

# **ECONOMIC AND SOCIAL QUESTIONS— WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFT UND PHILOSOPHIE**

## **ALBERT EINSTEINS ERKENNTNISTHEORETISCHE KONZEPTION UND DER PHILOSOPHISCHE INHALT DER RELATIVITÄTSTHEORIE\***

Von

T. ELEK

Lehrstuhl für Marxismus-Leninismus, Technische Universität, Budapest

(Eingegangen am 26. Mai 1961)

### **Einleitung**

Mit der von Lenin erkannten objektiven Notwendigkeit gebiert die Entwicklung der modernen Physik die dialektisch materialistische Weltanschauung und trägt sie ständig weiter voran. Als schädliche Nebenerscheinung dieser Entwicklung erheben jedoch von neuem auch jene verzerrten Ansichten des physikalischen Idealismus ihr Haupt, die gesellschaftlich eine der Hauptstützen der bürgerlichen Ideologie bilden, erkenntnistheoretisch hingegen die Fortentwicklung der Wissenschaft hemmen. In vielen Fällen sind sich selbst hervorragende Physiker nicht bewußt, woher die von ihnen erschlossenen und mathematisch formulierten Resultate stammen und was sie aussagen, kein Wunder also, daß sich ihre Bemühungen um die Weiterentwicklung dieser Resultate nicht immer in der gebotenen Richtung bewegen und daß sie sich nicht immer der tatsächlich zum Ziele führenden Methoden bedienen.

Lange Zeit hindurch war es eher der subjektive Idealismus, der die falschen philosophischen Ansichten in Verbindung mit der Physik kennzeichnete, neuerdings läßt sich jedoch auch der objektive Idealismus und der ihm nahe verwandte offene Fideismus mit zunehmend lauter Stimme vernehmen. Heute distanziert sich selbst *Heisenberg* vom Machismus und sucht die Ideen Platons hinter den physikalischen Vorgängen als den Erscheinungsformen eben dieser Ideen, eine starke Aktivität entwickeln jedoch auch die jesuitischen »Naturphilosophen« und andere Neothomisten. Für all diese objektiv idealistischen Angriffe bietet die erkenntnistheoretische Konzeption *Einsteins* und das philosophische Gedankengut der Relativitätstheorie eine der wichtigsten Grundlagen. Zu ihrer Niederkämpfung bedarf es jener unerläßlichen,

\*Kurzer Auszug aus einer Studie, die in vollem Wortlaut in den Ausgaben »Elektrotechnik« Nr. 4/1961 und Chemisches Ingenieurwesen 4/1961 dieser Blätter erscheinen wird.

engen Kampfgemeinschaft zwischen marxistischen Philosophen und materialistischen Physikern, für die Lenin bereits 1922 in seinem Artikel über »Die Bedeutung des kämpferischen Materialismus« eingetreten ist.

### Einsteins erkenntnistheoretische Konzeption

Einsteins philosophische und insbesondere erkenntnistheoretische Konzeption bildete von Anfang an und bildet auch heute noch den Gegenstand heftiger Diskussionen im internationalen philosophischen Schrifttum. Im allgemeinen trifft man in diesen Diskussionen zwei Extreme an: Dem einen zufolge ist Einstein seinem Wesen nach ein machistischer, subjektiv idealistischer Denker, während ihn das andere Extrem im wesentlichen zu einem Materialisten stempelt, mit der Einschränkung allerdings, daß sein Materialismus nicht als ganz konsequent, sondern eher als naiv und instinktiv zu bezeichnen sei. Eine eingehende Durchsicht von Einsteins Lebenswerk muß jedoch zu dem Schluß führen, daß keine dieser Ansichten den Tatsachen entspricht. Weder ist Einstein ein Machist, noch ein naiv materialistischer Denker, in seiner Philosophie dagegen ist er entscheidend ein Jünger von Descartes, Spinoza und Leibniz, wobei er allerdings u. zw. in nicht geringem Maße auch unter dem Einfluß von Hume und Mach gestanden ist. Am treffendsten läßt sich seine Konzeption als »pantheistischer Rationalismus« bezeichnen, wenn man darunter eine recht konsequent zur Geltung gebrachte objektiv idealistische, stellenweise nahe an die Religion heranreichende Mystifikation versteht.

*In Einsteins erkenntnistheoretischer Konzeption finden sich tatsächlich zahlreiche machistische Züge, der Vorwurf des Machismus, den man ihm zu machen pflegt, entbehrt also keineswegs einer gewissen Grundlage. Die physikalischen Körper bezeichnet er als Erlebniskomplexe und das Kriterium der Theorie erblickt er teils darin, daß sich in ihr das Prinzip der logischen Einfachheit geltend macht (d. h. im ökonomischen Denken), teils in der Übereinstimmung der aus ihr abgeleiteten Sätze mit den Sinneswahrnehmungen. Dementsprechend mißt er Erlebnissen, die durch Sinneswahrnehmungen voneinander unmittelbar nicht zu unterscheiden sind, ein und denselben Wirklichkeitsinhalt bei. So hat beispielsweise die Behauptung, in der gegenseitigen Beziehung zueinander ruhe der Eisenbahnwagen, während der Bahndamm bewegt sei, die gleiche Berechtigung wie die gegenteilige Behauptung. Die Forderung nach unmittelbarer Wahrnehmbarkeit und Meßbarkeit erfährt in Einsteins Theorie auch sonst eine übersteigerte Betonung, wenngleich er hierin letzten Endes keineswegs konsequent bleibt.*

Trotz der aufgezählten machistischen Züge muß festgestellt werden, daß *Einsteins erkenntnistheoretische Konzeption, im Grunde genommen, nicht*

*machistischen Charakter trägt.* Einstein erkennt die objektive, d. h. vom individuellen Bewußtsein jedes Beobachters unabhängige Existenz der »physikalischen Realität« und auch den Satz an, daß sowohl unsere Sinneswahrnehmungen als auch unsere Theorien mit dieser objektiv existenten Realität verknüpft sind. Wiederholt tritt er auch gegen den subjektiven Idealismus eines Kant und Mach und der Kopenhagener Schule, insbesondere aber gegen den Apriorismus und Irrationalismus auf. Ebenso gibt er zu, daß die physikalische Wirklichkeit eine inhaltliche und eine formale Seite besitzt, und daß beide objektiv und voneinander untrennbar sind. Dementsprechend akzeptiert er auch die Objektivität von Raum und Zeit und ihre Untrennbarkeit voneinander und von den physikalischen Erscheinungen, hält sie also keineswegs für aprioristische, subjektive Erlebnisformen oder für »wohlgeordnete Systeme von Empfindungsreihen«. Schließlich gibt er auch zu, die Erkenntnis der physikalischen Realität und insbesondere auch von Raum und Zeit gehe im Rahmen eines Prozesses vor sich, der von der Erscheinung zum Wesen und zu dem noch tiefer liegenden Wesentlichen tendiert.

Jene, die Einstein für einen instinktiven Materialisten halten, pflegen sich auf diese soeben aufgezählten Tatsachen zu berufen, womit sie jedoch einen Standpunkt vertreten, der keinesfalls akzeptiert werden kann, *denn auch zusammengefaßt bietet all dies bloß eine notwendige, jedoch keineswegs ausreichende Bedingung für den philosophischen Materialismus!* Diese Auffassungen vermag ausnahmslos auch der objektive Idealismus und der Fideismus zu akzeptieren. Die Trennlinie bildet auch hier — wie stets, wenn es sich um die Beurteilung des *Wesens* einer philosophischen Konzeption handelt — die Frage, welche Antwort sie auf das *grundlegende* Problem der Philosophie und auf die mit ihm *eng* zusammenhängenden anderweitigen wichtigen philosophischen Probleme erteilt. Von dieser Frage als dem *entscheidenden Kriterium* abzusehen, hieße den grundlegenden Gegensatz zwischen Materialismus und Idealismus verwischen, d. h. jenen unverzeihlichen Fehler begehen, den Lenin in seinem Werk »Materialismus und Empirioskritizismus« enthüllt und streng verurteilt hat. Die eingehende Prüfung der Einsteinschen Konzeption führt zu folgenden Feststellungen:

1. *Bei Einstein ist die »physikalische Realität« die sekundäre Vergegenwärtigung veränderlicher Zahlenmengen und der ihre Veränderungen bestimmenden Differentialgleichungen, d. h. primär geistiger Substanzen.* Wiederholt und nachdrücklichst unterstreicht er seine Auffassung, der mathematische Apparat der theoretischen Physik verhalte sich zu den physikalischen Erscheinungen nicht so wie das Spiegelbild zum widergespiegelten Objekt, sondern eben umgekehrt. Mit Einsteins Worten besagt dies so viel, daß die Differentialgleichungen nicht von der physikalischen Realität beherrscht werden, sondern umgekehrt. In der allgemeinen Relativitätstheorie, in der er das Prinzip von der unmittelbaren Wahrnehmbarkeit und Meßbarkeit bereits aufgegeben hat,

hält Einstein fest, daß die kontinuierliche Änderung *jedes beliebigen* Zahlenvierers  $(x_1, x_2, x_3, x_4)$ , d. h. seine augenblickliche Koinzidenz mit vorgegebenen Zahlenviereern  $(a_1, a_2, a_3, a_4)$ ,  $(b_1, b_2, b_3, b_4)$ ... einen *physikalischen* Vorgang darstellt, u. zw. selbst dann, wenn uns von den Koordinaten und von den ihre Änderung beschreibenden Funktionen nichts bekannt ist. Jeder physikalische Vorgang, *der sich beobachten läßt*, ist bloß die Vergegenwärtigung dieser Koordinatenänderungen.

