

Zeitschrift: Divus Thomas

Band: 2 (1924)

Artikel: Bewegung, Zeit und Raum in der Einstein'schen Relativitätstheorie : eine prüfende Untersuchung nach aristotelisch-thomistischen Grundsätzen

Autor: Gredt, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-762652>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bewegung, Zeit und Raum in der Einstein'schen Relativitätstheorie.

**Eine prüfende Untersuchung
nach aristotelisch-thomistischen Grundsätzen.**

Von P. Jos. GREDT O. S. B., Rom (S. Anselmo).

Philosophisch betrachtet, besteht die Relativitätstheorie wesentlich in der Lehre, daß Bewegung (örtliche Bewegung), Zeit und Raum rein relativ zu fassen seien. Und zwar ist die Relativität der Bewegung das Grundprinzip, aus dem die Relativität der Zeit und des Raumes abgeleitet wird. Das Zeit- und Raummaß hängt von dem Bewegungszustande ab. Daher ist es nur relativ zu fassen. Es gibt keine allgemein gültigen Zeit- und Raumverhältnisse. Hieraus wird dann allgemein geschlossen, daß der Begriff einer absoluten Zeit, eines absoluten Raumes überhaupt aufzugeben sei. Zeit und Raum sind etwas Relatives.

1. Darlegung der Lehre von der Relativität der Bewegung, der Zeit und des Raumes. ¹

Einstein und die Relativisten betrachten die örtliche Bewegung immer nur *rein relativ* als Distanzveränderung. Denn Distanzveränderung ist Veränderung einer Beziehung und somit rein relativ. Sie ist notwendig gegenseitig. Wenn A seine Distanz zu B verändert, dann verändert auch B die Distanz zu A. Und so wird die Ruhe nur scheinbar der Bewegung entgegengesetzt vom Beobachter, der die eigene Bewegung nicht merkt. Die Bewegung wird der Ruhe nur entgegengesetzt insofern sie erscheint und nicht erscheint. Wenn wir

¹ Vgl. A. Einstein, Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie ¹³ 1921. — H. Thirring, Die Idee der Relativitätstheorie ². 1922.

daher zwei Körper annehmen zwischen denen die Entfernung zunimmt oder abnimmt und auf beiden einen Beobachter, so sagt mit Recht jeder dieser beiden: ich ruhe, du bewegst dich.

Aus der Relativität der Bewegung wird die Relativität der Zeit abgeleitet. Diese Ableitung möge an dem von Einstein¹ und Thirring² gebrauchten Beispiel dargelegt werden. — Denken wir uns einen langen Eisenbahnzug. In dessen Mitte, genau zwischen beiden Enden des Zuges, befinde sich ein Beobachter. Am Fahrdamm seien zwei elektrische Lampen angebracht, deren Entfernung voneinander genau der Länge des Zuges entspreche; und diese Lampen seien so eingerichtet, daß sie dann aufblitzen, wenn der Anfang des Zuges (genauer ausgedrückt: der Scheitelpunkt der Vorderfläche des Lokomotivpuffers) an der einen und das Ende des Zuges (genauer gesagt: der Scheitelpunkt des rückwärtigen Puffers des letzten Waggons) an der anderen vorbeifährt. Genau in der Mitte zwischen beiden Lampen stehe am Fahrdamm ebenfalls ein Beobachter. Dieser sieht die beiden Lampen gleichzeitig aufblitzen, und wenn er vorher durch Messung festgestellt hat, daß er sich genau in der Mitte zwischen beiden Lampen befinde, sagt er mit Recht, das Aufblitzen habe gleichzeitig stattgefunden. Der Beobachter im Zug hingegen sieht das Aufblitzen nicht gleichzeitig, da die Lichtstrahlen Zeit brauchen, um sich bis zu ihm zu verbreiten und er sich der einen Lampe entgegenbewegt; er sieht diese früher aufblitzen. Da er sich in der Mitte zwischen beiden Lampen befand, im Augenblick, als sie aufblitzten, so sagt auch er mit vollem Rechte, das Aufblitzen habe nicht gleichzeitig stattgefunden. Seine Bewegung zu der einen Lampe hin, verschlägt nichts dagegen, da er, nach dem Grundsatz von der Relativität der Bewegung, sich als ruhend und den Beobachter am Bahndamm als bewegt ansehen kann. Die Gleichzeitigkeit ist also relativ. Hieraus folgt aber sofort, daß auch die Zeitdauer relativ ist. Nehmen wir an, die eine der Lampen blitze auf eine kleine Zeitdauer später nachdem das Ende des Zuges sie passiert hat. Dann ist auch für den Fahrdammbeobachter das Aufblitzen der beiden Lampen nicht gleichzeitig, sondern es verstreicht zwischen dem Aufblitzen der einen und der anderen Lampe eine kleine Zeitdauer. Für den Beobachter im Zuge wird aber diese Dauer größer sein. Im ersten Fall war für den Fahrdammbeobachter das Zeitintervall null (= Gleichzeitigkeit). Nun möge es ein Billionstel Sekundē

