Kritizistische oder empiristische Deutung der neuen Physik?

Bemerkungen zu Ernst Cassirers Buch „Zur Einsteinschen
Relativitätstheorie“.

Von **Moritz Schlick**.

Ein unverwischbarer, unveräußerlicher Charakterzug der kritischen Philosophie ist ihre Verwurzelung in der exakten Wissenschaft. Wie Kant selbst nach wohlbegründeter (besonders von Cohen verfochtener) Meinung mit seiner Erkenntniskritik das Ziel einer philosophischen Rechtfertigung der Newtonschen Naturprinzipien verfolgte, so streben die neukantischen Schulen danach, die Wahrheit der kritischen Grundgedanken dadurch zu beweisen, daß sie ihre Brauchbarkeit und Fruchtbarkeit auch für die Physik der neuen Zeit darzutun suchen. Es wurde dem Neukantianismus nicht schwer, mit der Entwicklung der Naturwissenschaft Schritt zu halten, als sie von der mechanischen zur energetischen und schließlich zur elektrodynamischen Weltansicht überging — ist aber seine Kraft und Elastizität auch groß genug, um den Sprung mitzumachen, durch den die Physik sich in unsern Tagen auf eine neue Bahn begab? Ich glaubte diese Frage verneinen zu müssen zu einer Zeit, als nur ganz wenige Versuche vorlagen, die Spezielle Relativitätstheorie dem kritizistischen Standpunkt zu assimilieren, und als die Allgemeine Theorie überhaupt noch nicht abgeschlossen war. Es schien mir, daß die zu einer philosophischen Aufklärung und Rechtfertigung jener Theorie nötigen Prinzipien viel eher aus der empiristischen als aus der Kantschen Erkenntnistheorie entnommen werden können¹⁾; und auch bei späteren Gelegenheiten fand ich keine Veranlassung, diesen Standpunkt auf-

1) Die philosophische Bedeutung des Relativitätsprinzips, Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik, Bd. 159.

zugeben, zumal die bald darauf glücklich vollendete Allgemeine Theorie einem Gedanken zum Siege verhalf, der auf extrem empiristischem Boden (nämlich im Positivismus Machs) erwachsen war. Aber bei der Bedeutung und Schwierigkeit der Frage ist es Pflicht, die Sachlage bei jedem ernststen Anlaß erneut zu prüfen. Einen solchen Anlaß stellt das Erscheinen des Buches von Ernst Cassirer¹⁾ dar, und so folge ich gern der Aufforderung der Schriftleitung der Kantstudien, dem Problem an der Hand dieses Buches eine neue Untersuchung zu widmen, die freilich aus äußeren Gründen nur in ganz kurzer Fassung gegeben werden kann.

Cassirer hat sich in seiner Schrift den Nachweis zum Ziel gesetzt, daß die philosophischen Grundlagen der Relativitätstheorie nur im Bereiche des Kritizismus gefunden werden können, genauer in derjenigen Form der kritischen Ansicht, die er gern als logischen Idealismus bezeichnet. Er stellt sich die Aufgabe, durch erkenntnistheoretische Analyse zu entscheiden, „ob die Theorie in ihrem Ursprung und ihrer Entwicklung als Beleg und Zeugnis für den kritischen oder als Zeugnis für den sensualistischen Erfahrungsbegriff zu gelten hat“ (S. 26).

Angesichts dieser Formulierung müssen sich aber sogleich Bedenken erheben: Ist das Problem wirklich auf diese Alternative zurückführbar? gilt hier ein tertium non datur? Sicherlich gibt es einen Empirismus, der vom Sensualismus verschieden ist und sich auf ihn nicht reduzieren läßt — das ist historisch wie sachlich leicht ersichtlich. Wenn also gezeigt wird (und das ist wohl nicht schwer), daß die Relativitätstheorie aus rein sensualistischen Prämissen nicht zu verstehen ist, so wird hierdurch allein weder die Notwendigkeit noch auch die Zulässigkeit der kritizistischen Interpretation der Theorie bewiesen, es sei denn, man faßte den Begriff des logischen Idealismus so weit, daß jene Alternative eben erlaubt wird. Dann aber schwebt er in Gefahr, seine entschiedene Färbung und damit seinen philosophischen Wert zu verlieren, die heterogensten Meinungen würden sich in ihm vereinigen lassen. An einigen Stellen scheint Cassirer in der Tat zu so allgemeinen Formulierungen zu neigen, daß die Abgrenzung seines Kritizismus undeutlich zu werden droht. Wir müssen den Grenzlinien nachzugehen suchen.

1) Ernst Cassirer, Zur Einsteinschen Relativitätstheorie, Erkenntnistheoretische Betrachtungen, Berlin 1921.

Um eine feste Grundlage für die folgenden Betrachtungen herzustellen, muß ich mit wenigen Worten sagen, welche unentbehrlichen Merkmale ich mir mit dem Begriff des Kritizismus verknüpft denke. Eine solche Festlegung ist durchaus nötig für jede Diskussion über die Verträglichkeit der Relativitätstheorie mit der kritischen Erkenntnislehre, denn nur auf diese Weise wird das störende Hineinspielen der Fragen der Kant-Interpretation vermieden; die Diskussion bleibt solange unergiebig, als jeder sich des nicht ungewöhnlichen Arguments bedienen kann, der andere lege eben die Kantsche Meinung nicht richtig aus.