2. Die Beziehung zwischen den untereinander untrennbar verbundenen inhaltlichen und formalen Seiten der »physikalischen Realität« steht bei Einstein gleichfalls auf dem Kopf: Das Raum-Zeit-Kontinuum bildet einen ideelles Wesen besitzenden Inhalt und die physikalischen Erscheinungen, denen gleichfalls ein ideelles Wesen innewohnt, bilden bloß Erscheinungsformen dieses Inhaltes. (Hierauf soll hier noch eingehend zurückgegriffen werden.)

3. *Das Wesen der physikalischen Erkenntnis* und die Tendenz ihrer Entwicklung deutet Einstein — dem Gesagten entsprechend — gleichfalls auf objektiv idealistische Weise vom Boden des pantheistischen Rationalismus aus. Seiner Ansicht nach führt von den Wahrnehmungen kein *logischer* Weg zu den Grundsätzen der Theorie, vielmehr besteht zwischen den beiden nur ein ganz unbestimmter, intuitiver, psychologischer Zusammenhang. Die Methode der logischen Induktion, die berufen ist, das durch Beobachtungen, Experimente und Messungen gewonnene Rohmaterial theoretisch zu verarbeiten und damit zu gewissen Fundamentalsätzen zu führen, will Einstein nicht als wissenschaftliches Verfahren anerkennen. Wiederholt betont er, die »induktive Physik« sei außerstande, sich auf ein Niveau emporzuschwingen, das es ihr gestatten würde, der »deduktiven Physik« auf ihrem Wege zu den höheren Abstraktionen beizustehen. Die Tatsache, daß zwischen Theorie und Wahrnehmung dennoch eine Übereinstimmung besteht, erklärt er mit der Leibnizschen »prästabilierten Harmonie«. Zwar hat die physikalische Theorie auch bei ihm einen objektiven Inhalt, doch hat dieser einen geistigen Ursprung und drückt auch ein geistiges Wesen aus. Zu seiner Erfassung bedarf es primär des Systems der Axiome und des intuitiven Aufbaues des ganzen mathematischen Apparates, während Wahrnehmung, Experimente und Messung bloß eine sekundäre Rolle spielen, indem sie nur zu bestätigen haben, ob der Physiktheoretiker das Wesen der die Harmonie schaffenden »Weltvernunft« mit seinen Axiomen und Deduktionen richtig erfaßt hat. Einsteins Auffassung nach gleicht der Beobachter einem Episodisten, der zumeist nur in den Gedanken des Physiktheoretikers existiert und gedankliche Experimente vollführt. Die Entwicklung in der physikalischen Theorie, die von den Erscheinungen nach dem Wesen und nach dem noch tieferen Wesen hin tendiert, entfaltet sich nach Einstein nicht im Prozeß der Wechselwirkung zwischen Theorie und Praxis, sondern in der zunehmenden Abstraktion der Ausgangshypothesen, die sich von den Sinneswahrnehmungen mehr

und mehr entfernen und »subtilisieren«. Nicht die Gesetzmäßigkeiten der objektiven Wirklichkeit je genauer zu erkennen und in den Dienst der Menschheit zu stellen ist das »edelste Ziel der Wissenschaft«, sondern mit einem *Minimum* von Hypothesen oder Axiomen mit den Mitteln der Deduktion das *Maximum* der Erlebnisgehalte zu erfassen. Dementsprechend hat der moderne Physiker nicht etwa die Aufgabe, sich um die Fortentwicklung der Beobachtungsgeräte, Meßinstrumente und Versuchsanlagen zu bemühen, oder sich auf die kollektiven Erfahrungen der primitiven »Ingenieurs-Physik« zu stützen, vielmehr ist ihm der Auftrag gestellt, den mathematischen Formalismus nach einer vorbestimmten Richtung zur Lösung stets abstrakterer Aufgaben fortzuentwickeln. Die von Einstein *zum Wesen* der physikalischen Vorgänge deklarierten Zusammenhänge knüpfen jedoch bei Befolgung dieser Methode nicht an die materialistische Wirklichkeit, sondern an die »Welt der Ideen« an und werden zu Mystifikation ohne jeden physikalischen Inhalt. Vom Standpunkt des dialektischen Materialismus muß diese erkenntnistheoretische Konzeption ebenso scharf zurückgewiesen werden wie die von Einstein geübte Methode der jeder materialistischen Wirklichkeit weit entrückten, leeren mathematischen Spekulation, die ihn in seiner Jagd nach der »einheitlichen Feldtheorie« 35 Jahre lang immer wieder zu vergeblichen Kraftanstrengungen angespornt, der Entwicklung der Physik aber bedeutenden Schaden zugefügt hat und noch immer zufügt.

### Der philosophische Inhalt der Relativitätstheorie

Die Entwicklung des Raumbegriffes interpretiert Einstein — getreu seiner erkenntnistheoretischen Konzeption — folgendermaßen:

*Die Erfahrung* bietet lediglich Möglichkeiten zur intuitiven *Näherung* des Raumbegriffes, u. zw. durch die Sinneswahrnehmungen von der Ausdehnung der physikalischen Körper und ihren Bewegungserscheinungen.

*Euklid* entwickelt die begriffliche Abstraktion der *Raumelemente* — Punkte, Gerade, Ebenen — als »idealisierte körperlicher Objekte« sowie das System der auf sie bezüglichen Axiome und der aus diesen durch Deduktion ableitbaren geometrischen Sätze.

*Von Descartes* stammt der Begriff des *dreidimensionalen Kontinuums*, durch welches das primäre ideelle Wesen des veränderlichen Zahlentripels  $(x, y, z)$  vergegenwärtigt wird. Dieses Kontinuum ist euklidischer Struktur und durch die euklidische Metrik definiert. Seine Intervalle, die den kürzesten Weg zwischen zwei Punkten angeben, sind der Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate der Koordinatendifferenzen gleich.

*Bei Newton* stellt der Raum gleichfalls ein einheitliches, dreidimensionales Kontinuum mit geistiger Substanz, das »Sinnesorgan Gottes«, dar. Dieses

Kontinuum übt jedoch *auch physikalische Funktionen aus*, indem es etwa die Körper befähigt, einer Änderung ihres Bewegungszustandes einen Widerstand entgegenzusetzen, der ihr Beharrungsvermögen bestimmt. Das Kontinuum regelt ferner die Gravitationswirkung und determiniert die Bewegungsgleichungen. *Der Raum ist etwas, was »unbeeinflussbar beeinflusst«, d. h. ein Absolutum, welches den Ablauf der physikalischen Erscheinungen beeinflusst, ohne selbst irgendwie beeinflusst zu werden.* Die Zeit, als eindimensionales Kontinuum, trägt gleichfalls absoluten und selbständigen Charakter. Es muß betont werden, daß *Einstein* von dieser Konzeption die Elemente von der geistigen Substanz und von den Funktionen des Kontinuums *akzeptiert*, dagegen den Satz vom absoluten Charakter von Raum und Zeit und von ihrer Unabhängigkeit voneinander sowie von den physikalischen Erscheinungen *verwirft*. In dieser letzteren Frage teilt er den *Leibniz*schen Standpunkt, der da besagt, die Bewegungserscheinungen bildeten eine unzertrennbare Einheit mit Raum und Zeit u. zw. als einander entsprechende Erscheinungsformen ein und desselben geistigen Inhaltes.

*Faraday*, *Maxwell*, *Hertz* und *Lorentz* entwickelten den Begriff des Kontinuums, nach *Einsteins* Auffassung, vornehmlich in dem Sinne, daß sie seine physikalischen Funktionen auch auf die Erscheinungen des Lichtes, des Magnetismus und der Elektrizität ausdehnten. Das elektromagnetische Feld ist nach der *Einsteinschen* Interpretation dieser Auffassung als physikalische Realität ohne materiellen Träger zu betrachten, die das in den *Maxwellschen* Gleichungen enthaltene geistige Wesen vergegenwärtigt, im gravitationsfreien Raum ihre euklidische Struktur und Metrik bewahrt, deren Zustandsänderungen sich sowohl ihrer Größe als auch ihrer Richtung nach mit unveränderlicher Geschwindigkeit, *d. h.* isotrop ausbreiten, während sie zwischen zwei Punkten stets den in Raum und Zeit kürzesten Weg zurücklegen.

Als eine der grundlegenden Quellen *der speziellen Relativitätstheorie* nennt *Einstein* zu wiederholten Malen und in dezidiert Form die *Maxwell-Lorentzsche Theorie*. Die *experimentell gesicherten* Erfahrungen der Elektrodynamik und der Optik — einschließlich des *Michelson-Morley-Versuches* — spielen bei *Einstein* eine untergeordnete Rolle, die nicht größer ist als bei ihm die Rolle der Experimente im allgemeinen: Zwar regen sie die *Intuition* des Physikertheoretikers an, doch leisten sie ihm keine *logische* Hilfe bei der axiomatischen Untermauerung und beim deduktiven Aufbau der Theorie. Die Versuchserfahrungen auf dem Gebiet der Elektrodynamik und der Optik inspirieren *Einstein* dazu, *als theoretisches Postulat den Satz von der Unmöglichkeit der sofortigen Fernwirkung aufzustellen und aus diesem Postulat die Leugnung der absoluten Gleichzeitigkeit auf dem Wege der Deduktion abzuleiten.*

Diese Deduktion aber ist falsch, weil sie das logische Prinzip vom zureichenden Grund verletzt und in die Theorie unbemerkt die machistische

Forderung nach der unmittelbaren Wahrnehmbarkeit einschmuggelt. Zwischen dem Satz von der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit der physikalischen Wechselwirkungen nämlich und der Hypothese der absoluten Gleichzeitigkeit besteht keinerlei *logischer* Widerspruch. Nur wenn man das *objektive und materielle* Gesetz von der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes mit jenem falschen *subjektiv idealistischen* Satz verwechselt, »Sein bedeute soviel, wie beobachtet werden können«, dann läßt sich hieraus der nicht minder falsche Satz ableiten, daß »es eine absolute Gleichzeitigkeit von Ereignissen an verschiedenen Stellen der Welt nicht gibt«. Was aber die Messungen von Beobachtern, die sich in verschiedenen Bewegungszuständen befinden, als nicht gleichzeitig anzeigen, muß nicht auch in *Wirklichkeit* nicht gleichzeitig sein.