¹ A. a. O. 16 ff.

² A. a. O. 50 ff. Die Ausführung ist nach *Thirring* gegeben.

betragen. Das Zeitintervall wird alsdann für den Beobachter in der Bahn größer, sagen wir zwei Billionstel Sekunde sein.

Aus der Relativität der Zeit folgt die Relativität des Raumes, der Distanzen. Die Länge des *fahrenden Zuges* (des *bewegten* Gegenstandes) vom Zuge selbst aus gemessen, ist eine andere als vom Fahrdamm aus gemessen. Der Beobachter im Zuge mißt direkt durch Anlegen des Meterstabes. Der Beobachter aber am Fahrdamm kann nur indirekt messen, indem er zwei Punkte am Fahrdamm bestimmt, die vom Anfang und vom Ende des Zuges gleichzeitig passiert werden. Dies sind aber die beiden Lampen. Indem er die Entfernung der beiden Lampen voneinander mißt, bestimmt er die Länge des fahrenden Zuges. So wird er z. B. sagen, der vorüberfahrende Zug sei hundert Meter lang. Allein der Beobachter im Zuge sagt mit demselben Rechte, sein Zug sei länger, da für ihn das Aufblitzen der Lampen nicht gleichzeitig ist und für ihn der Anfang des Zuges früher an der vorderen Lampe vorbeifuhr als das Zugsende an der hinteren.

Für den ruhenden Beobachter sind also bewegte Strecken verkürzt und Zeitintervalle sind *dort* verlängert: Seine Uhr geht langsamer. Für den bewegten Beobachter sind ruhende Strecken verkürzt und Zeitintervalle sind *dort* verlängert: Seine Uhr geht langsamer. Es betrachtet aber jeder der beiden sich mit Recht als ruhend und den anderen als bewegt, und so sagt mit Recht jeder der beiden zum anderen: Ich stehe, du bewegst dich; deine Uhr geht zu spät, dein Maßstab ist zu kurz, d. h. du, der Bewegte, missest Unbewegtes; also usw.

2. Beurteilung dieser Lehre nach aristotelisch-thomistischen Grundsätzen.

a) *Die örtliche Bewegung.* — Die örtliche Bewegung ist gewiß Distanzveränderung. Aber die Distanz ist eine reale wechselseitige Beziehung zweier oder mehrerer Körper zueinander. Diese Beziehung muß einen realen Untergrund, ein Fundament haben. Dieses Fundament bildet bei Aristoteles und den Scholastikern eine eigene Kategorie, die Kategorie des « Wo » (« ubi », τὸ ποῦ)¹, weil sie das ist, wodurch der Körper eine bestimmte Stellung im körperlichen Universum hat. Auf Grund dieser Stellung hat er eine bestimmte Nähe und einen bestimmten Abstand zu allen anderen Körpern. Die Stellung, das

¹ Aristot., Categ. 4; 1, b, 25. — S. Thomas, in Phys. 1. 3, lect. 5.

