anderes als Gleichberechtigung im Sinne der deskriptiv-mathematischen Aequivalenz (Naturwissenschaften 1918).

Wenn die Benützung nichteuklidischer vieldimensionaler Symbole sich definitiv als nützlich erweisen, wenn wie die quantitative Ableitung der Perihelanomalie auch die errechnete Lichtablenkung im Schwerfelde u. a. sich definitiv bewahrheiten sollte, so könnte der Theorie ein heuristischer Wert nicht abgesprochen werden. Der fiktive, ja absurde Charakter der verwendeten Gedankengebilde steht dem durchaus nicht im Wege, ist vielmehr der Mathematik längst geläufig. Der Irrtum der Relativisten besteht darin, daß sie all dies mathematische Rüstzeug falsch auffassen, die Fiktionen für Wirklichkeiten nehmen, und so, während sie metaphysische Annahmen möglichst auszuschließen beabsichtigen, eine Metaphysik einführen, die an Paradoxie alles bisher von Philosophen geleistete in den Schatten stellt.

Mit der sogenannten Relativität aller Bewegung — das zeige ich in jener Abhandlung — hat die Theorie ebensowenig zu schaffen, wie mit der oben erwähnten Relativierung der Zeit im gewöhnlichen Wortsinne. So wie die Zeitrelativierung ein rein rechnerisches Auskunftsmittel darstellt, so ist die „Relativität", d. h. in diesem Zusammenhang „Aequivalenz" der Koordinatensysteme, rein mathematisch zu verstehen.

Dieses sogenannte rein beschreibende Verfahren wird dem forschenden Menschenverstande, dem quantitative Beziehungen als solche die kausalen nicht ersetzen können, auf die Dauer unmöglich genügen. Eine „metaphysikfreie Naturforschung" ist eine contradictio in adjecto. Die Forschung nach den transzendenten Ursachen unseres Empfindens, die in nichts anderem als in Modifikationen eines ausgedehnten S u b j e k t e s — einer Substanz — bestehen können, mag man sie Aether oder wie immer nennen, wird jenen Aequivalenztheorien zur Seite treten und erst durch sie wird die Physik, vielleicht methodisch und inhaltlich wesentlich bereichert, wieder in ihr normales Geleise zurückkehren.

Zur Relativitäts-Theorie Einsteins.

Von Prof. P h. F r a n k.

I.

Mir scheint, daß die Argumentation von Kraus, durch welche die Absurdität der Relativierung von „Gleichzeitigkeit" und „Bewegung" dargetan werden soll, in der fortwährenden Anwendung eines und desselben Zirkelschlus-

ses bestehe. Jeder Mensch wird natürlich zugeben, daß die Urteile „A ist B“ und „A ist nicht B“ nicht beide richtig sein können. Folglich, schließt Kraus, sind die Urteile „A bewegt sich“ und „A bewegt sich nicht“ unvereinbar. Der „gesunde Menschenverstand“ sieht das ohneweiters ein. Aber der verdorbene Verstand des Relativisten sagt: Irgendwo im Weltraum schwebt ein Pfeil, dieser Pfeil zeigt nach links. Oder vielleicht zeigt er nicht nach links. Sind diese beiden Urteile unvereinbar? Selbst der kerngesundeste Menschenverstand wird zugeben, daß man eins so gut wie das andere sagen kann, je nachdem man das Vergleichsobjekt wählt. Oder wird jemand sagen: Dieser Pfeil kann überhaupt nicht existieren, weil es unbestimmt ist, ob er nach links oder nicht nach links zeigt, und die Lehre, daß Unbestimmtes existiere, ist absurd. Zweifellos wird niemand so schließen. Jeder sieht nämlich ein, daß die Aussage, „der Pfeil zeigt nach links“, einfach eine nicht vollständige Aussage ist, weil „links“ ein relativer Begriff ist, der zur vollkommenen Bestimmtheit immer der Angabe eines Vergleichsobjektes bedarf. Wenn das Prädikat des Urteils ein relativer Begriff ist und das Vergleichs- oder Bezugsobjekt nicht genannt ist, bleibt eben das Urteil ein unvollständiges und die ganzen Folgerungen über Unvereinbarkeit, Unbestimmtheit und Absurdität sind hinfällig.

Damit so geschlossen werden kann, wie Kraus es tut, müßte also erst gezeigt werden, daß das Urteil „A bewegt sich“ ein vollständiges ist, d. h. die „Bewegung“ kein relativer Begriff ist. Er benützt aber die ganze Argumentation, um gerade das zu beweisen. Wie nun gezeigt ist, ist aber sein Beweis nur richtig, wenn gerade das schon vorausgesetzt ist, was bewiesen werden soll. Die Absurdität einer bloß relativen Bewegung bleibt also noch zu beweisen.