Folgendes also sei vorausgeschickt. Alle exakte Wissenschaft, deren philosophische Rechtfertigung unzweifelhaft das erste Ziel der von Kant begründeten Erkenntnislehre bildet, beruht auf Beobachtungen und Messungen. Bloße Empfindungen und Wahrnehmungen sind aber noch nicht Beobachtungen und Messungen, sondern sie werden es erst dadurch, daß sie geordnet und interpretiert werden. Die Bildung der physikalischen Gegenstandsbegriffe setzt also fraglos bestimmte Prinzipien der Ordnung und Interpretation voraus. Das Wesentliche des kritischen Gedankens sehe ich nun in der Behauptung, daß jene konstitutiven Prinzipien synthetische Urteile a priori seien, wobei zum Begriff des Apriori das Merkmal der Apodiktizität (der allgemeinen, notwendigen, unumgänglichen Geltung) unabtrennbar gehört. — Ich bin zwar überzeugt, mit dieser Erklärung Kants eigene Meinung richtig zu treffen, aber selbst wenn weder er noch seine Anhänger dieser Art von Kritizismus je gehuldigt hätten, bliebe ja die sachliche Richtigkeit oder Falschheit der folgenden Aufstellungen davon ganz unberührt, und auf diese allein kommt es bei einer Untersuchung an, die sich auf das Systematische, nicht auf das Historische richtet.

Die wichtigste Folgerung aus der eben entwickelten Ansicht ist, daß ein Denker, der die Unentbehrlichkeit konstitutiver Prinzipien zur wissenschaftlichen Erfahrung überhaupt einsieht, deswegen noch nicht als Kritizist bezeichnet werden darf. Ein Empirist kann z. B. sehr wohl das Vorhandensein solcher Prinzipien anerkennen; er wird nur leugnen, daß sie synthetisch und a priori im oben bezeichneten Sinne sind.

Cassirer erkennt, daß „Empirismus und Idealismus sich in bestimmten Voraussetzungen begegnen. Beide gestehen hier der Erfahrung die entscheidende Rolle zu — und beide lehren anderer-

seits, daß jede exakte Messung allgemeine empirische Gesetze voraussetzt" (S. 94 f.). Aber indem er sich dann der dringenden Frage zuwendet, „wie wir zu jenen Gesetzen, auf denen die Möglichkeit aller empirischen Messung beruht, gelangen und welche Art der Geltung . . . wir ihnen zugestehen“ (S. 95), stellt er dem Kritizismus nur die sensualistische Ansicht unter dem Namen des „strengen“ Positivismus gegenüber. Mit vollem Recht verurteilt er den von Mach gelegentlich unternommenen Versuch, selbst analytisch-mathematische Gesetze gleich Dingen zu behandeln, „deren Eigenschaften man durch unmittelbare Wahrnehmung ablesen kann“ (S. 95) — jedoch damit ist nicht der logische Idealismus bewiesen, sondern nur der Sensualismus widerlegt. Zwischen beiden bleibt die empiristische Ansicht stehen, nach welcher jene konstitutiven Prinzipien entweder Hypothesen oder Konventionen sind; im ersten Falle sind sie nicht a priori (denn es mangelt ihnen die Apodiktizität), im zweiten sind sie nicht synthetisch. Wie steht es mit dem Nachweis, daß die Grundsätze der Einsteinschen Physik nicht diesen Charakter tragen, sondern als synthetische Sätze a priori anzusprechen seien?

Kant selbst rechnete, wie gar nicht zu bezweifeln ist, zu den gegenstandskonstituierenden synthetischen Prinzipien a priori die Axiome der euklidischen Geometrie und der Galileischen Kinematik. Und die Mehrzahl der Kantianer hat auch nach der mathematischen Entdeckung der nichteuklidischen Geometrien an der euklidischen Naturauffassung als der einzig möglichen festgehalten, indem sie (sehr deutlich z. B. Riehl und Hönigswald) erklärten, der euklidischen Geometrie komme in der Tat die von Kant ihr zugeschriebene anschauliche Notwendigkeit zu, während die andern Geometrien nur begriffliche Denkbearbeitung besäßen, die ja der Kantschen Lehre nicht widerstreitet.

Nun ist die Spezielle Relativitätstheorie mit den Sätzen der Galileischen Kinematik, die Allgemeine außerdem noch mit den Sätzen Euklids unvereinbar. Wer die Einsteinsche Theorie annimmt, muß die Lehre Kants in ihrer ursprünglichen Form ablehnen; man muß, wie auch Cassirer mehrfach betont, einen Schritt über Kant hinaus tun. Aber darauf kommt es uns hier garnicht an. Der Kritizismus, wie er oben definiert wurde, könnte dessenungeachtet der neuen Theorie gegenüber sich behaupten und behaupten, ja noch größere Triumphe feiern; dazu wäre nur nötig, daß die letzten Grundlagen der Theorie sich eben als synthetische

Sätze von schlechthin notwendiger Geltung für alle Erfahrung enthüllten. Welches sind diese Sätze?