«Wo», ist der Grund, das Fundament dieser Distanzbeziehungen. Das «Wo» ist eine eigene, reale Seinsheit, verschieden von der Substanz des Körpers und deren Ausdehnung. Denn der Körper kann seine Stellung, sein «Wo» verändern, ohne daß deswegen notwendig eine Veränderung an seiner Substanz und deren Ausdehnung vorgeht.¹ In der Veränderung des «Wo», nicht aber in einer bloßen Distanzveränderung, erblicken Aristoteles und der hl. Thomas mit Recht das Wesen der örtlichen Bewegung.² Denn die Distanzveränderung ist nur eine Folge der Veränderung des «Wo». Die Distanzveränderung ist notwendig wechselseitig, nicht aber die Veränderung des «Wo». Wenn ein Körper sein «Wo» verändert, d. h. sich bewegt, verändert er seine Distanzbeziehungen zu den anderen Körpern, und auch diese verändern dementsprechend ihre Distanzbeziehung zu ihm; aber sie verändern nicht ihr «Wo»: sie ruhen. Wenigstens ist es nicht notwendig, daß auch sie sich bewegen; wenn auch sie sich bewegen, dann ist das rein zufällig.

Die örtliche Bewegung besteht also in einer Veränderung des «Wo» im bewegten Körper; sie hat im Gefolge eine Veränderung der Distanzbeziehungen im bewegten und in allen übrigen Körpern. Diese Veränderung ist aber ein «Werden». Da nichts wird ohne entsprechende Wirkursache, muß sie auch eine Wirkursache haben. Wirkursache der Bewegung ist der Anstoß. Kein Körper bewegt sich von selbst, ist durch sich selbst zur Bewegung determiniert. Er wird es durch den Anstoß oder die Anziehung, durch die Tätigkeit einer bewegenden Kraft. Diese Kraft teilt aber dem Bewegten sich selbst in gewisser Weise mit. Sie bringt im Bewegten eine Beschaffenheit: den mechanischen Schwung, die mechanische Kraft hervor, wodurch der bewegte Körper wirkursächlich bestimmt ist, sich in dieser oder jener Richtung, mit dieser oder jener Schnelligkeit fortzubewegen. Und er würde sich kraft der ihm mitgeteilten Beschaffenheit in Ewigkeit fortbewegen, wenn nicht irgend welche Ursache, wie der Reibungswiderstand und die Anziehung der Erde, ihm entgegenwirkte und die mitgeteilte Beschaffenheit in ihm zerstörte.

Die örtliche Bewegung ist somit nicht rein relativ und wechselseitig. Wenn Bewegung ist, ist in allen Körpern notwendig Distanz-

¹ Auch wenn angenommen wird, daß durch den Ätherwind jeder bewegte Körper um ein ganz Geringes in der Bewegungsrichtung zusammengedrückt wird (Lorentz), so ist diese Veränderung jedenfalls nicht absolut notwendig. Die Bewegung ist jedenfalls denkbar ohne diese Veränderung.