Aus den nämlichen Versuchserfahrungen und aus den diese mathematisch beschreibenden Lorentz'schen Transformationsgleichungen gelangten Lorentz selbst und auch Fitzgerald nicht zur Leugnung der absoluten Gleichzeitigkeit, sondern zu der Schlußfolgerung, daß sich die Länge des bewegten Stabes unter dem Einfluß materieller Einwirkungen in der Tat verkürzt, bzw. daß sich die periodische Bewegung der mitbewegten Uhr als Folge *materieller Einwirkungen* tatsächlich verlangsamt. Die gleiche Ansicht vertritt L. Jánossy, aber auch Max von Laue und Wolfgang Pauli stehen auf dem Standpunkt, daß es nötig ist, diese Erscheinungen dynamisch bzw. atomistisch zu interpretieren. Einstein bleibt jedoch seiner erkenntnistheoretischen Konzeption treu und beschreitet einen anderen Weg, indem er das Axiomensystem von den Erlebnissen weg in das Reich der »höheren Abstraktionen« entrückt, während er sogar die als Wesen der physikalischen Erscheinungen bezeichneten geometrischen Zusammenhänge zunehmend mystifiziert. In Anlehnung an *Minkowski* verschmilzt er die zeitliche Dimension mit den drei Raumdimensionen und schafft damit die Abstraktion des vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuums. Die Elemente des Kontinuums sind von da ab nicht mehr die Punkte im Raum und die Zeitpunkte, sondern die diese beiden Begriffe in sich vereinigenden »*elementaren Ereignisse*«, die ihrem Wesen nach *veränderliche Zahlenvierer darstellen*. Und ähnlich: Nicht mehr Raum- und Zeitstrecken bilden die Intervalle des Kontinuums, sondern die die beiden Begriffe in sich verschmelzenden »*Raum-Zeit-Intervalle*«, die ihrem Wesen nach den Quadratwurzeln gleich sind, die man aus den in bestimmter Weise definierten homogenen Funktionen zweiten Grades der Koordinatendifferenzen zweier Zahlenvierer zieht.

*Die spezielle Relativitätstheorie handelt von der Geometrie des gravitationsfreien Kontinuums*, in der das Gesetz von der Trägheit Gültigkeit hat, weshalb ihre Koordinatensysteme »*Inerzsysteme*« (K-Systeme) bilden, die im Verhältnis zueinander geradlinig und gleichförmig bewegt sind. Diese K-Systeme präsentieren sich uns in Gestalt physikalischer Körper, die die gleiche Bewegung

vollführen, und auf denen sich auch Beobachter befinden können. Dieses vierdimensionale Kontinuum behält die euklidische Struktur und Metrik bei und ist ebenso absoluter Natur und ebenso etwas, was »unbeeinflußbar beeinflusst«, wie der Newtonsche dreidimensionale Raum. In den einzelnen K-Systemen bleibt die Getrenntheit der Zeitkoordinate von den Raumkoordinaten noch bestehen, sie haben mithin »eigene« dreidimensionale Raum-Kontinua und »eigene« eindimensionale Zeit-Kontinua. Diese drei- bzw. eindimensionalen Kontinua bewegen sich zusammen mit den K-Systemen im unbewegten, absoluten vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum. Da es aber kein absolut ruhendes  $K_0$ -System gibt, existiert auch kein absolut ruhender dreidimensionaler Raum und keine absolut ruhende eindimensionale Zeit.

Die Definitionsgleichung für das Raum-Zeit-Intervall der im K-System durch die Zahlenvierer  $(x_1, y_1, z_1, t_1)$  und  $(x_2, y_2, z_2, t_2)$  bestimmten elementaren Ereignisse lautet

$$s = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2(t_2 - t_1)^2}, \quad (1)$$

worin  $c$  die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum bedeutet. Geht man zu einem anderen Inerzsystem  $K'$  über, dann ändern sich im Sinne der Lorentz-Transformation die Koordinaten beider elementarer Ereignisse und ebenso die Größe des zwischen ihnen liegenden Raumintervalls und Zeitintervalls, wogegen die Größe des Raum-Zeit-Intervalls unverändert bleibt. Jene stark positivistischen meßtechnischen Definitionen, die Einstein je gesondert für die Raumintervalle und für die Zeitintervalle angibt, spielen in der speziellen Relativitätstheorie eine ganz untergeordnete Rolle: Im Grunde genommen dienen sie bloß dazu, zu beweisen, daß die Abstraktion des absoluten Raum-Zeit-Intervalls mit den veränderlichen, relativen Meßergebnissen bei der Bestimmung der Raumintervalle und der Zeitintervalle übereinstimmt. Darüber kann kein Zweifel bestehen, daß Einstein dem absoluten Raum-Zeit-Kontinuum, aber auch den in diesem bewegten relativen Räumen und Zeiten sowie ihren Intervallen einen *objektiven* Charakter beimißt.

Die Analyse des Begriffes vom Raum-Zeit-Intervall führt jedoch zu dem Ergebnis, daß er eine geometrische Abstraktion darstellt, die jedes physikalischen Inhalts entbehrt. Graphisch läßt sich das Raum-Zeit-Intervall der Ereignisse  $P_1(x_1, y_1, z_1, t_1)$  und  $P_2(x_2, y_2, z_2, t_2)$  im K-System folgendermaßen darstellen (Abb. 1): Bezeichnet man mit  $P_1$  das frühere Ereignis im K-System, dann erreicht das vom gleichen Ort zum gleichen Zeitpunkt ausgesandte Lichtsignal in der bis zum Eintritt des Ereignisses  $P_2$  verstrichenen Zeit eine Kugelwellenfläche  $C(t_2)$ , deren Radius

$$r_K = c(t_2 - t_1) \quad (2)$$

beträgt.



Für den Raumabstand zwischen  $P_1$  und  $P_2$  im K-System gilt

$$d_K = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}, \quad (3)$$

die Größe des Raum-Zeit-Intervalls im K-System schreibt sich demnach gemäß (1) zu

$$s = \sqrt{d_K^2 - r_K^2}. \quad (4)$$

Geometrisch vermag dies jede beliebige, vom Punkt  $P_2$  an die Kugel-  
fläche  $C(t_2)$  mit dem Mittelpunkt  $P_1$  gelegte Tangente zu repräsentieren.  
Der das Raum-Zeit-Intervall darstellende Raumabstand  $\overline{P_2 R_2}$  ergibt sich  
demnach folgendermaßen:

a) Vom Punkt  $P_1$  geht im Zeitpunkt  $t_1$  ein Lichtstrahl aus, der mit der  
Geraden  $P_1 P_2$  den durch die Gleichung

$$\cos \alpha_K = \frac{r_K}{d_K} \quad (5)$$

definierten Winkel  $\alpha_K$  einschließt.

b) Dieser Lichtstrahl erreicht im Zeitpunkt  $t_2$  jenen Punkt  $R_2$ , der auf  
der Oberfläche der Kugel  $C(t_2)$  und zugleich auf der Polarebene  $S(t_2)$  des  
Punktes  $P_2$  in bezug auf die Kugel liegt. Diese Polarebene  $S(t_2)$  steht senkrecht  
zur Geraden  $P_1 P_2$ , und zwar in der Entfernung:

$$p_K = \frac{r_K^2}{d_K}. \quad (6)$$

c) Verbindet man den so bestimmten Punkt  $R_2$  mit  $P_2$ , dann hat man  
das Raum-Zeit-Intervall  $P_1$  und  $P_2$  zu

$$s = \overline{P_2 R_2}. \quad (7)$$

Bezieht man die beiden elementaren Ereignisse auf ein anderes Inerz-  
system  $K'$ , dann erhält man geänderte Werte für  $d_{K'}$ ,  $r_{K'}$ ,  $\alpha_{K'}$  und  $p_{K'}$ , während  
der Wert von  $s$  unverändert bleibt. Der Satz von der Verkürzung des bewegten  
Stabes und vom verlangsamten Gang der mitbewegten Uhr erfährt in dieser  
Konzeption eine Umwandlung in dem Sinne, daß im gravitationsfreien vier-  
dimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum zwischen zwei elementaren Ereignissen  
ein Raum-Zeit-Intervall unveränderter Größe besteht, welches jedoch auf  
andere Inerzsysteme jeweils unterschiedlich große Raum- und Zeitintervalle  
projiziert.

Zwischen den beiden elementaren Ereignissen kann es grundsätzlich dreierlei Beziehungen geben (Abb. 1–3), u. zw.