Denn das ist wohl zu beachten: wer die Behauptung des Kritizismus aufstellt, der muß, sollen wir ihm Glauben schenken, die Prinzipien a priori auch wirklich angeben, die den festen Grund aller exakten Wissenschaft bilden müssen. Für die Transzendentalphilosophie, sagt Cassirer mit Recht (S. 78), sind Raum und Zeit nicht Dinge, sondern „Erkenntnisquellen“. Es muß also eine Angabe der Erkenntnisse gefordert werden, deren Quelle z. B. der Raum ist. Der kritische Idealist muß sie mit derselben Bestimmtheit und Deutlichkeit bezeichnen, mit der Kant auf die zu seiner Zeit einzig bekannte und anerkannte Geometrie und „allgemeine Bewegungslehre“ hinweisen konnte. Alle die, welche die Relativitätstheorie vom Kantschen Standpunkt aus beurteilt haben, wiesen darauf hin, daß es sich in ihr um die empirische (d. h. hier: durch physikalische Methoden gemessene Zeit) und um den empirischen Raum handelt, und sie stellen ihnen die Kantsche „reine Anschauung“ von Raum und Zeit gegenüber als dasjenige, was jene empirischen Konstruktionen erst möglich macht und folglich von jedem Fortschritt der Physik, der immer nur das Empirische betreffen kann, schlechthin unberührt bleiben muß. Durch diese Wendung wird die Problemlage nicht geändert, sondern nur anders ausgedrückt, denn die reine Anschauung ist eben die Erkenntnisquelle jener Grundsätze a priori, deren man zur Konstruktion der empirischen Zeit und des empirischen Raums bedarf, für manche ist sie einfach ein zusammenfassender Terminus für den Inbegriff jener Grundsätze selbst; in jedem Falle kann die Existenz eines „reinen Raumes“ und einer „reinen Zeit“ überhaupt nur dadurch erwiesen werden, daß man das System der dazugehörigen synthetisch-apriorischen Grundsätze tatsächlich aufzeigt oder wenigstens eine eindeutige Anweisung gibt, wie es zu finden ist. Es kann nicht genug betont werden, daß ein Anhänger der kritischen Philosophie sich nur durch Vorweisung eines solchen Urteilssystems legitimieren kann. Jeder Versuch, Einstein mit Kant zu versöhnen, muß in der Relativitätslehre synthetisch-apriorische Prinzipien aufdecken; sonst ist er von vornherein als gescheitert zu betrachten, weil er nicht einmal zu der richtigen Problemstellung vorgedrungen ist.

Cassirer sieht das Problem natürlich in seiner richtigen Bedeutung, und an zwei Orten seines Buches scheint er eine nähere

Bestimmung des Inhaltes der vom logischen Idealismus behaupteten reinen Anschauung zu geben. An der ersten Stelle (S. 84) erblickt er ihn in dem Begriff der Koinzidenz der „Weltpunkte“, auf welche die Allgemeine Relativitätstheorie bekanntlich alle Naturgesetze zurückführt. Aber ich glaube, daß gerade diese „Koinzidenz“ sich gar nicht als bloßer Inbegriff und Knotenpunkt apriorischer Sätze auffassen läßt, sondern zunächst durchaus Repräsentant eines psychologischen Erlebnisses des Zusammenfallens ist, so wie etwa das Wort „gelb“ ein einfaches nicht mehr definierbares Farberlebnis bezeichnet. Nur so vermag sie die von der Theorie ihr zugewiesene Vermittlerrolle zwischen Realität und naturwissenschaftlich-begrifflicher Konstruktion zu spielen. Mit andern Worten: wir haben eine empirische Anschauung vor uns¹⁾.

Eine zweite Antwort auf die Frage, was denn an synthetisch-apriorischen Sätzen über den Raum jetzt noch übrig bleibe, gibt Cassirer S. 101, wo er sagt: „Denn das ‚Apriori‘ des Raumes . . . schließt . . . keine Behauptung über eine bestimmte einzelne Struktur des Raumes in sich, sondern geht nur auf jene Funktion der ‚Räumlichkeit überhaupt‘, die sich schon in dem allgemeinen Begriff des Linienelements als solchen — ganz abgesehen von seiner näheren Bestimmung — ausdrückte“. Diese Formulierung, die aussagen will, daß es überhaupt so etwas wie ein Linienelement in der Naturbeschreibung geben müsse, kann jedoch kaum befriedigen. Denn welcher Axiomenkomplex ist es, der in jener Behauptung beschlossen sein soll? Die Axiome der Stetigkeit können es nicht sein, denn die schon von Riemann ins Auge gefaßte Möglichkeit diskontinuierlicher Raumbestimmungen ist durch die moderne Quantentheorie in greifbare Nähe gerückt worden. Und welche andern Axiome man auch wählen möge: es ist nicht einzusehen, warum gerade sie die allein notwendige Raumstruktur konstituieren sollen, da doch andere von nicht geringerer „Evidenz“ dem Fortschritt der Physik zum Opfer fielen.

Hier erscheint jede inhaltliche Behauptung, so allgemein sie auch sein möge, schon zu speziell, und es ist durchaus konsequent, wenn man auf die Frage, welches denn nun die letzten synthetischen Grundsätze a priori aller Naturwissenschaft sind, die Ant-

1) Dies ist auch der eigentliche Sinn meiner Ausführungen in „Raum und Zeit“, 3. Aufl. 1920, S. 83.