² *Aristot. Phys. V, 2; 226, a, 23. — S. Thomas, in l. c. lect. 4, n. 1.*

Veränderung, nicht aber ist in allen notwendig die Veränderung des «Wo» und die diese Veränderung bewirkende mechanische Kraft. Wenn ein Körper sich bewegt, sein «Wo», seine Stellung im körperlichen Universum und somit auch seine Distanzbeziehung zu allen Körpern verändert, so verändern wohl die übrigen Körper dementsprechend auch ihre Distanzbeziehungen zu ihm, nicht aber verändern sie ihre Distanzbeziehungen untereinander, weil sie ihr «Wo», ihre Stellung nicht verändern. Wenn wir somit zwei Körper annehmen, zwischen denen der Abstand zunimmt oder abnimmt und auf beiden einen Beobachter, so sagt nicht mit Recht jeder dieser beiden: ich ruhe, du bewegst dich. Es läßt sich wenigstens *im allgemeinen* der bewegte Körper von dem ruhenden unterscheiden. Beide verändern ihre Distanzbeziehung zueinander, aber der bewegte ist nur der, dem der mechanische Schwung innewohnt und der infolgedessen sein «Wo», seine Stellung im körperlichen Universum und seine Distanzbeziehung nicht nur zu dem anderen Körper, sondern zu allen übrigen Körpern verändert, während der andere ruhende Körper zwar auch seine Distanzbeziehung zu dem bewegten, nicht aber zu den übrigen Körpern verändert. Wenn wir das ganze übrige körperliche Weltall wegdenken und annehmen, es gäbe nur diese zwei Körper, dann veränderte zwar auch der bewegte seine Distanzbeziehung nur zu jenem anderen. Allein er ist immerhin so geartet, daß er seine Distanzbeziehung auch zu allen übrigen Körpern veränderte, wenn es solche gäbe, während dies bei dem ruhenden nicht der Fall ist. Im selben Augenblicke, in dem andere Körper entständen, würde der bewegte Körper alsogleich seine Stellung zu allen verändern, nicht aber der ruhende. Gehen wir nun weiter und nehmen an, daß es nur einen einzigen Körper gäbe, dann ist die örtliche Bewegung unmöglich. Ein solcher Körper hätte kein «Wo» und könnte somit sein «Wo» auch nicht verändern — er könnte sich nicht bewegen.¹ Denn das «Wo» sagt notwendig die Stellung eines Körpers zu anderen oder wenigstens zu einem anderen. Und hier berühren wir das Wahre, das in der Behauptung liegt, daß jede Bewegung relativ sei. Es kann nämlich die örtliche Bewegung nur stattfinden in Bezug auf einen anderen Körper. Wenn somit dem absolut vereinzelter Körper ein

¹ Es ist natürlich immer nur Rede von der örtlichen Bewegung. Ein absolut vereinzelter Körper könnte wohl seine Figur verändern, aber das wäre eine qualitative, nicht eine örtliche Bewegung.

Anstoß mitgeteilt würde¹, so würde dadurch wohl in ihm eine mechanische Kraft hervorgerufen, allein es würde daraus dennoch keine örtliche Bewegung erfolgen.

Es läßt sich also immer, wenigstens *im allgemeinen*, der bewegte Körper von dem ruhenden unterscheiden: Der bewegte Körper ist immer derjenige, der Sitz der mechanischen Kraft ist und in dem das « Wo » verändert wird. Welches aber *im besonderen* dieser Körper sei, das ist nicht so leicht zu sagen, und es kann gewiß Fälle geben, in denen wir wohl eine Bewegung feststellen, aber unvermögend sind, zu erkennen, welcher Körper im besonderen sich bewege. Allein in sehr vielen Fällen vermögen wir auch das mit Sicherheit zu erkennen. Durch die einfache Gesichtsempfindung erkennen wir zwar über die Dinge außerhalb unseres Körpers nur, daß in Bezug auf sie eine Stellungsveränderung vor sich geht. Ob aber die Dinge sich bewegen oder wir selbst und nicht die Dinge, das wird nicht erkannt. Dasselbe ist zu sagen von der einfachen Tastempfindung. Wenn man durch den Tastsinn eine Bewegung in der Luft, im Wasser feststellt, so kann das daher kommen, daß man sich selbst in der Luft, im Wasser bewegt oder aber, daß die Luft, das Wasser bewegt ist, während man selbst in der Luft, im Wasser ruht. Wer von unsichtbarer Hand in finsterner Nacht rasch durch die Luft getragen würde, könnte glauben, es wehe ein starker Wind. Allein durch die einfache Tastempfindung und durch den Gemein Sinn erkennen wir die Bewegung der Glieder unseres eigenen Körpers zueinander und wir unterscheiden das bewegte Glied von den übrigen nicht bewegten. Die Bewegung der Glieder erkennen wir durch den Tastsinn in den Muskeln und Gelenken. Denn je nachdem dieses oder jenes Glied bewegt wird, und auch wenn dasselbe Glied in verschiedener Weise bewegt wird, haben wir in den Muskeln eine andere Tastempfindung, die durch die Zusammenziehung und Ausspannung der Muskeln verursacht wird. Durch diese Erfahrung, die wir machen über die Bewegung unserer Glieder zueinander, erkennen wir nun auch, daß viele Dinge, die uns umgeben: der Fußboden, die Häuser, die Bäume usw., sich bei der Bewegung unserer Glieder nicht mit bewegen, sondern ruhen. Wenn wir daher diese Gegenstände bei unserer Gehbewegung die Stellung verändern sehen, so betrachten wir sie dennoch als ruhende, denn sie ändern ihre Stellung nur auf der Netzhaut unserer Bewegung entsprechend. Und überhaupt betrachten

