

## I. Das relativistische Postulat von der „Konstanz der Lichtgeschwindigkeit“ und seine Unvereinbarkeit mit den Aussagen des reinen Verstandes.

Die spezielle Relativitätstheorie verdient mehr Beachtung als die allgemeine, weil sie die Grundlage bildet, auf der das Gebäude der allgemeinen Relativitätstheorie errichtet ist, das zugleich mit ihr steht und fällt, und auch deshalb, weil sie bisher mehr Anerkennung in Fachkreisen gefunden hat als letztere\*). Wir beschränken uns daher im Folgenden, um den Umfang der Erörterungen nicht zu sehr auszudehnen, auf die spezielle Relativitätstheorie und stellen die Behauptung an die Spitze: Nicht nur in den mathematischen Deduktionen und logischen Konsequenzen der Relativitätstheorie treten Widersprüche deutlich zu Tage, sondern schon in den grundlegenden Voraussetzungen, auf denen sie sich aufbaut, läßt sich ohne Schwierigkeit eine unerlaubte Annahme nachweisen. Es ist dies das Einstein'sche Postulat von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit für verschiedene in beliebiger gleichförmig-geradliniger Bewegung befindliche Beobachter oder, wie es in der Sprache der Theorie heißt, für verschiedene „Inertialsysteme“.\*\*\*) Denken wir uns eine Lichtquelle, die befähigt ist, momentane Lichtblitze auszusenden, so sagt dieses Postulat bekanntlich aus, daß ein bestimmter Lichtblitz nach den Messungen eines entfernten Beobachters gleich lange Zeit brauchen soll, um diesen zu erreichen, gleichgültig, ob sich während dieser Zeit der Beobachter auf die Lichtquelle zubewegt oder von ihr entfernt hat, oder ob beide zu einander in Ruhe blieben. Haben wir also drei Beobachter, welche im Augenblick der Aussendung eines Licht-

---

\*) Von namhaften Physikern in Deutschland, welche schon sehr früh der Relativitätstheorie ablehnend entgegentraten, sind P. Lenard und E. Gehrold zu nennen. Wer sich eingehender über die in Zusammenhang mit der Relativitätstheorie stehenden physikalischen Fragen unterrichten will, der sei auf die vortrefflichen Schriften P. Lenards „Über Relativitätsprinzip, Äther, Gravitation“, 1921 und „Über Äther und Uräther“, Leipzig 1922 hingewiesen.

\*\*) Über die Unmöglichkeit der relativistischen Lehre von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit siehe auch die sehr lesenswerte Schrift von H. Fricke: „Der Fehler in Einstein's Relativ.-Theorie“. Wolfenbüttel 1920, Verlag Hechner.