wort erteilt (die ich einer freundlichen brieflichen Mitteilung Cassirers entnehme): „eigentlich nur der Gedanke der ‚Einheit der Natur‘ d. h. der Gesetzmäßigkeit der Erfahrung überhaupt, oder vielleicht kürzer der ‚Eindeutigkeit der Zuordnung‘“. Damit scheint mir aber die Gefahr unentfliehbar hereingebrochen zu sein, die ich oben als unvermeidliche Folge einer zu großen Umfangs-
 weitung des kritischen Gedankens bezeichnete. Denn nun dürfte es nicht mehr möglich sein, jemals eine physikalische Theorie als Bestätigung der kritizistischen Philosophie anzusprechen: diese müßte vielmehr mit jeder Theorie, sofern sie nur die Bedingungen der Wissenschaftlichkeit erfüllt, in gleicher Weise und ohne die Möglichkeit einer Selektion vereinbar sein. Einheitliche Naturgesetzmäßigkeit ist sicherlich die *conditio sine qua non* der Wissenschaft, weil, wie Cassirer selbst sagt (S. 45), „der allgemeine Gedanke der Invarianz und Eindeutigkeit . . . in irgend einer Form in jeder Theorie der Natur wiederkehren muß“. Auch für den Empiristen sind, wie Cassirer (S. 95) anerkennt, die Gesetze „das eigentlich Bleibende und Substantielle“, auch der Empirist glaubt an die Einheit der Natur, an die Gesetzmäßigkeit aller Erfahrung, nur meint er, daß sich ihre Gültigkeit, ihre objektive Notwendigkeit durch keine transzendente Deduktion oder sonstwie erweisen lasse. Hier kann sich der Kritizist auf keine physikalische Theorie berufen, denn jede beweist durch ihre Bewährung in der Erfahrung nur die tatsächliche, nicht die notwendige Geltung des Satzes von der Einheit der Natur.

Wie ein roter Faden zieht sich durch Cassirers Buch der mit den glänzendsten Mitteln überlegener philosophisch-historischer Kultur geführte Nachweis, daß die Relativitätstheorie dem in der Entwicklung der exakten Wissenschaft von Platon bis heute immer richtungweisenden Ideal nicht etwa widerspricht, sondern im Gegenteil seine zur Zeit vollkommenste Erfüllung darstellt; daß die von ihr statuierte Relativität der Maßbestimmungen keineswegs einen Verzicht auf streng eindeutige objektive Gesetzmäßigkeit bedeutet, sondern im Gegenteil der Weg ist, zu allgemeinsten Gesetzen zu gelangen und letzte Invarianten aufzudecken. Ein neuerer Aufsatz Cassirers (im Dezemberheft der Neuen Rundschau) ist im wesentlichen dem gleichen Nachweis gewidmet. So notwendig und verdienstlich es war, durch solche Ausführungen naheliegenden laienhaften Mißverständnissen der Einsteinschen Theorie entgegenzutreten und sie in den gebührenden Abstand

von jedem sophistischen „Relativismus“ skeptischer Färbung zu rücken, so wird damit doch nur bestätigt, daß die Relativitätslehre, weil sie eben eine wissenschaftliche Theorie ist, natürlich eine Aufstellung, nicht eine Aufhebung allgemeiner, objektiv gültiger Gesetze bedeutet. Das Einsteinsche Weltbild läßt die Einheit der Natur vollkommener hervortreten als das Newtonsche, aber nicht, weil es dem kritischen Gedanken gemäßer wäre, sondern weil es, schon am physikalischen Erkenntnisbegriff gemessen und noch unabhängig von der letzten philosophischen Interpretation, eine höhere Erkenntnisstufe darstellt.

Die Frage, ob dem von Cassirer so tief durchdachten logischen Idealismus der Nachweis der Richtigkeit der Behauptung gelungen sei, daß nur auf dem Boden der kritizistischen Erkenntnislehre die Relativitätstheorie sich philosophisch begründen und rechtfertigen lasse — diese Frage vermögen wir nach dem Vorgehenden gerade in bezug auf den entscheidenden Punkt nicht zu bejahen: die Lehre von den synthetischen Urteilen a priori als den konstruktiven Prinzipien der exakten Naturwissenschaft erfährt durch die neue Theorie keine unzweideutige Bestätigung. Cassirers Darlegungen scheinen mir keine überzeugende Anweisung zu geben, wie die Wunde geheilt werden kann, die der ursprünglichen Kantschen Ansicht durch den Umsturz der Euklidischen Physik geschlagen ist. Aber damit ist noch nicht gesagt, daß das Verhältnis zwischen Transzendentalphilosophie und Relativitätstheorie nun überhaupt als ein rein negatives erwiesen wäre; an andern Punkten könnten bedeutsame Berührungen beider Gedankenkreise stattfinden, wichtige Gemeinsamkeiten sich offenbaren.

Es liegt überaus nahe, in der kritischen Lehre von der Idealität des Raumes und der Zeit eine enge natürliche Verwandtschaft mit den Gedanken der Relativitätstheorie zu suchen. Man hat in der Tat die Wesenlosigkeit, die den Raum der Einsteinschen Naturlehre vor dem starren Raum Newtons (und ebenso die Zeit) auszuzeichnen scheint, als eine willkommene Bestätigung der Kantschen Philosophie betrachtet. Auch Cassirer vertritt diese Auffassung. Im Anschluß an meine Bemerkung, daß nach der allgemeinen Relativitätstheorie nur einer unauflöslichen Einheit von Raum, Zeit und Stoff noch das Prädikat der Wirklichkeit zukomme (Raum und Zeit S. 67), meint er, diese Einsicht gehöre „zu den Grundlehren des kritischen Idealismus selbst“ (S. 93); und ferner: „die ideelle Trennung des reinen Raumes und der reinen