¹ Jedoch nicht von einem anderen Körper, weil dadurch die absolute Vereinzelung zerstört würde.

wir als ruhend jedes Ding, das seine Stellung in einer unserer Bewegung entsprechenden Weise verändert, denn es verändert seine Stellung nur auf der Netzhaut, im Netzhautbilde. Abgesehen von dem Fall, daß wir ein Ding mit unseren Händen ergreifen und bewegen, betrachten wir die Dinge nur als bewegt, wenn sie ihre Stellung verändern, ohne daß wir eine Bewegung unserer Glieder erfahren oder wenn sie die Stellung in einer unserer eigenen Bewegung, z. B. unserer Gehbewegung, nicht entsprechenden Weise verändern. So erkennen wir mit Sicherheit, auf Grund dieser mittelbaren Erfahrung, durch Tast- und Gesichtssinn auch die Bewegung und die Ruhe der Dinge außerhalb unseres Körpers *im besonderen*. Wenn wir aber uns nicht selbst bewegen, sondern von fremder Kraft bewegt werden (wie, wenn wir in einem Wagen fahren), ohne daß wir unsere Bewegung merken, dann urteilen wir über Ruhe und Bewegung der Dinge nicht richtig. Daher die scheinbare Sonnenbewegung und die Schwierigkeit, etwas über die Bewegung der Gestirne zu bestimmen. Über die Gestirnbewegungen können wir nur auf Grund wissenschaftlicher Versuche und durch wissenschaftliche Schlußfolgerung etwas ausmachen. So bestimmen wir die Bewegung der Erde um ihre Axe aus der Fliehkraft, die wir durch den Foucault'schen Pendelversuch feststellen. Wenn Einstein in seiner allgemeinen Relativitätstheorie¹ die Fliehkraft der Erde als Gravitationswirkung erklärt, die durch die relative Bewegung hervorgerufen werde, so ist das gegen alle Erfahrung und gegen eine naturentsprechende Erklärung der Tatsachen. Ebenso müssen wir annehmen, daß die Erde sich um die Sonne drehe, wenn wir eine naturentsprechende Erklärung der Erscheinungen geben wollen.

b) *Die Zeit*. — Wie nicht jeder der beiden Beobachter des oben angeführten Beispielen mit Recht sagen kann: ich ruhe, du bewegst dich, so sagt auch nicht jeder mit Recht zum anderen: deine Uhr geht zu spät, dein Maßstab ist zu kurz. Denn die Relativität der Bewegung ist der Grundsatz aus dem die Relativität der Zeit und des Raumes abgeleitet werden sollte. Es ist nun aber die behauptete Relativität der Bewegung hinfällig. Somit besteht auch die Relativität der Zeit und des Raumes nicht zu Recht. Es bleibt nur genauer festzustellen, was unter der von den Relativisten behaupteten Relativität

¹ Einstein hatte ursprünglich seine Relativitätstheorie nur auf gradlinige und gleichförmige Bewegungen beschränkt (: spezielle Relativitätstheorie). Später dehnte er sie auch auf die beschleunigten und Drehbewegungen aus (: allgemeine Relativitätstheorie).

der Zeit und des Raumes zu verstehen sei und was dieser Lehre nach der aristotelisch-thomistischen Philosophie entgegenzusetzen sei.