blitzes sich am gleichen Orte befinden, von denen jedoch der eine sich mit geradlinig gleichförmiger Bewegung der Lichtquelle nähert, der andere in gleicher Weise sich von ihr entfernt, der dritte relativ zu ihr in Ruhe bleibt, so stellen nach Einstein ungeachtet ihres verschiedenen Bewegungszustandes die drei Beobachter für die Zeit, welche das Licht benötigt, um sie zu erreichen, den gleichen Betrag fest. Nach der bisherigen Auffassung, wonach das Licht auf einer Wellenbewegung oder auf einem von der Lichtquelle fortgeschleuderten feinsten Stoff beruht (Undulations- bzw. Emissionstheorie), erreicht natürlich das Licht einen Beobachter, der sich während der Zeit seiner Fortpflanzung von einem bestimmten Punkt aus der Lichtquelle nähert, in kürzerer Zeit, als einen andern Beobachter, der diesen Punkt nicht verläßt, und diesen erreicht es in kürzerer Zeit als einen Beobachter, der vom gleichen Punkte aus sich von der Lichtquelle entfernt, wie dies ja selbstverständlich ist, und die Beobachter können dies (wenigstens theoretisch) auch feststellen. Es besteht also nach der bisherigen Auffassung eine Konstanz der Lichtgeschwindigkeit in Bezug auf den Äther oder — für die Emissionstheorie — in Bezug auf die Lichtquelle, niemals aber in Bezug auf jeden geradlinig-gleichförmig bewegten Beobachter, bzw. ein derartig bewegtes Koordinatensystem. Obwohl nun die Relativitätstheorie diese höchst absonderliche und durchaus nicht aus den Beobachtungen unzweifelhaft sich ergebende Vorstellung von dem Vorgang der Lichtausbreitung zur Grundlage ihres theoretischen Gebäudes macht, findet sie es nicht für nötig, sich über die Natur des Lichtes eine präzise physikalische Vorstellung zu bilden, vielmehr vermeiden es ihre Interpreten nach Möglichkeit auf dieses verhängliche Thema zu sprechen zu kommen. Geschieht es doch einmal, so kommen die Inkonsequenzen deutlich zu Tage. A. Einstein selbst hat sich gelegentlich über das Wesen des Lichts folgendermaßen geäußert\*): „Die Relativitätstheorie hat unsere Anschauung über die Natur des Lichts insoferne geändert, als sie das Licht nicht als Folge von Zuständen eines hypothetischen Mediums auffaßt, sondern als etwas wie die Materie selbständig Bestehendes. Es hat ferner nach dieser Theorie mit einer Korpuskulartheorie das Merkmal gemeinsam, träge Masse vom emittierenden zum absorbierenden Körper zu übertragen. . . . Heute müssen wir wohl die Ätherhypothese als einen überwundenen Standpunkt ansehen. Es ist sogar unleugbar, daß

\*) Physikal. Zeitschrift 10, 1909, S. 817.

es eine ausgedehnte Gruppe von die Strahlung betreffenden Tatsachen gibt, welche zeigen, daß dem Lichte gewisse fundamentale Eigenschaften zukommen, die sich weit eher vom Standpunkte der Newton'schen Emissionstheorie des Lichtes als vom Standpunkte der Undulationstheorie begreifen lassen. Deshalb ist es meine Meinung, daß die nächste Phase der Entwicklung der theoretischen Physik uns eine Theorie des Lichtes bringen wird, welche sich als eine Verschmelzung von Undulations- und Emissionstheorie des Lichtes auffassen läßt.“ Ferner heißt es S. 819: „Unter Zugrundelegung der Ätherhypothese führte das Experiment dazu, den Äther als unbeweglich anzunehmen.\*) Daraus folgt, daß man zu einer befriedigenden Theorie nur dann gelangen kann, wenn man auf die Ätherhypothese verzichtet. Die das Licht konstituierenden elektromagnetischen Felder erscheinen dann nicht mehr als Zustände eines hypothetischen Mediums, sondern als selbständige Gebilde, welche von der Lichtquelle ausgesandt werden, gerade wie nach der Newton'schen Emissionstheorie des Lichts. Ebenso wie gemäß letzterer Theorie erscheint ein nicht von Strahlung durchsetzter von ponderabler Materie freier Raum wirklich als leer.“ — Nun frage man sich: ist der Raum wirklich leer, wie sollen dann die „selbständigen Gebilde“, welche von den Lichtquellen nach Einstein ausgesandt werden, in ihm die bekannten Wirkungen des Lichts hervorbringen, wenn sie nicht selbst materiell, d. h. irgendwie stofflich sind? Kräfte und Wirkungen können doch nur von der Materie ausgehen, und nicht vom leeren Raum. Elektromagnetische Felder und Kraftlinien, auch ohne sie erfüllenden Stoff, d. h. auch ohne Äther, mögen zwar der rein mathematischen Darstellung der Erscheinungen nicht die geringsten Schwierigkeiten machen, selbständige Realitäten sind sie jedoch nicht (während das Licht etwas Reales ist) und Wirkungen kann ein physikalisches „Feld“ wie jeder wirkliche Raumteil nur ausüben, wenn es von Stoff erfüllt ist. Ein elektromagnetisches Feld, das aus leerem Raume besteht, könnte keine Wirkungen hervorbringen, es sei denn durch „Fernkräfte“ (in diesem Falle wirkt aber ebenfalls nicht der leere Raum, sondern ein Körper auf den andern durch den leeren Raum und durch das magnetische Feld hindurch, die Wirkung geht also auch hier von der Materie aus). Diese Annahme ist aber mit der endlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wirkung unvereinbar. Die zitierte