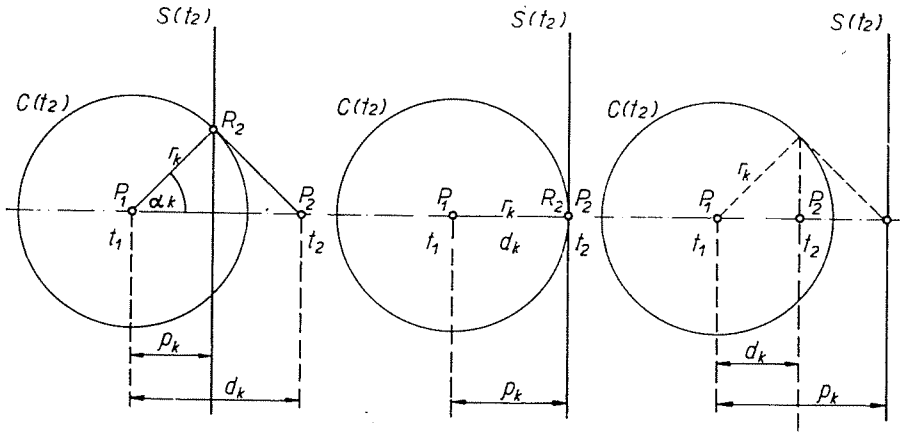


Abb. 1–3

1. Die beiden Ereignisse üben aufeinander keinen Einfluß aus. Dies trifft zu, wenn  $d_K > r_K$ , d. h. wenn gemäß Gleichung (4)  $s$  ein Intervall von reellem Wert darstellt. In diesem Falle ist im Sinne der Gleichungen (5)–(7)  $\alpha_K$  ein reeller Winkel und  $p_K < r_K$ ,  $R_2$  hingegen ein reeller Punkt. Da jedoch zwischen  $R_2$  und  $P_2$  keine elektromagnetische Verbindung besteht, da doch die aus  $P_1$  im Zeitpunkt  $t_1$  ausgestrahlte Welle den Punkt  $R_2$  im Zeitpunkt  $t_2$  bereits erreicht hat, den Punkt  $P_2$  hingegen noch nicht, bringt der Satz von der Konstanz des Raum-Zeit-Intervalls und von der durch dieses Intervall ausgelösten Veränderlichkeit der je für sich betrachteten Raumintervalle und Zeitintervalle keinen materiellen Inhalt zum Ausdruck. Mit anderen Worten: *Das Raum-Zeit-Intervall kann in diesem Falle keineswegs die Erscheinungsform der materiellen Verknüpfung der beiden Ereignisse bedeuten.*

Zu bemerken ist hier noch, daß in diesem Fall im K-System  $t_1 < t_2$ , daß es jedoch auch Systeme  $K'$  und  $K''$  gibt, in denen  $t'_1 = t'_2$  bzw.  $t''_1 > t''_2$ . Hierbei kann zwischen den beiden Ereignissen auch eine relative Gleichzeitigkeit bestehen, doch vermag jedes der beiden im Vergleich zum anderen relativ vergangen oder künftig sein. Einen Spezialfall dieser Alternative bildet die Verkürzung des in seiner Längsrichtung mit der Geschwindigkeit  $v$  fortbewegten (im Eisenbahnwagen mitbewegten) Meterstabes, bei dem sich für die beiden Ereignisse, d. h. für die Aussendung des vom Anfangs- und vom Endpunkt des Meterstabes reflektierten Lichtsignals zweierlei Koordinaten ergeben, u. zw. beim Messen vom Bahndamm:

$$P_1(0, 0, 0, 0) \text{ und } P_2(\sqrt{1 - v^2/c^2}, 0, 0, 0)$$

beim Messen im Wagen:

$$P_1(0, 0, 0, 0) \text{ und } P_2(1, 0, 0, -v/c^2).$$

Die unterschiedlichen *Meßergebnisse* interpretiert also Einstein mit der Verschiedenheit der durch *objektive*, jedoch nicht *materielle* Gründe ausgelösten Wirkungen. Das euklidische Raum-Zeit-Kontinuum, das hier die Rolle des Absolutums spielt und das in den Maxwellschen und Lorentzschen Gleichungen enthaltene geistige Wesen zum Ausdruck bringt, wirkt sich auf Raum und Zeit des Bahndammes anders aus als auf Raum und Zeit des Wagens. Das Raum-Zeit-Intervall projiziert auf den Bahndamm ein kürzeres Raumintervall als auf den Eisenbahnzug. Das auf den Eisenbahnzug projizierte Raumintervall bewegt sich in diesem Fall zusammen mit seinem »eigenen« Koordinatensystem und mit seinem »eigenen« Raum, wir sprechen also vom »ruhenden Raumintervall«. Demgegenüber ist das auf den Bahndamm projizierte Raumintervall in bezug auf seinen »eigenen Raum« mit der Geschwindigkeit  $v$  bewegt, es bildet mithin das »bewegte Raumintervall«. Im bewegten Zustand wird das  $h$  lange ruhende Raumintervall bloß eine Länge von  $h \cdot \sqrt{1 - v^2/c^2}$  haben, wobei es ohne Belang ist, ob diese Länge  $h$  von nuklearer oder kosmischer Größenordnung ist, das Absolutum komprimiert die eine ebenso wie die andere, d. h. sie *komprimiert den dreidimensionalen Raum selbst* in allen seinen Teilen, sobald er sich bewegt, und die Verkürzung der Längsabmessung des physikalischen Körpers ist — bloß die Ausdrucksform der Komprimierung des Raumes.

2. Die zweite mögliche Beziehung zwischen den beiden Ereignissen liegt vor, wenn das frühere Ereignis eine in der denkbar kürzesten Zeit zur Geltung gelangende (d. h. eine elektromagnetische) Wirkung auf das spätere Ereignis ausübt, d. h. wenn  $d_K = r_K$ . In diesem Falle gilt im Sinne von (4)–(7) :  $s = 0$ ;  $a_K = 0$ ;  $p_K = r_K$ ;  $R_2 \equiv P_2$ . Hier verschwindet also das Raum-Zeit-Intervall zwischen den beiden Ereignissen, d. h. im Grunde genommen sind es nicht zwei Ereignisse, sondern man steht vor einem Ereignis. Mit anderen Worten: Die Ausbreitung der elektromagnetischen Welle im euklidischen Raum-Zeit-Kontinuum bedeutet die Unveränderlichkeit, das ungestörte Fortbestehen der Identität mit sich selbst. Bedeutet  $P_1$  den Ort der Ausstrahlung des Lichtsignals einer Lichtquelle auf der Erde,  $P_2$  hingegen das Ende seines von der Erde gemessenen,  $t$  Sekunden dauernden Weges, dann haben die beiden elementaren Ereignisse der Lorenz-Transformation gemäß folgende Koordinaten: bei Sicht von der Erde

$$P_1(0, 0, 0, 0) \text{ und } P_2(ct, 0, 0, t)$$

bei Sicht von der »Photonrakete«:

$$P_1(0, 0, 0, 0) \text{ und } P_2(0, 0, 0, 0).$$

(Bei Anwendung der Lorenz-Transformation erhält man hier zwar Brüche der Form  $0/0$ , mit der l'Hospital'schen Regel und mit  $c = \lim v$  ergeben sich jedoch die obigen Werte.) Das euklidische Raum-Zeit-Intervall der Größe Null projiziert mithin jetzt auf die Photonrakete ein Zeitintervall von 0 sec, auf die Erde hingegen ein solches von  $t$  sec. Ersteres stellt das ruhende, letzteres das bewegte Zeitintervall dar. In diesem Falle zaubert uns also das Absolutum die Tatsache vor, daß es das im ruhenden Zustand einen einzigen Augenblick dauernde (d. h. Null große) Zeitintervall zu einem beliebig langen Zeitintervall  $t$  auszudehnen vermag, sofern es sich um einen »mit Lichtgeschwindigkeit bewegten Augenblick« handelt. Kein Zweifel, daß das Raum-Zeit-Intervall auch in diesem Falle keine wie immer geartete formale Seite eines materiellen Zusammenhanges zwischen den beiden Ereignissen zum Ausdruck bringt.

3. Als dritte mögliche Beziehung zwischen den beiden elementaren Ereignissen kommt der Fall in Frage, daß das frühere auf das spätere Ereignis eine Wirkung ausübt, die langsamer zur Geltung kommt als die elektromagnetische Wirkung. Ein solcher Fall tritt ein, wenn  $d_K < r_K$ . Im Sinne der Gleichung (4)–(7) sind dann  $s$  und  $a_K$  imaginäre Größen,  $p_K > r_K$ , während  $R_2$  gleichfalls ein imaginärer Punkt der reellen Ebene  $S(t_2)$  ist. Da die aus dem Punkt  $P_1$  zum Zeitpunkt  $t_1$  ausgestrahlte elektromagnetische Welle den Punkt  $P_2$  im Zeitpunkt  $t_2$  bereits verlassen, die Ebene  $S(t_2)$  hingegen noch nicht erreicht hat, kann zwischen den beiden Endpunkten des Raumintervalls, durch welches das Raum-Zeit-Intervall repräsentiert wird, auch in diesem Falle keine elektromagnetische Verbindung zustandekommen. *Das Raum-Zeit-Intervall drückt mithin auch jetzt keine irgendwie geartete Erscheinungsform des tatsächlichen materiellen Zusammenhanges zwischen den beiden Ereignissen aus.* Zu bemerken ist, daß in diesem Falle die Ungleichheit  $t_1 < t_2$  nicht nur für das K-System, sondern auch für jedes andere System  $K'$  Gültigkeit hat (d. h.  $t'_1 < t'_2$ ) und daß es kein System gibt, in welchem die Ereignisse gleichzeitig miteinander eintreten könnten. Dagegen gibt es Systeme, in denen die beiden Ereignisse sich am gleichen Ort abspielen; ein solches Koordinatensystem bewegt sich also gemeinsam mit jenem materiellen System, das die in Rede stehende Wirkung überträgt, oder mit anderen Worten, *in diesem Falle stellen die elementaren Ereignisse  $P_1, P_2$  zwei aufeinanderfolgende Zustände ein und derselben Bewegungserscheinung dar.* Der unter 2. behandelte Fall ist gleichfalls ein Sonderbeispiel hierfür, wobei es sich um zwei aufeinanderfolgende Zustände der Ausbreitung des Lichtes handelt. Der jetzt besprochene Fall hingegen entspricht dem der Verlangsamung des Uhrenganges, für den folgendes gilt:  $P_1$  ist der Anfangs-,  $P_2$  hingegen der Endzustand der Periode einer im Eisenbahnzug mitbewegten Uhr oder irgend eines beliebigen mitbewegten, periodische Bewegungen ausführenden materiellen Objektes. Setzt man der Einfachheit halber die Dauer einer Periode, vom Bahndamm gemessen, zu