Zeit von den Dingen (genauer von den empirischen Erscheinungen) duldet nicht nur, sondern fordert geradezu ihre empirische ‚Union‘“ (S. 94). Dies letztere ist freilich richtig, denn Raum und Zeit sind als Formen der Anschauung von dem in ihnen geformten Stoff ebenso wenig trennbar, wie umgekehrt der Stoff ohne eine Form sein kann. Aber die von der Relativitätstheorie behauptete ‚Union‘, die ich durch jene Bemerkung zu treffen suchte, ist eine viel innigere als die Einheit von Stoff und Form, über welche die Transzendentalphilosophie nirgends hinausgegangen ist. Wenn daher Cassirer fortfährt: „Diese Union hat die allgemeine Relativitätstheorie in einem neuen Sinne bewährt und erwiesen . . .“, so ist der Ton durchaus auf das Wort neu zu legen. Dieses Neue wird gänzlich verkannt von E. Sellien¹⁾, welcher sagt: „Für die tatsächliche Bestimmung von Raum und Zeit in der Erfahrung gehören Raum, Zeit und Körper zusammen. Dieser Satz ist keine Errungenschaft der Einsteinschen Theorie, wie Schlick mit so viel Emphase behauptet, er ist längst bekannt, und widerlegt Kants Lehre von der reinen Zeit durchaus nicht, weil er sie garnicht berührt“. Es ist jedoch ein schlechthin fundamentales Mißverständnis der Allgemeinen Relativitätstheorie, wenn man glaubt, meine oben erwähnte Bemerkung so auffassen zu dürfen, als solle in ihr nur negativ die Sonderexistenz von Zeit und Raum gegenüber der Materie (und umgekehrt) geleugnet werden — das wäre freilich eine längst bekannte Trivialität. Sondern die gegenseitige Abhängigkeit von Raum, Zeit und Materie geht in der Einsteinschen Theorie viel tiefer; nach ihr ist es z. B. unmöglich, von den Abmessungen einer Raumgestalt ohne Rücksicht auf die Art ihrer materiellen Erfüllung zu sprechen. Daß die Raumlehre in dieser Weise zum Zweige der Physik wird, verdient allerdings mit großer Emphase hervorgehoben zu werden. Nur Riemann hat diesen Gedanken mit völliger Klarheit vorweggenommen; dem Kritizismus lag er nicht bloß fern²⁾).

1) Die erkenntnistheoretische Bedeutung der Relativitätstheorie, Kieler Dissertation, 1919, S. 37; auch als Ergänzungsheft 48 der „Kantstudien“ erschienen.

2) Man hat zwar auch in diesem Punkte Kant zum Vorläufer Einsteins erklären wollen. Auf Grund einiger Bemerkungen in Kants erster Schrift „Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte“ sagt Ilse Schneider (Das Raum-Zeitproblem bei Kant und Einstein, Berlin 1921, S. 70): „Kant weist also als erster auf den Zusammenhang von Geometrie und Physik, speziell Gravitation, hin“. Aber Kants Versuch, die Dreidimensionalität des Raumes mit der Formel des Newtonschen Gravitationsgesetzes in Beziehung zu bringen, bedeutet

sondern er scheint ihm zu widersprechen, weil er es unmöglich macht, Raum und Zeit als bloße Formen in dem bisherigen Sinne aufzufassen, deren Gesetze von ihrem Inhalt unabhängig zu behandeln sind. Wenn Einstein von der Durchführung der allgemeinen Relativität bemerkt hat, sie nehme dem Raum und der Zeit „den letzten Rest physikalischer Gegenständlichkeit“, so glaubt Cassirer, „daß die Theorie hierin nur dem Standpunkt des kritischen Idealismus die bestimmteste Anwendung und Durchführung innerhalb der empirischen Wissenschaft selbst verschafft“ (S. 79). Legen wir aber — wie es Cassirer (S. 13) mit Recht als erste Aufgabe des Erkenntnistheoretikers fordert — den Sinn des Terminus „physikalische Gegenständlichkeit“ restlos klar, so stoßen wir wieder auf das eben geschilderte Ergebnis, dem die Lehre von der Idealität von Zeit und Raum nur nach seiner negativen Seite hin gerecht zu werden vermag: es zeigt sich nämlich, daß mit der „Gegenständlichkeit“ dem Raum und der Zeit zwar jede irgendwie beschaffene Unabhängigkeit von der Materie abgesprochen wird, daß aber der Rest, der dann vom physikalisch Räumlichen und Zeitlichen übrig bleibt, im Verein mit der Materie sich auch derselben Realität erfreut wie diese. Einstein selbst hat gelegentlich ausgesprochen, daß der physikalische Raum auch nach der Allgemeinen Relativitätstheorie Realität habe, nur keine selbständige. Das Räumliche und Zeitliche erhalten also einen Sinn, in dem sie nicht mehr bloß als ‚Formen‘ in der gewohnten Bedeutung angesehen werden dürfen, sondern sie gehören jetzt zu den physikalischen Bestimmungsstücken der Körper; die ‚Metrik‘ bedeutet nicht etwa bloß eine mathematische Messung des physikalisch Realen, sondern drückt selbst dessen Vorhandensein aus. Raum und Materie treten eben, wie Cassirer es durchaus treffend ausdrückt, „nicht mehr als verschiedene Klassen physikalischer Objektbegriffe auf“ (S. 61). Wenn man also der Meinung ist, die Einsteinsche Physik weise „in dieser Hinsicht weniger Widersprüche zur kantischen transzendentalen Ästhetik auf, als irgend eine frühere Physik“¹⁾, so scheint mir darin eine Verkenntung der

nichts weniger als eine Vorahnung der Vereinigung von Geometrie und Physik im erkenntnistheoretischen Sinne, hat vielmehr gar nichts damit zu tun. Mit ähnlichem Rechte könnte man hier auf die Cartesianische Identifizierung von Substanz und Ausdehnung hinweisen, die auch Cassirer erwähnt (S. 60), ohne daß er aber ihre wahre Bedeutung übertriebe.