---

\*) Nicht das Experiment führte in Wirklichkeit dazu, sondern die bisherige durch Majoritätsbeschluß akzeptierte Auslegung des Experiments.

Auffassung Einsteins könnte also nur auf die Emissionstheorie führen (wie er ja auch an der angeführten Stelle das Licht als „etwas wie die Materie selbständig Bestehendes“ auffaßt), während sie mit der Undulationstheorie vollkommen unvereinbar ist.

Nun scheint Einstein aber doch gefühlt zu haben, daß in seiner Auffassung vom Lichte etwas nicht ganz in Ordnung ist, denn er versucht den aus seinen Diensten bereits entlassenen Äther neuerdings wieder mit der Relativitätstheorie auszusöhnen, wobei jedoch an der Sache nichts geändert und nur Dialektik getrieben wird. \*) Der Äther soll nämlich jetzt wieder irgendwie existieren, er soll auch wieder die Lichtfortpflanzung vermitteln, \*\*) aber keinen Bewegungszustand gegenüber gewöhnlicher Materie besitzen, „der Bewegungsbegriff darf auf ihn nicht angewandt werden.“ „Was die mechanische Natur des Lorentz'schen Äthers anlangt“, sagt A. Einstein S. 7, „so kann man etwas scherzhaft von ihm sagen, daß Unbeweglichkeit die einzige mechanische Eigenschaft sei, die ihm A. H. Lorentz noch gelassen hat. Man kann hinzufügen, daß die ganze Änderung der Ätherauffassung, welche die spezielle Relativitätstheorie brachte, darin bestand, daß sie dem Äther seine letzte mechanische Qualität, nämlich die Unbeweglichkeit wegnahm. . . . Man kann die Existenz eines Äthers annehmen“, heißt es weiterhin S. 9 „nur muß man darauf verzichten, ihm einen bestimmten Bewegungszustand zuzuschreiben, d. h. man muß ihm durch Abstraktion das letzte mechanische Merkmal nehmen, welches ihm Lorentz noch gelassen hatte.“ Das was Lorentz dem Äther an mechanischen Qualitäten noch gelassen hatte, war also die Eigenschaft der absoluten Unbeweglichkeit d. h. Ruhe. Nimmt man ihm nun auch noch diese „letzte mechanische Eigenschaft“, nachdem man ihm Masse und Undurchdringlichkeit schon vorher ausdrücklich abgestritten hatte\*\*\*), so bleibt nach Adam Riese das völlige Nichts zurück. Mindestens eine mechanische Eigenschaft muß jedes „Ding“ haben, nämlich einen Zustand der Ruhe oder Bewegung, sonst ist es eben kein

---

\*) Das folgende bezieht sich auf die Rede Einsteins über „Äther und Relativitätstheorie“, Berlin 1920 bei Springer.

\*\*) „Gemäß der allgemeinen Relat.-Theorie ist ein Raum ohne Äther undenkbar. Denn in einem solchen gäbe es nicht nur keine Lichtfortpflanzung, sondern auch keine Existenzmöglichkeit von Maßstäben und Uhren usw.“ (S. 15 l. c.)

\*\*\*) Vergl. Artikel „Weltäther“ von G. Mie in Hand-Wörterbuch der Naturwissenschaft. Bd. X. 1915.