1 sec an, dann ergeben sich für die beiden elementaren Ereignisse — der Lorenz-Transformation gemäß — folgende Koordinaten:  
bei Messung vom Bahndamm

$$P_1(0, 0, 0, 0), \text{ und } P_2(v, 0, 0, 1),$$

bei Messung im Wagen

$$P_1(0, 0, 0, 0) \text{ und } P_2(0, 0, 0, \sqrt{1 - v^2/c^2}).$$

In dieser Konzeption handelt es sich also darum, daß das imaginäre Raum-Zeit-Intervall unter einem imaginären Winkel reelle, voneinander jedoch verschiedene Zeitintervalle auf den Bahndamm und auf den Wagen projiziert. Das auf den Bahndamm projizierte, d. h. also das »bewegte Zeitintervall« ist länger als das auf den Wagen projizierte, d. h. das in bezug auf das eigene Zeitkontinuum »ruhende Zeitintervall«. Das  $t$  große ruhende Zeitintervall erfährt im bewegten Zustand eine Dilatation auf ein Zeitintervall der Größe

$$t / \sqrt{1 - v^2/c^2}.$$

Gleichviel, ob dieses Zeitintervall  $t$  die Größe eines mikrophysikalischen oder eines kosmischen Prozesses annimmt, das *Absolutum* dehnt die eine Größe im selben Umfang aus wie die andere, und wir sehen uns wieder der Tatsache gegenüber, daß das *Absolutum die eindimensionale Zeit selbst in allen ihren Teilen ausdehnt, sobald sie sich bewegt*. Die Verlangsamung des Ganges der Uhr ist bloß die Vergegenwärtigung der Dilatation der »Zeit als solcher«.

Die spezielle Relativitätstheorie führt mithin den Begriff der gleichförmig und geradlinig bewegten Räume und Zeiten ein, die durch das unbewegte, unveränderliche *Absolutum*, das gravitationsfreie euklidische Kontinuum, zu einer Einheit zusammengefaßt werden. Zufolge der physikalischen Funktion des *Absolutums* erfahren die metrischen Eigenschaften der gleichförmig bewegten Räume und Zeiten eine Änderung, mit anderen Worten, die zur Bewegungsrichtung parallelen Geraden der bewegten Räume erleiden in allen ihren Teilen eine Kontraktion, die bewegten Zeiten hingegen in allen ihren Teilen eine Dilatation. In dieser ganzen Konzeption äußert sich ein klassisches Beispiel für jene Mystifikation, die die Forderung nach materialistischer Interpretation der experimentell bestätigten Erfahrungen ablehnt!

Raum und Zeit nämlich sind keineswegs selbständige physikalische Objekte, die sich in verschiedenen Bewegungszuständen befinden, verschiedene physikalische Änderungen auslösen oder erleiden können.

Der »Raum als solcher« mit seinen Raumintervallen und räumlichen Punkten und die »Zeit als solche« mit ihren Zeitintervallen und Zeitpunkten bedeutet um nichts mehr und nichts weniger als das *gemeinsame Wesen* der

räumlichen bzw. zeitlichen Eigenschaften (des Neben- und Nacheinanders) der bewegten, veränderlichen physikalischen Körper und physikalischen Felder. Dementsprechend abstrahieren wir *den Begriff von Raum und Zeit* aus den Bewegungserscheinungen der physikalischen Objekte eben durch die *gedankliche* Erfassung dieses ihres objektiv vorhandenen gemeinsamen Wesens. Jener Satz des dialektischen Materialismus, daß die materielle Welt nirgends und niemals anders existieren, sich bewegen und ändern kann als in Raum und Zeit, ist die logische Folge dieser Begriffsbestimmung. Wenn Einstein Raum und Zeit selbst zu bewegen, sich verkürzenden und ausdehnenden deklariert, um damit die Verkürzung des bewegten Stabes und die Verlangsamung des Ganges der bewegten Uhr erklären zu können, dann handelt er ebenso wie jener, der das »Obst an sich« in Gedanken mit konkreten Eigenschaften ausstatten möchte, wie sie beispielsweise bloß der Apfel aufzuweisen hat, um aus diesem Postulat die tatsächlich wahrnehmbaren Eigenschaften des Apfels auf dem Wege der Deduktion herleiten zu können.

Die eindimensionalen Kontinua der speziellen Relativitätstheorie, namentlich die zur Bewegungsrichtung parallelen euklidischen Geraden sowie die Zeit sind nämlich in Wirklichkeit nicht bewegt und haben keinerlei konkrete metrische Eigenschaften. *Der Eisenbahnzug und in ihm der Stab und die Uhr bewegen sich in Raum und Zeit, doch bewegen sich Raum und Zeit nicht mit dem Eisenbahnzug. Die Länge des beschleunigten Stabes erfährt eine Verkürzung, der Gang der beschleunigten Uhr eine Verlangsamung, doch ergeben sich diese Wirkungen nicht so, als hätte das Raum-Zeit-Kontinuum zu einer Kontraktion des gleichförmig bewegten Raumintervalls und zu einer Dilatation des gleichförmig bewegten Zeitintervalls geführt.*

Erwähnung bedarf auch der Umstand, daß sich der Begriff der »Gleichförmigkeit« bei Einstein unbemerkt zu einer Eigenschaft der eindimensionalen Raum- und Zeitkontinua verwandelt, als wäre es irgendeine grundlegende Eigenheit der Geraden, aus Raumintervallen gleicher Größe zu bestehen, die in bewegtem Zustand samt und sonders eine Kontraktion gleichen Ausmaßes erfahren, und als wäre es eine grundlegende Eigenheit der Zeit, »in gleichmäßigem Rhythmus zu fließen« und in bewegtem Zustand diesen »Rhythmus zu verlangsamen«. Das aber sind sinnlose Abstraktionen, die keinen materiellen Inhalt ausdrücken. Die sinnvolle Abstraktion ist dadurch gekennzeichnet, daß sie sich lediglich auf die *gemeinsamen und wesentlichen* Züge der untersuchten konkreten Erscheinungen beschränkt und alle *individuellen und unwesentlichen* Züge außer acht läßt. Den allgemeinen Begriff der Geraden läßt die Frage, wie groß der Maßstab ist, mit dem man ihre Länge mißt, völlig unberührt. Und ebenso: Den allgemeinen Begriff der Zeit läßt der Umstand, daß sich die Periode der einen Spektrallinie von derjenigen der anderen unterscheidet, völlig unberührt. Die Begriffe des »zeitlichen Rhythmus« und der »gleichförmig geteilten Geraden« vermögen sich also zwar auf konkrete Bewegungs-

erscheinungen zu beziehen, doch werden sie logisch sinnlos, sobald man sie auf Zeit und Raum »als solche« beziehen will. Der Meßstab als fester Körper (als materielles System) ist es, der in der beschleunigten Rakete eine Verkürzung erfährt, und nicht das »ein Meter lange Raumintervall«. Ein Jahr auf der Erde ist auch auf der Rakete ein Jahr, in einem Jahr führt jedoch das schwingende System in der Rakete weniger Schwingungen aus als auf der Erde. Die Begriffe aber von der in der Rakete »langsamer fließenden Zeit« und von der zum Stehen gebrachten Zeit der Photonrakete, sind dorthin zu verweisen, wo sie von Rechts wegen hingehören: in das Reich der Fabel.

Die Intervalle des eindimensionalen räumlichen oder zeitlichen Kontinuums sind also unabhängig von der Wahl des Koordinatensystems, ihre Größe ist der Differenz der Anfangs- und Endpunkt- (bzw. Zeitpunkt-) Koordinaten gleich. *In diesem Sinne haben Raum und Zeit absoluten Charakter.* Wenn Engels *das Wesen der mechanischen Bewegung* so formuliert, daß sich ein gegebener Körper in ein und demselben Zeitpunkt an einem Ort (räumlichen Punkt) und auch an einem anderen Ort befindet, dann benützt er den Begriff von Zeitpunkt und Ort als Spiegelbild der absoluten charakteristischen Eigenschaften der Bewegung. *Raum und Zeit haben andererseits auch relativen Charakter*, u. zw. in dem Sinne, daß *die einzelnen konkreten materiellen Vorgänge* wegen jener Wechselwirkungen, die sich zwischen dem gegebenen Vorgang und anderen materiellen Vorgängen abspielen, *veränderliche räumliche und zeitliche Eigenschaften aufweisen.*