Ganz ähnlich ist seine Argumentation gegen die Relativität der Gleichzeitigkeit. Wenn ich sage, die Aussagen „die Ereignisse A und B finden gleichzeitig statt“ und „sie finden nicht gleichzeitig statt“ seien vereinbar, so ist das auch nur dann absurd, wenn zuerst nachgewiesen ist, daß die Gleichzeitigkeit kein relativer Begriff ist, also sich unabhängig von einem Vergleichsobjekt definieren läßt. Diese Definition wird aber weder gegeben, noch auch nur ihre Möglichkeit gezeigt. Es wird nur verlangt, die Definition soll nicht mit Hilfe von Uhren, sondern mit der des Verstandes gegeben werden. Es ist ein Mißverständnis, wenn Kraus meint, die Definition der Gleichzeitigkeit bei Einstein sei nicht eine Definition im Sinne einer Begriffsbestimmung, denn die Meinung der

Relativisten besteht ja darin, daß sie nicht glauben, der Begriff „gleichzeitig an verschiedenen Orten" könne anders als mit Hilfe von Uhren festgelegt werden. Ich will das vielleicht durch ein leichter verständliches Gleichnis erläutern. Die unmittelbare Anschauung lehrt, wann zwei gleichfarbige Quadrate gleiche Helligkeit (Intensität) besitzen. Das Kriterium besteht dann einfach darin, daß sie zusammengebracht ununterscheidbare optische Eindrücke hervorbringen. Was heißt es aber: ein blaues und ein rotes Quadrat sind gleich hell? Hier versagt die Begriffsbestimmung durch Verweisung auf ein jedem geläufiges psychisches Erlebnis, sondern es muß erst irgendein Verfahren ausgedacht werden, durch das rote und blaue Quadrate gleicher Helligkeit definiert werden. Ebenso beruht die Gleichzeitigkeit zweier Ereignisse im selben Orte auf einem jeden geläufigen psychischen Erlebnis, dem „Zusammenerleben" verschiedener psychischer Phänomene. Aber von „Gleichzeitigkeit an verschiedenen Orten" erzählt kein psychisches Erlebnis. Es muß erst dieser Begriff durch ein bestimmtes Verfahren festgelegt werden. In diesem Verfahren bildet üblicherweise auch das Ablesen einer Uhr einen Teil. Man könnte sich ja vielleicht noch andere Methoden denken, aber von Kraus wird gar keine auch nur angedeutet. Nach dem bisher Gesagten muß ein Satz in der Krausschen Arbeit ganz unverständlich erscheinen. Die Fortschritte der empirischen Psychologie sollen es außer jeden Zweifel gesetzt haben, daß es absurd sei zu lehren, zwei Ereignisse in verschiedenen Orten seien für den einen Beobachter gleichzeitig, für einen anderen ungleichzeitig. Diese Fortschritte der empirischen Psychologen sind auch nicht einmal angedeutet. Anderseits kann sich meiner Ansicht nach die empirische Psychologie nur mit den Zeitempfindungen beschäftigen, in denen als von Gleichzeitigkeit an verschiedenen Orten unmöglich etwas vorkommen kann, weil kein empfindendes Individuum sich an verschiedenen Orten befindet. Ich kann mir daher auch nicht vorstellen, worin diese Fortschritte bestehen sollen, so daß mir nur die Meinung übrigbleibt, daß hier irgendein merkwürdiges Mißverständnis vorliegt.

II.

Um nun positiv zu zeigen, daß die Relativitäts-Theorie ihrem Wesen nach sich von anderen physikalischen Theorien nicht unterscheidet, will ich das Wesen einer physikalischen Theorie an einem Beispiel auseinandersetzen. Eine große Reihe von Erfahrungen auf allen Gebieten der Physik haben gezeigt, daß es nicht möglich ist, mechanische Arbeit „aus nichts" zu erzeugen. Darin haben wir