„Ding“, und hat ein Ding gar keine mechanischen Eigenschaften, so ist es im Räume nicht vorhanden und überhaupt kein Objekt der Physik mehr. Was die Physik mit dem absoluten Nichts anfangen soll, mit einem „Ding“, das nicht nur keinen Zustand der Bewegung, sondern nicht einmal einen Zustand der Ruhe hat, ist völlig unerfindlich.\*) Da man bisher Bücher über die „Physik des Äthers“ schrieb, wird vielleicht demnächst von relativistischer Seite ein Werk über die „Physik des leeren Raumes“ herausgegeben werden, das darüber Aufklärung gibt.

Soviel wird aus diesen Ausführungen wohl als sicher zu entnehmen sein, daß in der Relativitätstheorie nichts weniger als klare Vorstellungen über die Natur des Lichtes herrschen. Denn wir finden bald eine schroffe Zurückweisung der herkömmlichen Äthervorstellung, bald eine schüchterne Annäherung an sie und dem entsprechend ein unsicheres Hin- und Herlavieren zwischen Emissions- und Undulationstheorie. Nun handelt es sich aber bei der kritischen Bewertung der Relativitätstheorie letzten Endes um die Kardinalfrage: hat das Licht ein Medium nötig oder nicht, beruht es auf wellenartiger Fortpflanzung von Schwingungen, oder worauf beruht es sonst? Das Problem, welches die Relativitätstheorie aufrollt, ist die Frage nach der Natur des Lichtes und nach der Art seiner Ausbreitung im Raume und sie steht so lange nicht auf festen Füßen, als sie nicht hierin ganz bestimmte physikalische Annahmen macht.

Hier heißt es also für Anhänger wie Gegner der Theorie der Sache auf den Grund zu gehen. Hic Rhodus, hic salta! Wir wollen aber den Relativisten die Arbeit erleichtern und ihnen den Vorteil einräumen, unter allen denkbaren Möglichkeiten der Natur des Lichtes sich die für sie passendste auszuwählen, wir wollen also, gleichsam als hätte die Wissenschaft über das Wesen der optischen Erscheinungen (abgesehen von der endlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts) noch gar nichts Positives herausgebracht, uns völlig unvoreingenommen die Frage stellen: welche Möglichkeiten können denn, wenn wir nur physikalisch denken und noch nichts Bestimmtes wissen, dem Vorgang der Lichtausbreitung zu Grunde liegen? Die Antwort lautet:

\*) A. Einstein vertritt den entgegengesetzten Standpunkt! Er sagt: „Es lassen sich ausgedehnte physikalische Gegenstände denken, auf welche der Bewegungsbegriff keine Anwendung finden kann. Sie dürfen nicht aus Teilchen bestehend gedacht werden, die sich einzeln durch die Zeit hindurch verfolgen lassen“ (S. 101. c.).

da es feststeht, daß die Lichterregung sich mit endlicher Geschwindigkeit fortpflanzt, so gibt es hier offenbar vor allem zwei Möglichkeiten: entweder ist das Licht ein Stoff, der von den lichtpendenden Körpern fortgeschleudert wird, oder es ist eine wellenartige Störung in einem Medium und die Lichtfortpflanzung beruht auf dem Fortschreiten von Wellen. Ferner ist auch die Vorstellung wohl zulässig, wenn sie auch zunächst seltsam genug erscheinen mag, daß dem Lichte eine Art Doppelnatur zukommt, indem es eine Mittelstellung zwischen den beiden genannten Möglichkeiten einnimmt, zwar auf Schwingungen und wellenartiger Fortpflanzung derselben beruht, aber doch zugleich in mancher Beziehung sich wie fortgeschleuderte Masse verhält, und gerade auf diese Vorstellung scheinen die neueren Ergebnisse der Forschung hinzuleiten (Begriff der Trägheit der strahlenden Energie). Das ist aber auch alles, damit sind die Möglichkeiten bereits völlig erschöpft. Eine weitere physikalische Hypothese ist absolut undenkbar und (für den gesunden Menschenverstand wenigstens\*) unauffindbar. Denn da das Licht mit endlicher Geschwindigkeit sich fortpflanzt, so kann die Wirkung der Lichtquelle auf den Lichtempfänger nicht auf Fernkräften beruhen (wenn wir diesen zweifelhaften Begriff überhaupt für zulässig halten wollen) und auf andere Weise als durch die angegebenen zwei Möglichkeiten kann eine von Stelle zu Stelle fortschreitende Wirkung zwischen beiden schlechterdings nicht übermittelt werden.