1) Ilse Schneider, l. c. S. 65.

positiven Seite der Einsteinschen Raum- und Zeitlehre zu liegen. Es wäre auch verwunderlich, wenn die Kantsche Erkenntnistheorie in so deutlichem Widerspruch stehen sollte zur Newtonschen Naturlehre, deren philosophische Rechtfertigung eines ihrer vornehmsten Ziele war. —

Mag aber auch die rechte Würdigung der allgemeinsten Relativität (Kovarianz gegenüber beliebigen Substitutionen in der Sprache der Theorie) von kritizistischen Prinzipien aus schlecht gelingen: vielleicht könnten sie doch insofern einen tragfähigen Unterbau Einsteinscher Lehren liefern, als sie wenigstens zu dem Grundsatz der Relativität aller Bewegungen (Kovarianz gegenüber einer bestimmten Gruppe von Substitutionen) in einem günstigen Verhältnis stehen. Natürlich ist von einem philosophischen System nicht zu verlangen, daß es diesen Grundsatz als Theorie durchführe, wohl aber kann er sich aus ihm als unentbehrliches Postulat ergeben. Ist auch dies noch zu viel gefordert, so darf man zum allermindesten erwarten, daß jener Grundsatz, nachdem er von anderer Seite einmal aufgestellt war, sofort als kongenial erkannt und von dem System mit größter Energie angeeignet werde. Tatsächlich wäre der Kritizismus hierzu aus seinen Prämissen heraus sehr wohl imstande gewesen; dennoch hat er in seinen historischen Erscheinungsformen von den eben aufgestellten Forderungen keine erfüllt. Es war vielmehr der Positivist Mach, der das allgemeine Relativitätsprinzip zuerst mit Nachdruck zu einem Postulat der Naturbeschreibung erhob. Er verlangte — und zwar wirklich aus philosophischen Gründen — eine solche Formulierung der Naturgesetze, daß z. B. die Rotation der Erde gegen die Fixsterne mit gleichem Recht als eine entgegengesetzte Drehung des Sternhimmels um die Erde aufgefaßt werden könnte. Um Kants Stellung zu diesem Gedanken kennen zu lernen — der ja zu seiner Zeit genau so möglich war — lese man die Metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaften, wo er im I. Hauptstück in der Anmerkung zum Grundsatz I, und im IV. Hauptstück im Lehrsatz 2 und der Allgemeinen Anmerkung zur Phänomenologie das Problem bespricht. Er fühlt dort (wie Leibniz, Huyghens und andere) durchaus das Bedürfnis, die Relativität aller Bewegung aufrecht zu erhalten. Während aber Newton erkannte, daß dies mit seiner Mechanik unvereinbar sei und für sie folgerichtig (vermutlich nicht ganz leichten Herzens) die absolute Bewegung postulierte, sucht Kant dadurch nach einem Ausweg, da

er neben den Gegensatz der relativen und absoluten denjenigen der „wahren“ und „scheinbaren“ Bewegung setzte! ¹⁾).

Cassirer hat bereits in „Substanzbegriff und Funktionsbegriff“ (1910) die Frage der Relativität der Rotation behandelt (S. 230 ff.). Es ist höchst bemerkenswert, mit welchem Scharfsinn er schon damals die Konsequenzen der Machschen Auffassung überblickte. Er sagt nämlich (l. c. 246): „Die positivistischen Bedenken gegen den ‚reinen‘ Raum und die ‚reine‘ Zeit beweisen daher nichts, weil sie zu viel beweisen würden: sie müßten, konsequent zu Ende gedacht, auch jede Darstellung physisch gegebener Körper in einem geometrischen System, in welchem es feste Lagen und Entfernungen gibt, verwehren“. Hier und in den der zitierten Stelle vorhergehenden Entwicklungen werden also vom kritizistischen Gesichtspunkte aus im wesentlichen gerade die Konsequenzen verworfen, zu denen sich die Naturwissenschaft jetzt gezwungen sieht.

Gewiß hat Cassirer Recht mit seiner Meinung, daß die Bestätigung der Machschen Relativitätsbehauptung für sich noch keinen zwingenden Beweis für die Notwendigkeit einer empiristischen Interpretation der Einsteinschen Theorie liefere (S. 97) — aber ein höchst bedeutsames Indizium bleibt sie doch. Und zwar, wie ich glaube, kein trügerisches. Denn das erkenntnistheoretische Motiv, das Mach und Einstein (sei es mit Recht oder Unrecht) zu dem Postulat der Relativität aller Bewegungen führte, war der Satz, daß Unterschiede des Wirklichen nur dort angenommen werden dürfen, wo Unterschiede im prinzipiell Erfahrbaren vorliegen. Diese fundamentale Regel ist öfters ausgesprochen worden, auch von Metaphysikern wie Leibniz, bei dem sie gleich in zwei Gestalten erscheint, nämlich als *principium identitatis indiscernibilium* und als *principe de l'observabilité* (in letzterer Form führt es auch Cassirer S. 37 an); aber von der Aufstellung bis zum konsequenten Festhalten und Durchführen der Regel ist noch ein großer Schritt. Wird der Grundsatz jedoch in seiner wahrhaft fundamentalen Bedeutung erkannt und gewürdigt, so läßt er sich, wie ich glaube, zum obersten Prinzip aller empiristischen Philosophie erheben, zur

1) Ilse Schneider (l. c. S. 14) zitiert die entsprechende Kantstelle beifällig, weil sie Kant als Gegner der absoluten Bewegung erscheinen läßt, aber sie vergißt, daß jene Unterscheidungen gerade vom Standpunkt der Relativitätstheorie eine Ungeheuerlichkeit darstellen.

letzten Richtschnur, die bei der Stellungnahme zu jeder Einzelfrage maßgebend sein muß, und deren unerbittliche Anwendung auf alle Spezialprobleme ein Verfahren von höchster Fruchtbarkeit darstellt. Ist diese Auffassung richtig, so wäre damit allerdings der Zusammenhang der Relativitätslehre mit der empiristischen Erkenntnistheorie als ein innerlicher, streng sachlicher, als nicht bloß äußerer und zufälliger erkannt.