Der universelle Zusammenhang zwischen den Erscheinungen hat objektiv zur Folge, daß jeder physikalische Körper unter dem Einfluß unendlich vieler Wechselwirkungen eine unendliche Vielfalt von Bewegungen ausführt, von denen von uns nur eine endliche Zahl von Bewegungen unmittelbar wahrgenommen werden kann; auf einer gegebenen Stufe der wissenschaftlichen Entwicklung werden stets nur einige weitere Bewegungen theoretisch erkennbar werden. So vermögen wir beispielsweise die Bewegung des im Eisenbahnzug fallen gelassenen Steines in bezug auf den Eisenbahnzug und auf den Bahndamm zu beobachten, wobei sich letztere als vektorielle Größe aus der Bewegung des Steines in bezug auf den Eisenbahnzug und aus der Bewegung des Eisenbahnzuges in bezug auf die Erde zusammensetzt. Hinzu kommen aber offenbar noch die Bewegung der Erde innerhalb des Sonnensystems, dessen Bewegung innerhalb des galaktischen Systems usw. Dies bedeutet aber soviel, daß *die Bahnkurve des im Eisenbahnzug fallenden Steines als Resultante der unendlich vielen Bewegungen die Dialektik der absoluten und relativen Seiten objektiv verwirklicht.* Im unendlichen Prozeß der physikalischen Erkenntnis besteht natürlich nur eine asymptotische Möglichkeit, die absolute Bahnkurve zu erkennen, doch bildet dies keinen Grund dafür, ihre objektive Existenz nicht anzuerkennen. Die absolute Bahnkurve verhält sich zur relativen wie die Resultante zu den Komponenten, wie das Allgemeine zum

Einzelnen. Eben diese absoluten Bahnkurven bzw. ihre räumlichen und zeitlichen Eigenschaften sind es, aus deren Gesamtheit wir den Begriff des absoluten Raumes und der absoluten Zeit schöpfen. Wer — wie das Einstein tut —, die Berechtigung hierzu leugnet und nur relative Bahnkurven und nur den relativen Raum, die relative Zeit anerkennt (während er das Absolute in die höheren Dimensionen verweist), handelt ebenso, wie einer, der beispielsweise bloß die Existenz des *einzelnen Menschen* anerkennt, jedoch leugnet, daß es den »Menschen im allgemeinen«, den »Menschen als solchen« gibt, bzw. sein Dasein lediglich in der »Welt der Ideen« akzeptiert.

Neben der *theoretisch-physikalischen* Abstraktion des konkreten, an bewegte Objekte gebundenen Koordinatensystems ist es im Hinblick auf das Gesagte durchaus begründet, auch die *mathematische* Abstraktion des »in absoluter Ruhe befindlichen« Systems  $K_0$  aufrechtzuerhalten, die freilich an keinerlei konkretes Objekt, sondern bloß an den Raum »als solchen« »gebunden« ist. Das System  $K_0$  eignet sich zur mathematischen Beschreibung jedes beliebigen physikalischen Vorganges, und dies um so mehr, da man nicht die Meßbarkeit der Koordinaten selbst, sondern nur die Meßbarkeit ihrer Änderungen zu fordern hat. Das  $K_0$ -System läßt sich ebensowenig erfassen, wie man etwa »die Zeit sehen und den Raum riechen« kann. Deswegen aber an seiner objektiven Existenz zu zweifeln ist ebenso unbegründet, wie es unbegründet wäre das objektive Dasein von Raum und Zeit »als solche« in Frage zu stellen. Der Vorschlag L. Jánossys, das System  $K_0$  an das durch die Fixsterne in Sonnennähe zustandegebrachte, annähernd stationäre Gravitationsfeld zu binden, erscheint *praktisch* deshalb begründet, weil dies — den Anzeichen nach — die verhältnismäßig einfache Beschreibung des räumlichen und zeitlichen Ablaufs *der für uns bedeutsamen physikalischen Vorgänge* ermöglichen würde. Freilich dürfen wir uns nicht einbilden, daß sich dieses Gravitationsfeld selbst tatsächlich in absoluter Ruhe befindet und daß wir nun durch dieses »auch den Raum als solchen« erfaßt haben.

Die hier soeben umrissene dialektische Einheit der absoluten und relativen Seiten von Raum und Zeit wird von Einstein nicht anerkannt; er ist bemüht, die absolute Seite völlig auszuschalten, was ihm in der speziellen Relativitätstheorie allerdings noch nicht gelingt, trägt doch hier das vierdimensionale Raum-Zeit-Kontinuum noch absoluten, unbeeinflußbaren Charakter. *In seiner allgemeinen Relativitätstheorie, die von der Geometrie des Gravitationskontinuums handelt*, will er diesen Schönheitsfehler beheben, wobei er das Axiomensystem der materiellen Wirklichkeit noch weiter entrückt. Während er das Postulat der unmittelbaren Wahrnehmbarkeit und Meßbarkeit aufgibt, führt er als neue Definition der Elemente des Kontinuums die allgemeinen Gaußschen Koordinaten  $(x_1, x_2, x_3, x_4)$  ein, die in Wirklichkeit keinerlei physikalischen Inhalt ausdrücken, sondern bloß Symbole zur »Bezifferung« der elementaren Ereignisse darstellen und nur so viel verraten, daß es sich beim



Kontinuum um eine vierdimensionale Vielheit handelt. In dieser Konzeption ist auch der letzte Rest einer Sonderstellung der Zeitkoordinate verschwunden.

Die Metrik des Gravitätskontinuums ist nicht mehr eine euklidische, sondern eine *Riemannsche*, was so viel bedeuten will, daß in der Definitionsformel der Intervalle, abweichend von Gleichung (1), nicht nur die Summe der Quadrate der Koordinatendifferenzen erscheint, sondern folgende allgemeinere Formel Gültigkeit hat:

$$s^2 = \sum_{i,k} g_{i,k} (x'_i - x''_i) (x'_k - x''_k), \quad (8)$$

in der  $(x'_1, x'_2, x'_3, x'_4)$  und  $(x''_1, x''_2, x''_3, x''_4)$  die beiden elementaren Ereignisse selbst bedeuten, d. h.

$$i = 1, 2, 3, 4,$$

$$k = 1, 2, 3, 4.$$

Hier sind jedoch die Koeffizienten  $g_{11}, g_{12}, \dots, g_{44}$  nicht konstante Größen, sondern selbst auch Funktionen der Gaußschen Koordinaten, die das primäre, ideelle Wesen des Gravitationsfeldes zum Ausdruck bringen. Einstein unterstreicht zu wiederholten Malen, daß sich bei ihm das Problem der Gravitation zu einem mathematischen Problem sublimiert. Sein Postulat lautet hierbei, daß das vierdimensionale Kontinuum im Grenzfall aus der Riemannschen Metrik in einem zweifachen Sinn in das euklidische Kontinuum übergehen muß, u. zw. muß es die euklidische Metrik einesteils in seinen infinitesimalen, andererseits in den Bereichen mit ganz geringer Feldintensität beibehalten. Solcherart muß (8) in die Form

$$s^2 = (x'_1 - x''_1)^2 + (x'_2 - x''_2)^2 + (x'_3 - x''_3)^2 + (x'_4 - x''_4)^2 \quad (9)$$

übergehen.

Einstein will mithin den Begriff des euklidischen Raum-Zeit-Kontinuums der speziellen Relativitätstheorie in der Weise verallgemeinern, daß sich die *intertielle Wirkung* des Kontinuums auf die physikalischen Körper als Grenzfall der *Gravitationswirkung* des Kontinuums auf eben diese Körper in den Bereichen mit vernachlässigbarer Feldintensität ergibt. Die Existenz eines im gravitationsfreien Feld sich selbst überlassenen materiellen Punktes oder Lichtsignals wird nach Einsteins Fassung durch die zeitlich extremale (in kürzester Zeit zurücklegbare) Strecke gekennzeichnet, die hier noch mit der euklidischen Geraden, d. h. mit der den kürzesten Weg herstellenden Linie identisch ist.

Seinem Wesen nach stellt das Gravitationsfeld (oder genauer: das physikalische Feld, das auf die Massenpunkte irgendeine, von Ort zu Ort wechselnd starke mechanische Kraftwirkung ausübt) bereits das vierdimensionale

nale Kontinuum mit Riemannscher Metrik dar, in welchem die relative Getrenntheit von Raum und Zeit verschwindet. Bei diesem Kontinuum handelt es sich im Grunde genommen um einen nichteuklidischen vierdimensionalen Raum, in welchem die zeitlich extremalen Linien nicht mehr gerade, sondern gekrümmt sind. Das Ausmaß ihrer Krümmung von Ort zu Ort ist durch das Gravitationspotential, d. h. letztlich durch die Größe und Verteilung der das Gravitationsfeld erzeugenden Massen bestimmt. Aus diesem Grunde spielt dieses Kontinuum nicht mehr die Rolle des unveränderlichen Absolutums, steht doch seine Metrik unter dem Einfluß der Massen und ihrer Bewegungserscheinungen. Auf der anderen Seite behält es jedoch jene Rolle bei, die Naturerscheinungen auch selbst zu beeinflussen, indem es dem mit gegebener Geschwindigkeit in das Gravitationsfeld eintretenden materiellen Punkt oder Lichtsignal auch jetzt eine bestimmte Bahn, d. h. seine eigenen gekrümmten extremalen Linien und, in Abhängigkeit vom Gravitationspotential, eine veränderliche Geschwindigkeit vorschreibt, welche letztere sich auch auf das Lichtsignal bezieht.

Einsteins Ausführungen machen es klar, daß er im Gravitationsfeld nicht bloß das vierdimensionale Kontinuum, sondern auch den dreidimensionalen Raum für ein gekrümmtes Kontinuum mit Riemannscher Metrik und nicht-euklidischer Struktur hält, bzw. daß er es lediglich im infinitesimalen Bereich als euklidischen Raum ansieht. Andererseits ist er außerstande, ohne Benutzung der Begriffe von den »lokalen Descartesschen Koordinatensystemen«, d. h. *von den euklidischen Geraden sowie von den durch sie vertretenen Richtungsrelationen und Winkeln dem gekrümmten Raum eine Struktur zuzuordnen*. Damit gibt er mittelbar zu, daß die euklidische Gerade trotz der Krümmung des Riemannschen Raumes »am Leben bleibt«, doch verbleiben in diesem gekrümmten dreidimensionalen Raum nur ihre infinitesimalen Elemente und auch diese nur tangentiell. *Die zur Gänze verbleibende euklidische Gerade wird mithin im besten Fall in die vierte Raumdimension verlagert, und nur auf diese Weise vermag die Krümmung des dreidimensionalen Raumes irgendeinen Sinn zu erhalten*. Allerdings macht Einstein auch das erdachte vierdimensionale Kontinuum des Gravitationsfeldes zu einem gekrümmten, dies aber zieht mit logischer Notwendigkeit die ideelle Existenz des fünfdimensionalen Kontinuums und dessen *euklidische Struktur* nach sich.