Jede Geschwindigkeit ist bekanntlich relativ, bedarf also der Angabe eines „Bezugssystems“. Die Auswahl desselben ist zunächst natürlich beliebig, will man jedoch in der Geschwindigkeit eine konstante Gesetzmäßigkeit erkennen, so wird man das Bezugssystem mit einem Körper oder Stoff verbinden müssen, der zu dem sich mit bestimmter Geschwindigkeit fortpflanzenden Vorgang in einer kausalen Beziehung steht. Für die Lichtfortpflanzung lassen sich demnach, man mag im übrigen die Natur des Lichtes sich vorstellen, wie man immer will, nur zwei verschiedene Bezugssysteme denken, auf die ihre Geschwindigkeit gesetzmäßig bezogen werden kann, nämlich 1. das System der Lichtquelle und 2. das des Mediums und der Bezugskörper, relativ zu welchem die Lichtgeschwindigkeit einen bestimmten konstanten Wert hat, muß entweder das Medium oder die Lichtquelle sein. Dementsprechend ergeben

---

\*) Vergl. S. 44.

sich die zwei Möglichkeiten der Emissions- und Undulations-  
theorie. Einstein glaubt jedoch, indem er zugleich den „physi-  
kalischen“ Begriff der Gleichzeitigkeit einer Kritik unterwirft,  
es gäbe noch eine dritte Möglichkeit: das System des Be-  
obachters. Diese Auffassung ist aber von vonherein  
unhaltbar, weil der Beobachter in keiner kausalen  
Beziehung zum Fortschreiten des Lichtvorganges  
steht; mit anderen, einfachen Worten: er kann auf den Licht-  
strahl nicht wirken, bevor dieser ihn erreicht, und infolgedessen  
auch seine Geschwindigkeit nicht beeinflussen. Die Rela-  
tivitätstheorie gerät also an diesem Punkte in einen hoffnungs-  
losen Konflikt mit dem Kausalitätsgesetz.

Die Sicherheit, mit der hier der einfache Verstand urteilt,  
rührt letzten Endes daher, daß in unserer Vorstellung der  
Begriff des Wirkens untrennbar mit dem der Materie,  
des Stoffes, der Substanz, oder wie man es nennen will,  
verknüpft ist: daß der leere Raum nicht wirken  
kann, ist ein Axiom, das niemand bei gesunder  
Urteilkraft bestreiten wird. Ist es also nicht die Licht-  
materie selbst, die sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegt, so  
kann es nur ein Zustand der Materie sein, der sich mit dieser  
Geschwindigkeit ausbreitet, denn irgend etwas Materielles  
muß es auf alle Fälle sein, das die Lichtfort-  
pflanzung ausführt, die Lichtwirkung vermittelt  
und die Lichtenergie überträgt. Dieser Zustand der Ma-  
terie kann nun natürlich, ebenso wenig, wie der etwaige Licht-  
stoff durch die Bewegung eines Beobachters beeinflußt werden,  
die ja in keinem physikalischen Zusammenhang mit ihm steht.