Im letzten Kapitel seines Buches betont Cassirer mit Nachdruck, daß der Raum und die Zeit der Relativitätstheorie eben Raum und Zeit der Physik sind, nicht der Wirklichkeit schlechthin, sodaß ihnen etwa der Raum und die Zeit der Psychologie als etwas gänzlich Heterogenes gegenüberstehen. Es ist in der Tat von größter Wichtigkeit, sich stets darüber klar zu sein, daß man von Raum und Zeit in völlig verschiedenen Bedeutungen reden kann — am wichtigsten gerade auch für den, dem es schließlich auf die Erkenntnis des Zusammenhanges dieser verschiedenen Bedeutungen ankommt. Wenn ich an andern Stellen¹⁾ den psychologischen Raum (und die Zeit) als das rein Anschauliche dem physikalischen als einer rein begrifflichen Konstruktion gegenüberstellte, so war ich mir wohl bewußt, daß die „Anschauung“ bei Kant in einer ganz andern Weise abgegrenzt wird. In diesem Punkte bin ich von einer Reihe von Kritikern mißverstanden worden. Cassirer erklärt²⁾ Kants reine Anschauung als eine bestimmte „Methode der Objektivierung“: das ist sie freilich auch, aber ihr Wesen erschöpft sich nicht darin. Gewiß wollte Kant alles Psychologische aus ihr entfernen — aber ich werde mich niemals überzeugen können, daß es ihm gelungen ist. Denn es kann eben nicht gelingen³⁾ ohne die Anwendung der einzigen Methode, die das rein Begriffliche der Geometrie vom Psychologisch-Anschaulichen zu trennen ermöglicht; das ist die Methode der impliziten Definition, die erst in der modernen Mathematik ausgebildet wurde⁴⁾. Ohne sie ist es nicht einmal möglich, die Idee eines reinen Begriffs zu fassen und in seiner Ablösung von allen psychologischen Momenten zu verstehen. Kants reiner Anschauungsraum enthält also notwendig solche Momente, sie geben dem Raumbegriff den Inhalt, ohne den er für Kant „leer“ wäre.

1) „Raum und Zeit“ 3, S. 81, „Allgemeine Erkenntnistheorie“, S. 301.

2) S. 123, 124, Anmerkung.

3) Wie sich z. B. aus den Ausführungen Sellens (l. c. S. 40) erkennen läßt.

4) Vgl. „Allgemeine Erkenntnistheorie“, S. 30 ff.

Sein Raum ist ihm zwar identisch mit dem Raum Newtons (dies ist auch die Meinung Cassirers, die ich stets geteilt habe; Sellien¹⁾ jedoch, den Cassirer sonst zustimmend zitiert, scheint ihr zu widersprechen), aber der Newtonsche Raum ist auch bei ihm eben ein anschaulicher, noch nicht gereinigt von den Elementen, die wir noch als psychologisch bezeichnen müssen. So ist Kants reine Anschauung — wie es auch durchaus der verbreiteten Meinung von Raum und Zeit entspricht — ein Mittelding zwischen rein Begrifflichem und psychologisch Anschaulichem; und da ich es für eins der wichtigsten Ergebnisse der modernen Theorie der exakten Wissenschaft halte (in diesem Punkte hat sich Henri Poincaré besonders große philosophische Verdienste erworben), daß es solch eine Mischung, solch ein Mittelding eben nicht gibt, so mußte ich einerseits die Existenz einer reinen Anschauung im Sinne Kants leugnen (Allgem. Erkenntnislehre, S. 302) und durfte von einer Vermengung des physischen Raumbegriffs mit seinen sinnlichen Repräsentanten sprechen (Raum und Zeit, S. 83); andererseits mußte ich erklären, daß in der Lehre von den bloß subjektiven Anschauungsformen eben insofern ein richtiger Kern zu finden ist, als sie noch von psychologischen Momenten nicht ganz entblößt sind. Diese Ansichten vermag ich also nicht aufzugeben.

Die Verfolgung des Bedeutungswandels der Termini Raum und Zeit durch die verschiedenen Gebiete des Geisteslebens gibt Cassirer Gelegenheit, seine Betrachtung der Relativitätslehre großzügig in umfassendere Zusammenhänge einzuordnen und außer dem Lichte der speziellen Erkenntniskritik auch die Strahlen der systematischen Philosophie auf sie zu richten. So schließt das Buch mit einem Umblick, dessen Weite der Höhe des eingenommenen Standpunktes entspricht. Wir scheiden mit dem Eindruck, daß dieser Standpunkt über die Region des eigentlichen Kritizismus doch schon hinausliegt, und daß es Cassirer nur hierdurch gelang, der Relativitätstheorie philosophisch in dem Maße gerecht zu werden, wie es in dem geistvollen und gedankenreichen Buche geschieht.

