflage 1920
- Freundeskreis Naturphilosophie Baden-Württemberg **Die Entzauberung Einsteins**, 2005
- Galeczki, Georg/  
Marquardt, Peter **Requiem für die Spezielle Relativitätstheorie**, 1997
- Galilei, Galileo **Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische**, 1630
- Huygens, Christian **Abhandlung über das Licht**, 1678
- Israel, Hans/  
Ruckhaber, Erich/  
Weinmann, Rudolf **Hundert Autoren gegen Einstein**, 1931
- Kranzinger, Franz **Relativitätstheorie im Unterricht**  
Spezielle Relativitätstheorie in Klasse 10 und Allgemeine Relativitätstheorie im Seminarkurs, 2006
- Laue, Max von **Die Relativitätstheorie**, 1952, Erster Band, Erste Auflage 1911
- Ledermann, Leon **Das schöpferische Teilchen**, 1993
- Meyenn, Karl von **Albert Einsteins Relativitätstheorie**  
Die grundlegenden Arbeiten, 1990
- Minkowski, Hermann **Raum und Zeit**  
Vortrag, gehalten auf der 80. Naturforscherversammlung in Köln am 21. September, 1908
- Newton, Isaac **Mathematische Grundlagen der Naturphilosophie**  
(„Principia“), 1687
- Optik**  
oder Abhandlung über Spiegelungen, Brechungen, Beugungen und Farben des Lichts, 1704
- Pais, Abraham **Raffiniert ist der Herrgott...**  
Albert Einstein. Eine wissenschaftliche Biographie, 1986
- Ich vertraue auf Intuition**  
Der andere Albert Einstein, 1995
- Paus, Hans J. **Lehrbuch „Physik in Experimenten und Beispielen“**, 1995
- Rohmer, Reinhard **Die wahre Geschichte der Zeit**, 1998
- Simonyi, Karoly **„Kulturgeschichte der Physik“**  
Von den Anfängen bis heute, 2001
- Stachel, John **Einsteins Annus mirabilis**  
Fünf Schriften, die die Welt der Physik revolutionierten, 2001
- Tipler, Paul A. **Lehrbuch „Physik“**  
Aus dem Amerikanischen, 1994
- Vogel, Helmut **Lehrbuch „Gerthsen Physik“**, 1999
- Wünschmann, Andreas  **$E = m \cdot c^2$** ,  
Eine Formel verändert das physikalische Weltbild, 2002

Kann eine Theorie der Physik richtig und zugleich falsch sein? Ja! Physikalische Theorien bestehen aus Mathematik und Physik. Die mathematischen Gleichungen können richtig sein und deren physikalische Begründungen und Interpretationen falsch. Das ist bei der Relativitätstheorie der Fall – deshalb ist sie nicht zu verstehen. Einstein selbst hat sie nicht verstanden. Er hat ihre mathematische Grundlage, die sogenannte „Lorentz-Transformation“, die, wie der Name sagt, gar nicht von ihm stammt, physikalisch falsch begründet und grundfalsche physikalische Folgerungen aus ihr gezogen.

Die Relativitätstheorie ist von jedem Menschen zu verstehen, wenn sie korrekt dargestellt und ihrer physikalischen Fehler entkleidet wird. Das zeigt der Verfasser durch Kommentare zu dem Vortrag „Die Relativitäts-Theorie“, den Einstein am 16. Januar 1911 vor der Zürcher Naturforschenden Versammlung hielt sowie weiteren Originaltexten. Dieser so gut wie unbekannt, weil totgeschwiegene Vortrag offenbart von allen Arbeiten Einsteins am deutlichsten, wie willkürlich, unlogisch, irrational seine Theorie ist. Auch enthält ausschließlich er das sogenannte „Zwillingsparadoxon“, jene absurde Idee Einsteins, die in der Science Fiction unter den Begriffen „Zeitreise“ und „Zeitmaschine“ so unglaublich Karriere gemacht hat.

Die Schrift vermittelt anhand von Beispielen auch einen Eindruck, wie Einsteins falsche Physik heute an den Universitäten gelehrt wird. Darüber hinaus gibt sie in ihrer Einführung eine Antwort auf die Frage, warum die seit 1905 so zahlreichen Gegner der Relativitätstheorie mit ihrer Kritik bis heute nicht durchgedrungen sind.