nun ein Merkmal gefunden, das vielen weit voneinander abliegenden Erscheinungen gemeinsam ist und man wird zu der Hypothese geführt, daß dies überhaupt ein allen physikalischen Erscheinungen zukommendes Merkmal ist. Eine physikalische Theorie entsteht nun, wenn ich aus dieser Hypothese deduktiv ihre Folgerungen für alle vorkommenden und auch nur ausdenkbaren physikalischen Vorgänge entwickle. Auf diese Weise werde ich noch unbekannte physikalische Gesetze ableiten, die dann mit der Erfahrung verglichen werden können. Das Ergebnis dieser Vergleichung entscheidet darüber, ob die verallgemeinernde Hypothese, in unserem Falle die von der Erhaltung der Arbeit, zulässig ist oder nicht. Natürlich lassen sich die Gesetze für die einzelnen Erscheinungsgruppen nicht aus dem Gesetz von der Erhaltung der Arbeit allein ableiten, sondern meist aus der Kombination dieses Prinzips mit einem für das betreffende Erscheinungsgebiet schon bekannten Gesetz. Oft wird eine nur qualitativ bekannte Erscheinung durch Anwendung des Prinzips einem quantitativen Gesetz unterworfen. So ist z. B. anderweitig bekannt, daß gewisse chemische Prozesse einen elektrischen Strom erzeugen, das Erhaltungsprinzip bestimmt die quantitative Beziehung zwischen Wärmetönung des chemischen Prozesses und Spannung des erzeugten Stromes. So wissen wir anderweitig, daß bei druckfreier Expansion eines idealen Gases keine Temperaturänderung eintritt. Aus dem Energieprinzip folgt dann, daß seine innere Energie nur von der Temperatur abhängen kann. Wenn für ein Erscheinungsgebiet alle Gesetze bekannt sind, so muß sich das Energieprinzip aus ihnen deduktiv ableiten lassen und hat dann für dieses Gebiet keinen heuristischen Wert mehr. Das ist z. B. für die reine Mechanik der Fall, wo der Energiesatz einfach eine mathematische Konsequenz der Newtonschen Bewegungsgesetze ist.

Eine ganz ähnliche Rolle wie das Energieprinzip spielt das Relativitätsprinzip. In der reinen Mechanik läßt sich deduktiv aus den Newtonschen Bewegungsgleichungen ableiten, daß die gleichförmig gradlinige Bewegung eines Laboratoriums an Bewegungsversuchen in diesem Laboratorium nicht erkannt werden kann oder, genauer ausgedrückt, das durch bestimmte relative Anfangslagen und Anfangsgeschwindigkeiten in bezug auf ein Koordinatensystem die relativen Endlagen und Endgeschwindigkeiten schon bestimmt sind, unabhängig davon, welches aus der Schar aller gegeneinander gradlinig gleichförmig bewegten Bezugssysteme ich zugrunde lege.

Was in der reinen Mechanik deduktiv ableitbar ist,

wird in der Optik und Elektrizitätslehre als eine durch Verallgemeinerung von Erfahrungen entstandene Hypothese (wie das Energieprinzip) der Deduktion zugrundegelegt.

Nun muß es natürlich auf dem Gebiet der Optik mit allen anderen als richtig angenommenen Sätzen koexistieren. So wissen wir aus Sternbeobachtungen, daß die Geschwindigkeit des Lichtes nicht von der des aussendenden Sternes abhängt. Diese Unabhängigkeit der Lichtfortpflanzung von der Bewegung der Lichtquelle gemeinsam mit dem Relativitätsprinzip bildet die Grundlagen der Einsteinschen Deduktion. Sie scheinen zunächst unvereinbar zu sein. Nähere Ueberlegung zeigt Einstein, daß der Schein von Unvereinbarkeit nur dadurch entstand, daß die ganze bisherige Physik die Hypothese zugrundelegte, ein System bewegter Uhren zeige beim vorübereilen an gleichbeschaffenen und anfangs gleichgerichteten Uhren dieselbe Zeit wie diese. Aus der Koexistenz von Relativitätsprinzip und Unabhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit von der Bewegung der Lichtquelle folgt nämlich im Gegenteil, daß die Uhren durch ihre Bewegung ihren Gang relativ zu denen, die ihre Bewegung nicht mitmachen, ändern. Aehnliches folgt für die Längen von Maßstücken.

Diese Konsequenzen aus dem Relativitätsprinzip könnten nur widerlegt werden, wenn ihre Unvereinbarkeit mit irgendeinem als wahr anerkannten Satze gezeigt würde. Es müßte also irgendwie entweder experimentell gezeigt werden, daß bewegte Uhren ihren Gang nicht ändern, oder daß diese Aenderung in logischem Widerspruch mit einem allgemein als wahr anerkannten Satze steht. Davon ist nirgends die Rede. Alle Argumente der Einsteingegner laufen darauf hinaus, zu zeigen, daß die Sätze Einsteins mit den von ihm abgelehnten in Widerspruch stehen, was ohnehin eine Trivialität ist.

Zur Abwehr der vorstehenden Erwiderung Professor Franks.

Von Prof. O. Kraus.

Zu I: Relativität der Bewegung und Vorwurf des Zirkelschlusses.

Frank widerlegt eine absurde Behauptung, die ich nicht gemacht. Er sagt nämlich, um den Begriff zu denken, der mit dem Worte „Links“ zu verbinden ist, muß man stets „links von etwas“ denken, denn „Links“ ist eben ein „relativer Begriff“, und denkt man ihn als solchen, so denkt man ihn „vollständig bestimmt“. So

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: 67-68

Autor(en)/Author(s): Frank Phillip

Artikel/Article: Zur Relativitäts-Theorie Einsteins 152-156