Nach der Relativitätstheorie hätte jeder Körper *seine* Zeit, und dies nur in Bezug auf einen bestimmten anderen Körper, und diese Zeit hinge vom Bewegungszustande ab; ebenso hätte jeder Körper *seinen* Raum, und dies nur in Bezug auf einen bestimmten anderen Körper, und dieser Raum hinge vom Bewegungszustande ab. «Angaben über Längen und über Zeitintervalle haben keinen absoluten Sinn. Es hat keinen Sinn zu behaupten, eine Stange habe die und die Länge schlechtweg, es muß vielmehr hinzugefügt werden, in welchem Bewegungszustand relativ zu dem gemessenen Gegenstand sich der messende Beobachter befunden hat. Ebensowenig hat es einen Sinn zu sagen: Zwischen einem Ereignis A in Berlin und einem Ereignis B in New York verstrich eine Zeit von so und so viel Sekunden. Man muß vielmehr, um genau zu sein, hinzufügen: «Für einen auf der Erde befindlichen Beobachter.» Denn für einen auf einer Sternschnuppe vorbeieilenden Beobachter wäre das Zeitintervall zwischen den Ereignissen A und B ein anderes. Dabei ist nicht etwa das scheinbare Intervall zwischen den Ereignissen gemeint, nämlich das Zeitintervall zwischen dem Eintreffen jener Lichtstrahlen oder elektrischen Wellen beim Beobachter, die von den beiden Ereignissen Kunde bringen. Es ist vielmehr vorausgesetzt, daß die Beobachter ihre Messungen vollkommen korrekt ausführen und auch die Zeit in Rechnung setzen, die das Licht braucht, um von den Orten der Ereignisse zu ihnen zu gelangen.»¹

Nach der aristotelisch-thomistischen Philosophie wird die Zeit in doppeltem Sinne genommen²: 1. als die innere Dauer der zeitlichen (d. h. veränderlichen, beweglichen) Dinge, 2. als Maß dieser Dauer, als Zeitmaß. Im ersten Sinne ist die Zeit nichts anderes als das fortgesetzte Dasein der veränderlichen Dinge und der Veränderung selbst. Sie ist den Dingen ganz innerlich wie das Dasein selbst. Die Zeit, als Maß hingegen, ist etwas ihnen Äußerliches, wie denn jedes Maß dem Gemessenen äußerlich ist. Sie ist jede uns bekannte, regelmäßige Bewegung, in der wir Teile unterscheiden und die wir benützen, um die Dauer der Bewegung anderer Dinge (und auch das Gegenteil: die Dauer der Ruhe) zu messen. Dies tun wir aber durch Vergleichen, wie denn jede Messung ein Vergleichen ist: Wir vergleichen die uns

¹ Thirring, a. a. O. P. 59.

² Vgl. S. Thomas I. Dist. 19, 2, 1. In Phys. I. 4. lect. 17, 193.

bekannte Bewegung und deren Teile mit den Bewegungen der anderen Dinge und deren Ruhe und stellen fest, wieviel Mal die Dauer der einen (bezw. die Dauer eines Teiles der einen) in der Dauer der anderen enthalten ist. So messen wir die fließende Länge (die Zeitdauer) ähnlich, wie wir die bleibende Länge (z. B. einer Linie) messen. Bei letzterer geben wir an, wieviel Mal die uns bekannte Länge, z. B. des Meterstabes (bezw. dessen Teil), in ihr enthalten sei. Ganz Ähnliches tun wir bei ersterer. In der uns bekannten regelmäßigen (scheinbaren) Sonnenbewegung unterscheiden wir Teile: Jahre, Tage, Stunden, Minuten. Die Sonnenbewegung (deren Teile) vergleichen wir nun mit den Bewegungen der anderen Dinge und mit deren Ruhe und geben so an, wie lange sie gedauert. Dasselbe tun wir mit der Bewegung unseres Uhrzeigers.