Ganz allgemein: Einsteins Ausführungen selbst machen es klar: *Mißt man gedanklich jedem der ersten n-dimensionalen Kontinua eine gekrümmte Struktur bei, dann erscheint die euklidische Geometrie triumphierend in der (n + 1)-ten Dimension auf dem Plan*. Dies aber entblößt alle Mystifikationsversuche, die die *physikalischen* Gesetze des physikalischen Feldes, also eines Objektes mit materiellem Inhalt, durch die Gesetze der angeblichen *geometrischen* Änderungen in jenem Raum ersetzen wollen, der bloß den *formellen* Rahmen für die wirklichen Zustandsänderungen des Feldes bietet.

Die Ablenkung, die der Lichtstrahl im dreidimensionalen euklidischen Raum erleidet, ist eine Folge der durch das veränderte Gravitationspotential verursachten Geschwindigkeitsänderung, und nicht der Raum ist es, der im Gravitationsfeld eine Krümmung erfährt, um dem Lichtstrahl die »allein zulässigen« Bahnkurven vorzuzeichnen. Mit veränderlicher Geschwindigkeit beschreibt der Lichtstrahl zwischen den Punkten  $P_1$  und  $P_2$  im dreidimensionalen euklidischen Raum die *zeitlich kürzeste* Kurve, doch hört damit die Gerade  $\overline{P_1 P_2}$  nicht auf, den *räumlich kürzesten Weg* zwischen den beiden Punkten zu bilden, und springt auch keineswegs in eine nicht vorhandene »höhere Dimension« über. Die Tatsache, daß der Lichtstrahl eine gekrümmte Bahn zurücklegt, bedeutet bloß, daß er zwar seine *Richtung* von Punkt zu Punkt wechselt, daß aber seine augenblickliche Bewegung stets geradlinig im euklidischen Sinne verläuft.

Die Abhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit vom Gravitationspotential und die durch dieses bedingte Ablenkung des Lichtstrahles im Gravitationsfeld, wie sie in diesem Teil der Einsteinschen Theorie vorausgesetzt ist, stellt ein *physikalisches Gesetz* mit materialistischem Inhalt dar. Dagegen *kann* die Hypothese von der Krümmung des dreidimensionalen Raumes in der vierten Dimension und seine Rückkehr in sich selbst, *die Annahme von der »endlichen, aber unbegrenzten Welt« weder Wissenschaft noch Physik genannt werden*, sie ist vielmehr der Ausdruck einer konzentriert objektiv idealistischen Philosophie, einer wissenschaftslosen Mystifikation, aus der der Geruch von Weihrauch emporsteigt. Wer die Existenz einer endlichen, aber unbegrenzten Welt verkündet, hat das Anrecht dazu verloren, als *Anwalt der Wissenschaft* angesehen zu werden. Aus ihm spricht bereits der gesalbte Priester der »kosmischen Religion«, und wenn er das Wort »Kontinuum« niederschreibt, dann lesen Jesuiten aus ihm mit Recht den Namen »Gottes« heraus, um dies dann natürlich in dem Sinne weiterzugeben, daß auch »die Wissenschaft die Existenz Gottes und einer überirdischen Welt bestätigt«.

Einstein formuliert die räumliche Endlichkeit der Welt und ihre quasi-sphärische Struktur wiederholt und unmißverständlich als notwendige Konsequenz seiner allgemeinen Relativitätstheorie (vgl. z. B. »Die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie, gemeinverständlich«, Pantheon Verlag, Budapest 1921, ungarisch, p. 77, ferner *Einstein: Mein Weltbild*, Querido Verlag, Amsterdam 1934, p. 220 oder »Die Grundzüge der Relativitätstheorie«, Vieweg Verlag, Braunschweig 1956, pp. 69—70 und 87). Unter solchen Umständen ist es kein Wunder, daß die Apologetiker des Fideismus gern nach einer so willkommenen Gelegenheit greifen, und es wäre weit verfehlt, ihnen den Vorwurf zu machen, sie hätten aus Einsteins »im Grunde genommen materialistischer« *physikalischer* Theorie verdrehte, idealistische *philosophische* Folgerungen gezogen. Nein, die idealistische Konzeption ist tief in der Einsteinschen Theorie selbst verwurzelt, Einstein selbst ist es, der solche philo-

sophische Konsequenzen zieht, ja — wie gezeigt — von selbst vorweg die idealistischen Grundlagen seiner Theorie postuliert, indem er die mathematische Abstraktion zur primären geistigen Substanz der physikalischen Welt proklamiert und die »physikalische Realität« nicht allein dem vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum, sondern auch dem vierdimensionalen Raum selbst zugesteht.

Eben deshalb wäre es durchaus abwegig, etwa jener Methode beizupflichten, deren sich *Georg Klaus* bedient, um die an Einstein sich anklammernden Spitzfindigkeiten von *P. C. A. Wetter* S. J. zurückzuweisen, indem er diesen damit zu widerlegen versucht, daß er dem Philosophen Einstein beipflichtet.

Die Entwicklung, die der Raumbegriff von Gauß über Riemann bis Einstein mitgemacht hat, ist bei Klaus so eingestellt, als hätte sie zu einer stets genaueren Annäherung der Abstraktion des Kontinuums an das Konkrete, an die räumlichen und zeitlichen Eigenschaften der Zustandsänderungen wirklicher physikalischer Körper und physikalischer Felder geführt. In Wirklichkeit aber nähert diese »Entwicklungslinie« — wie im obigen vielfach bewiesen — die Abstraktion des Kontinuums nicht nur nicht an, sondern rückt sie im Gegenteil weit weg von den konkreten Verhältnissen der materiellen Wirklichkeit hin zur »Welt der Ideen«! *Gauß* hatte noch richtig erkannt, daß die nichteuklidische Geometrie die euklidische ausschließlich *auf der gekrümmten Fläche*, als *zweidimensionalem Kontinuum* würde ablösen müssen, in welchem sich die formellen Verhältnisse einzelner konkreter Objekte der materiellen Wirklichkeit widerspiegeln, und dies deshalb, weil die geodätischen (d. h. die zwischen zwei Punkten den *kürzesten* Weg liefernden) Strecken auf der gekrümmten Fläche im Vergleich zu der die dritte Dimension überbrückenden euklidischen *Geraden* gekrümmt sind.

Der Beitrag *Riemanns* hierzu besteht im wesentlichen darin, daß er auf dem Wege der Extrapolation die Gültigkeit der *realen Abstraktion* der Beziehung zwischen dem *zweidimensionalen gekrümmten* Kontinuum und dem *dreidimensionalen euklidischen* Kontinuum auf eine *irreale Abstraktion* der Beziehung zwischen dem dreidimensionalen »gekrümmten« Kontinuum einerseits und dem vier- bzw. *n*-dimensionalen Kontinuum andererseits ausdehnte. Natürlich können auch die mehrdimensionalen Kontinua reale Abstraktionen darstellen, sofern sie die wechselseitigen Zusammenhänge zwischen einer bestimmten Zahl materiell existierender Bewegungserscheinungen widerspiegeln, die Riemann-Einsteinschen Begriffe vom »vier- und mehrdimensionalen Raum« im engeren Sinne und insbesondere vom »dreidimensionalen gekrümmten Raum« hingegen bilden keine reale Abstraktionen mehr, vielmehr sind sie *Mystifikationen*, die nichts über irgendeine formelle Seite der Existenz eines materiellen Inhalts beliebiger Art aussagen. Was mithin Klaus die Beschränktheit nennt, die Gauß noch anhaftet, ist die einen materiellen

Inhalt widerspiegelnde nichteuklidische Geometrie der gekrümmten Flächen, was er demgegenüber an Riemann als *Überwindung der Beschränktheit* lobt, ist eine Mystifikation, die den wissenschaftlichen Begriff zur Phantasmagorie macht, ist die Identifizierung der inneren Seite einer Fläche mit ihrer äußeren Seite, eine schmerzhaft Entbindung ohne Durchbrechung des mütterlichen Körpers und letzten Endes der »Lebensraum von Wesen höherer Ordnung als der Mensch«.

Was nun aber die Ansichten anbelangt, die Einstein in seiner allgemeinen Relativitätstheorie über die Natur der Beziehungen zwischen der inhaltlichen und der formellen Seite der physikalischen Erscheinungen vertritt, läßt sich folgendes festhalten: die Feldgleichung bringt die primäre ideelle Substanz (oder, wenn es besser gefällt, die »Geometrie«) des Gravitationsfeldes zum Ausdruck; diese spiegelt sich wider im vierdimensionalen Kontinuum, als *sekundärem* geistigem Seienden, während *tertiär* das letztere u. a. im dreidimensionalen gekrümmten Raum und in der in Abhängigkeit vom Gravitationspotential von Ort zu Ort wechselnd »rhythmischen« Zeit, als geistiger Substanzen zum Ausdruck kommt; erst *in vierter Reihe* stößt man auf *materielle* Erscheinungen: auf die gekrümmte Bahn des Lichtstrahles, auf die Periheldrehung der Merkur-Bahn bzw. auf die Rotverschiebung der Spektrallinien in starken Gravitationsfeldern, die die in der Raumgleichung enthaltene primäre geistige Substanz endlich auch für uns vergegenwärtigen. Kein Zweifel, daß hier

1. die Materie den Geist widerspiegelt, und daß

2. die mathematischen Änderungen der Metrik und der Struktur des Kontinuums die *inhaltliche* Seite, die Zustandsänderungen der physikalischen Körper und der physikalischen Felder hingegen die *formelle* Seite darstellen, die den eben erwähnten Inhalt vergegenwärtigen.