Dadurch, daß nun Einstein die Relativität der Maßeinheiten  
von Zeit und Raum, d. h. die Abhängigkeit des Uhrenganges  
und der Längen starrer Körper von der Bewegung in die Theorie  
einführt, wird in der Form, wie es geschieht, an der Un-  
möglichkeit seines Satzes von der Konstanz der Lichtge-  
schwindigkeit nichts im geringsten geändert. Man könnte aller-  
dings zunächst daran denken, daß die Lichtgeschwindigkeit zwar  
tatsächlich entweder von dem Bewegungszustand des Äthers oder  
dem der Lichtquelle abhängig und auf ihn zu beziehen sei, aber  
den Beobachtern wegen des veränderten Ganges der mit ihnen  
bewegten Uhren und der veränderten Länge der Maßstäbe doch  
stets konstant erscheine, die Konstanz derselben für gleichfö-  
rmig-geradlinig bewegte Beobachter also nur eine scheinbare  
sei.\*) Dies wäre jedoch eine völlig irrtümliche Auffassung der Ein-

\*) Eine derartige Theorie wird von E. Wiechert vertreten.

stein'schen Theorie. Denn der Unterschied in der Länge der Maßstäbe und in der Zeigerstellung der Uhren in den verschiedenen bewegten Systemen müßte dann eben eindeutig, absolut und nicht bloß relativ sein, er müßte also zwei gegen einander bewegten Beobachtern als der gleiche erscheinen. In der Relativitätstheorie ist es bekanntlich anders: hier kommen zwei verschieden bewegte Beobachter zu verschiedenem Urteil über die Länge ein und desselben Maßstabes und die Zeigerstellung ein und derselben Uhr. Das Licht läuft nämlich in der Relativitätstheorie, wie es in deren mystischer Ausdrucksweise heißt, „sözusagen außerhalb aller Systeme, gehört keinem System in besonderer Weise an“.\*) Daher behält das Gesagte seine Richtigkeit.

Die relativistische Vorstellung vom Vorgange der Lichtausbreitung, festgelegt in dem Satze von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, ist also mit einem unlösbaren Widerspruch gegen den Begriff der Materie (im weitesten Sinne, wozu auch der Äther gehört\*\*) und der Eindeutigkeit ihres Bewegungszustandes behaftet. Darüber hilft auch nicht die Darstellung hinweg, welche z. B. A. Kopff diesem Vorgange gibt, wenn er sagt: „Materie und elektromagnetisches Feld sind identisch. Die Energie des elektromagnetischen Feldes existiert, ebenso wie die Materie als etwas völlig Selbständiges und ist nicht an ein unabhängig davon bestehendes Medium, den Äther der klassischen Physik gebunden“.\*\*\*) Diese Auffassung, daß Stoff und elektromagnetisches Feld identisch seien dahin interpretiert, daß gerade die Stofflichkeit sowohl des Äthers wie der gewöhnlichen Materie auf elektromagnetischen Kräften beruht, daß

---

\*) W. Bloch, Einführung in die Relat.-Theorie, 1920, S. 58. — Über die Verschiedenheit der Wahrnehmungen zweier Beobachter an ein und demselben Objekt und die dem Einstein'schen System unweigerlich anhaftende Preisgabe des bisherigen Begriffs von Wirklichkeit siehe weiteres auf S. 29 f. dieser Schrift.

\*\*) Die Physiker trennen häufig den Äther von der Materie, d. h. dem in festem, flüssigem oder gasförmigem Zustande befindlichen Stoff; im allgemein naturphilosophischen Sinne gehört jedoch der Äther gleichfalls zur Materie; alles räumlich ausgedehnte Wirkende und Wirkungen Aufnehmende ist Materie. Vergl. die Begriffsbestimmung der Materie auf S. 25 dieser Schrift.

\*\*\*) „Grundzüge der Einstein'schen Relativitätstheorie“. Leipzig 1921, S. 165. In ähnlicher, wenn auch weniger klarer Weise äußert sich H. Weyl: „Nicht das Feld bedarf zu seiner Existenz der Materie als seines Trägers, sondern die Materie ist umgekehrt eine Ausgeburt des Feldes.“ (Raum, Zeit und Materie, Berlin 1919, S. 162).