Es ist klar, daß es sich in der Untersuchung über die Relativitätstheorie einzig um die Zeit als Maß handelt. Die Zeit als Maß wird als rein relativ dargestellt und das bedeutet nach all den vorhergehenden Ausführungen, daß es keine allgemein gültigen Zeitmaßverhältnisse gebe. Mit Recht verwerfen die Relativisten eine von den Dingen getrennte, für sich bestehende Zeit. Diese Zeit, das *tempus imaginarium* der Scholastiker, ist ein bloßes Gedankending, fußend auf einer leeren Phantasievorstellung. Allein es gibt allgemein gültige Zeitmaßverhältnisse. Wohl ist die Zeit, wenn sie als Maß gefaßt wird, formell als solche nur im Denken des Geistes, der die fließende Dauer der Bewegung betrachtet nach Art einer bleibenden Größe (nach Art einer Linie), um sie dann mit der Dauer anderer bewegten und beweglichen Dinge zu vergleichen. Demnach sind die Zeitmaßverhältnisse auch keine realen, sondern bloß gedankliche Beziehungen des Vergleichens, die nur im Denken bestehen, das die bekannte Dauer einer Bewegung vergleicht mit der Dauer anderer Bewegungen und beweglicher Dinge. Aber diese gedanklichen Beziehungen haben ein reales Fundament in den Dingen. Dieses Fundament ist das « Wann » (« quando », τὸ πότε).¹ Wie das « Wo » das Fundament der realen Distanzbeziehungen ist, so ist das « Wann » der Untergrund, das Fundament der gedanklichen Beziehungen des Zeitmaßes. Das « Wann » bildet, wie das « Wo » in der aristotelischen Einteilung, eine eigene Kategorie. Es gibt unabhängig vom menschlichen Denken in den bewegten und beweglichen Dingen selbst ein allgemein gültiges

¹ Vgl. *Aristot. Categ.* 4; 1, b, 25. — *S. Thomas* in *Phys.* 1. 3, lect. 5.

« Wann ». Und so gibt es auch allgemein gültige Zeitmaßverhältnisse, selbst wenn kein menschlicher Geist dieselben denkt. Sie sind wurzelhaft in ihrem Untergrund enthalten. Und wenn sie auch von keinem menschlichen Geiste gedacht würden, so sind sie jedenfalls wenigstens vom absoluten Geiste erkannt.¹ Alle Körper, alle beweglichen Dinge haben notwendig untereinander in ihrer Bewegung und in ihrer Ruhe ein « Wann », kraft dessen ihre Bewegung und ihre Ruhe untereinander in bestimmten, allgemein gültigen Maßverhältnissen der Gleichzeitigkeit, der zeitlichen Aufeinanderfolge und der Zeitdauer stehen. Eine Bewegung, die ich jetzt ausführe, hat notwendig ein bestimmtes « Wann », kraft dessen sie gleichzeitig ist mit unzähligen anderen Bewegungen und mit unzähligen anderen Bewegungen vergleichbar als gleich lang dauernd oder länger und kürzer. — Die in der Welt objektiv vorhandenen Zeitmaßverhältnisse sind vielfach auch von dem Menschen mit Sicherheit erkennbar. Die aus der Bewegung und Lichtverbreitung sich ergebenden Irrtümer sind für gewöhnliche irdische Verhältnisse so gering, daß sie nicht erkennbar und somit auch keine eigentlichen, sondern nur negative Irrtümer sind. Bei astronomischen Beobachtungen fallen sie wohl in die Wagschale. Aber sie können verbessert werden, insofern die Bewegung erkannt und bestimmt wird.

c) *Der Raum*. — Den Raum fassen Aristoteles und S. Thomas als Intervall, als Distanz.² Der reale Raum ist nicht die Ausdehnung der Körper, aber er folgt ihr unmittelbar. Die Ausdehnung besteht wesentlich in einer Nebeneinanderordnung von Teilen. Dieser Nebeneinanderordnung folgt alsogleich notwendig die Beziehung des Nah und Fern, der Distanz, die sich auf die Ausdehnung nach ihrer dreifachen Richtung: Länge, Breite und Tiefe gründet. Es sind Teile, die sich unmittelbar nah sind, andere sind voneinander mehr oder weniger entfernt, und ein Körper ist dem anderen mehr oder weniger nah oder fern. Diese Distanzbeziehung kann betrachtet werden innerhalb derselben Quantität, von einem Extrem zum anderen, von einem Teil zum anderen, mehr oder weniger entfernten (: innerer Raum). Sie wird vor allem aber betrachtet als Distanz von einem Körper zum anderen, als Abstand einer Quantität von der anderen (: äußerer Raum). Dieser äußere Raum kann von einem anderen Körper angefüllt