Faßt man die Konzeption der speziellen und der allgemeinen Relativitätstheorie zusammen, dann läßt sich feststellen, daß es Einstein zufolge zwischen zwei elementaren Ereignissen zweierlei Beziehungen geben kann:

Wenn sie einander nicht beeinflussen, dann *besteht zwischen ihnen jedenfalls ein Raumintervall*, jedoch nicht unbedingt ein Zeitintervall.

Dieses Raumintervall

- bleibt im gravitationsfreien Raum geradlinig, ist aber im bewegten Zustand kürzer als im Ruhezustand,
- erfährt im Gravitationsfeld eine Krümmung,

Wenn sie einander beeinflussen, dann *besteht zwischen ihnen jedenfalls ein Zeitintervall*, jedoch nicht unbedingt ein Raumintervall.

Dieses Zeitintervall

- ist im gravitationsfreien Raum im bewegten Zustand länger als im Ruhezustand,
- ist im Gravitationsfeld länger als im gravitationsfreien Raum,

- verändert sich in beiden Fällen unabhängig von dem es vergegenwärtigenden materiellen System, ja noch mehr, das Raumintervall ist es, das die Änderung der räumlichen Eigenschaften des materiellen Systems auslöst.
- verändert sich in beiden Fällen unabhängig von dem materiellen Vorgang der periodischen Bewegung, durch die es vergegenwärtigt wird, ja das Zeitintervall ist es, das die Änderung der zeitlichen Periode des materiellen Vorganges auslöst.

Wieder drängt sich die Feststellung auf, daß diese Konzeption mit dem Standpunkt des dialektischen Materialismus unvereinbar ist.

Der dialektisch materialistischen Auffassung gemäß ist es innerhalb der Wechselwirkung von Materie, Raum und Zeit die bewegte Materie (als inhaltliche Seite), die das bestimmende Element darstellt, während Raum und Zeit (d. h. die formelle Seite) bloß einen rückwirkenden Einfluß auf die Materie ausüben. So bestimmt beispielsweise das Gravitationsfeld den Ablauf der Bewegung von physikalischen Körpern in Raum und Zeit, indem es Größe und Richtung ihrer Geschwindigkeit in bestimmter Weise ändert. Jene räumliche und zeitliche Konfiguration hingegen, die als Folge dieser Einwirkungen zustandekommt, ändert auch den ursprünglichen Zustand des gegebenen Gravitationsfeldes selbst. Das Gravitationsfeld ändert weiters auch die räumliche und zeitliche Beschaffenheit der Ausbreitung des elektromagnetischen Feldes (z. B. des Lichtstrahles), ein Umstand, den Einstein dahingehend interpretiert, daß das Gravitationsfeld und mit ihm der Raum selbst eine Krümmung erleidet. Hier aber handelt es sich nicht um die physikalische Wirkung eines gekrümmten Kontinuums, sondern um die *formelle* Seite der Wechselwirkung zwischen dem elektromagnetischen und dem Gravitationsfeld, d. h. zwischen zwei Objekten mit materiellem Inhalt, oder mit anderen Worten, erneut um die bestimmende Rolle des *Inhaltes*!

Die Weiterentwicklung des Raum- und Zeitbegriffes sollte durch die Ausfertigung der »einheitlichen Feldtheorie« gekrönt werden. »Für den systematisch denkenden Theoretiker« sei, erklärte Einstein, einerseits der Dualismus von physikalischem Körper und physikalischem Feld, andererseits der Dualismus von elektromagnetischem und Gravitationsfeld unerträglich, eine Überlegung, die ihn dazu führte, die Notwendigkeit der Aufstellung einer »einheitlichen Feldtheorie« zu postulieren. Er wollte nicht glauben, daß die physikalische Welt objektiv und materiell widersprüchlicher Natur ist, er wollte nicht an die *tatsächliche* Existenz der Widersprüchlichkeit zwischen physikalischem Körper und physikalischem Feld, der Widersprüchlichkeit zwischen elektromagnetischem und Gravitationsfeld, zwischen Kontinuität und Diskontinuität, auf die Widersprüchlichkeit zwischen physikalischen Erscheinungen und den ihnen entsprechenden Differentialgleichungen, usw. glauben.

Für ihn, der für die »Harmonia praestabilita« schwärmte, schien all dies unerträglich. Eben deshalb wollte er nicht wahrhaben, daß die theoretische Physik die objektiven Vorgänge der materiellen Welt gerade in dieser ihrer Widersprüchlichkeit darzustellen hat, und *postulierte statt dessen für sie eine Darstellung frei von jeder Widersprüchlichkeit*, wogegen sich freilich die Vorgänge hartnäckig wehrten. Vergeblich war Einstein bemüht, den materiellen Punkt, diese »störende Singularität« jenes Kontinuums mathematisch auszuschalten, das die in der Feldgleichung enthaltene ideelle Substanz vergegenwärtigt, denn daran mußte er selbsverständlich scheitern.

Auch die Polemik zwischen Einstein und der Kopenhagener Schule kann bloß als das Auftreten des rationalistischen Apostels der einheitlichen, die einseitige Anschauung von der Kontinuität und vom mechanischen Determinismus widerspiegelnden Feldtheorie gegen die in Bausch und Bogen als irrationalistisch bezeichnete Quantentheorie aufgefaßt werden, woraus die Entwicklung der Mikrophysik und ihre materialistische Deutung freilich einen recht bescheidenen Nutzen zog.

### Zusammenfassung

Die glänzenden Erfolge der sowjetischen Wissenschaft, die die Höherwertigkeit der sozialistischen Gesellschaftsordnung in der Erkenntnis sowohl des kosmischen Raumes als auch des Mikrokosmos mit überzeugender Kraft unter Beweis gestellt haben, fußen unzweifelhaft auf der Erkenntnistheorie des dialektischen Materialismus, auf einer erkenntnistheoretischen Grundlage also, die die Vertreter der sozialistischen Wissenschaft ebenso sorgfältig behüten müssen, wie ihr eigenes Augenlicht!

Meines Erachtens muß eben deshalb auch in der Frage der philosophischen Stellung Einsteins reiner Wein eingeschenkt werden. Auch in dieser Frage ist jede Verschleierung der unüberbrückbaren Gegensätze zwischen Materialismus und Idealismus zurückzuweisen. Wenn Einstein von der »objektiven Existenz der physikalischen Realität« spricht, dann sollte man diesen Satz nicht mit jenem identifizieren, der da besagt, »die Materie sei das primäre, das Bewußtsein das sekundäre« —, denn Einstein bekennt sich zum geraden Gegenteil! Und weiter: Wenn Einstein erklärt, »Materie, Raum und Zeit seien voneinander untrennbar«, dann darf dies keineswegs mit dem Satz gleichgesetzt werden, daß »Raum und Zeit objektive Daseinsformen der Materie« sind, denn Einstein ist auch in diesem Punkt vom geraden Gegenteil überzeugt! Wenn Einstein darlegt, »der mathematische Apparat der theoretischen Physik stehe in voller Übereinstimmung mit unseren Sinneswahrnehmungen«, dann wäre es ein vergebliches Bemühen, diesen Satz mit jenem anderen zu identifizieren, daß »der mathematische Apparat die materiellen Erscheinungen der objektiven Wirklichkeit widerspiegelt«, steht doch Einstein auch in dieser

Frage im diametralen Gegensatz zum Materialismus! So müssen wir denn zur Kenntnis nehmen, daß der dialektische Materialismus nicht durch die Einsteinsche Theorie, sondern nur durch die vom Kopf auf ihre Beine gestellte Theorie Einsteins bestätigt wird. Nicht indem wir Einstein *verteidigen*, sondern indem wir seine idealistischen Ansichten *widerlegen*, haben wir die Möglichkeit, die fideistischen Angriffe abzuwehren, die sich an die Relativitätstheorie anklammern.

Mit aller Klarheit und Deutlichkeit müssen wir uns auch von Einsteins *erkenntnistheoretischer* Konzeption distanzieren, die auf der einen Seite zutiefst die Bedeutung unterschätzt, die den Beobachtungen und Messungen der materiellen Erscheinungen und der Schaffung geeigneter Versuchsbedingungen zukommt, während sie auf der anderen Seite die Rolle der Axiomatik und der Deduktion in der physikalischen Erkenntnis grenzenlos übersteigert.

Einsteins erkenntnistheoretische Konzeption hält ihre mystischen Spekulationen für maßlos höherwertig als die verächtlich abgetanen Produkte der »Ingenieursphysik«. Welche Konzeption es jedoch ist, die die Bezeichnung »erdengebunden« *tatsächlich* verdient, und welche es ist, die *tatsächlich* in die höheren Regionen führt, das beweisen am besten eben die weltumspannenden Erfolge der sieghaften, die erkenntnistheoretische Konzeption des dialektischen Materialismus zum Triumph führenden sowjetischen Wissenschaft und Technik. Die klare Ablehnung der Konzeption Einsteins muß eben aus diesem Grunde — so meine ich — einen organischen Teil der dialektisch materialistischen Deutung der modernen Wissenschaft bilden!

Prof. T. ELEK, Budapest XI., Műegyetem rkp. 3. Ungarn