Gern willfahre ich der Aufforderung der Leitung der Kantstudien, bei dieser Gelegenheit noch über zwei andere Bücher zur Einsteinschen Lehre kurz zu berichten, denn es handelt sich um

1) l. c. S. 16. Dort ist von der Zeit die Rede; vom Raum aber gelten die Argumente in gleicher Weise.

Schriften, von denen zu sprechen sich lohnt. Die erste, verfaßt von Max Born¹⁾, gibt eine glänzende, ausführliche Darstellung der Einsteinschen Lehre vom Standpunkt des Physikers aus. Sie füllt in überaus trefflicher Weise eine sehr fühlbare Lücke der Einstein-Literatur, denn während die bis dahin vorhandenen gemeinverständlichen Einführungen in die Theorie bei der Besprechung ihrer physikalischen Grundbegriffe sich auf das notwendigste beschränkten, erscheint die Theorie in dem Bornschen Buche zum ersten Mal nicht von ihrem natürlichen Hintergrunde abgelöst, sondern es wird gerade auf ihre Einordnung in das System der Physik großes Gewicht gelegt, klar treten die Zusammenhänge hervor, aus denen sie in Wirklichkeit erwachsen ist. Für den Nichtphysiker ist es von höchstem Werte, in diese Zusammenhänge eingeweiht zu werden, denn durch sie führt der naturgemäße Weg zum Verständnis. Born ebnet diesen Weg nicht nur durch Vermeidung aller höheren Mathematik, sondern selbst Logarithmen und trigonometrische Funktionen kommen nicht vor. Die Hauptsache aber ist: das Buch ist durch und durch das Werk eines philosophischen Kopfes. Das zeigt sich nicht etwa darin, daß Born den Gang seiner Darstellung durch philosophische Deutungen und Abschweifungen unterbräche, sondern in der Höhe der Gesichtspunkte, die den Aufbau bestimmen, und in der tiefen Besinnung, die aus der Behandlung des Gegenstandes überall hervorleuchtet. Es zeigt sich ferner vor allem in der kurzen philosophischen Einleitung, die geradezu klassisch anmutet in der Wärme und der Prägnanz, mit der sie den Grundgedanken vorträgt: daß das Absolute nur im Umkreis des Subjektiven zu finden ist, und daß der denkende Geist in die Sphäre der objektiven Geltung nur vordringen kann, indem er das Absolute opfert, um Erkenntnis des Relativen dafür einzutauschen. Fürwahr eine fundamentale Einsicht, die nicht nur in der theoretischen Wissenschaft offenbar wird, sondern nach meiner Überzeugung sich auch in der praktischen Philosophie bewährt.

Die zweite Schrift ist das Büchlein „Relativitätstheorie und Erkenntnis a priori“ von Hans Reichenbach (Berlin 1920). Es stellt zweifellos einen großen Fortschritt in der logischen Deutung der Einsteinschen Lehre dar. Reichenbach leuchtet durch eine

1) Die Relativitätstheorie Einsteins und ihre physikalischen Grundlagen gemeinverständlich dargestellt, mit 129 Abbildungen und einem Porträt. Springer, Berlin 1920.

Art axiomatischer Methode in sehr scharfsinnigen und selbständigen Ausführungen in die logischen Grundlagen der Relativitätstheorie hinein und liefert dabei durch Aufdeckung gewisser versteckterer Prinzipien (er spricht z. B. von einem „Prinzip des approximierbaren Ideals“, einem „Prinzip der normalen Induktion“ usw.) einen wertvollen Beitrag zur Logik der exakten Wissenschaft überhaupt. Er gelangt zu dem Resultat, daß Einsteins Theorie mit der ursprünglichen Kantschen Lehre nicht vereinbar sei, und er nimmt eine solche Umbildung des Aprioribegriffs vor, daß die Relativitätstheorie ihm nicht mehr widerspricht und, wie er meint, der wichtigste Grundgedanke der Kantschen Philosophie aufrecht erhalten bleibt. Diesen Grundgedanken glaubt er nämlich in der Einsicht zu finden, daß jede Erkenntnis nur durch die logische Voraussetzung gewisser Prinzipien möglich wird, die ihren Gegenstand überhaupt erst konstituieren. Solche Prinzipien nennt er a priori, läßt aber das Merkmal der Apodiktizität fallen; sie sind also nicht notwendig, und fortschreitende Erfahrung kann Anlaß zu ihrer Modifikation geben. „Apriori bedeutet: vor der Erkenntnis, aber nicht: für alle Zeit, und nicht: unabhängig von der Erfahrung“ (S. 100). Nach dem oben (S. 98) Gesagten scheint mir der Boden des Kritizismus damit vollständig verlassen zu sein; und Reichenbachs Prinzipien a priori würde ich als Konventionen im Sinne Poincarés bezeichnen. Die Terminologie des Verfassers kann ich also nicht gutheißen, aber sachlich stimme ich in den meisten wesentlichen Ergebnissen durchaus mit ihm überein. Selbst in den Fragen, in bezug auf welche er in der Schrift gegen mich Stellung nimmt, besteht in Wahrheit keine tiefgehende Verschiedenheit der Meinungen, wie eine briefliche Erläuterung beider Standpunkte nachträglich ergeben hat. Aber auch für den, der diesen Standpunkten fern steht, ist das Büchlein wertvoll, denn eine philosophische Leistung, die sich durch Originalität, Klarheit und Schärfe der Gedankenführung so auszeichnet wie die vorliegende, muß dem Leser auch dann Genuß und Vorteil bieten, wenn sie ihn zum Widerspruch anregt.