¹ Natürlich erkennt sie dieser absolute Geist nicht durch Fiktion von Gedanken-
dingen, sondern in höherer Weise.

² Vgl. Aristot. Phys. IV, 4; 211, b, 7. — S. Thomas in Phys. I, 4, lect. 6,
n. 6, 199.

sein. Es ist aber auch denkbar, daß er ganz leer ist. Auch der absolut leere Raum, den wir zwischen zwei Körpern denken können, ist ein realer Raum. Obschon *in* ihm keine reale Ausdehnung ist, setzt er doch zu beiden Seiten reale Ausdehnung voraus und ist eine reale Beziehung, die sich auf diese Ausdehnung gründet. Nur jener unbeschränkte Raum, den wir uns vorstellen unabhängig von der realen Ausdehnung und außerhalb der Grenzen des ganzen körperlichen Weltalls, ist nicht real und wird deshalb von den Scholastikern als *spatium imaginarium* bezeichnet. Mit Recht verwirft Einstein einen « absoluten » Raum im Sinne dieses *spatium imaginarium*. Er verwahrt sich mit Recht gegen einen Raum, der gedacht wird nach Art eines Behälters, in dem die Dinge aufgenommen wären und in dem sie sich bewegten. Allein mit Unrecht verwirft er auch die allgemein gültigen Maßverhältnisse für die Ausdehnung der Körper (für den inneren Raum) und für die Distanzen der Körper untereinander (für den äußeren Raum). Sobald es Körper gibt und Ausdehnungen gibt, haben diese notwendig reale Maßbeziehungen untereinander, die real sind, unabhängig vom Denken und Beobachten des Menschen. Diese Länge ist das Doppelte von jener und jene das Dreifache von dieser. Das gilt absolut und allgemein und würde auch gelten, wenn es von gar keinem menschlichen Geiste beobachtet werden könnte. Dasselbe ist zu sagen von den Distanzen der Körper untereinander. Eben dadurch, daß die Körper jeden Augenblick bestimmte Stellungen im körperlichen Weltall haben, haben sie auch jeden Augenblick bestimmte Abstände voneinander, die in ihren Maßbeziehungen allgemein gültig sind. Diese Maßbeziehungen sind insofern von der Bewegung abhängig, als sie durch die Bewegungen der Körper verändert werden. Aber im Augenblick, wo sie sind, sind sie allgemein gültig. Und wenn man auch annähme, daß durch die Bewegung die Ausdehnung der Körper beeinflußt würde (daß etwa die Körper in der Bewegungsrichtung zusammengedrückt würden), daß also auch die Ausdehnung (der innere Raum), insofern von der Bewegung abhängt, als er durch die Bewegung verändert würde, so wären dennoch alle Maßverhältnisse in dem Augenblicke, wo sie sind, allgemein gültig, so wie sie sind. — Und die Maße der Körperausdehnung sind auch für den Menschen vielfach erkennbar. Die durch die Bewegung verursachte reale Veränderung (wenn eine solche, nach Lorentz, angenommen wird), ebenso wie die scheinbar verursachte, sind so gering, daß sie für gewöhnliche Verhältnisse gar nicht zutage treten, also keinen eigentlichen Irrtum

begründen. Bei astronomischen Messungen aber, wo der Irrtum zutage tritt, kann er ja möglicher Weise verbessert werden, da die Bewegung nicht rein relativ ist und möglicher Weise auch so erkannt werden kann, daß es genügt, den Irrtum zu verbessern. Ähnliches ist von den Distanzmaßen der Körper untereinander zu sagen.

Über den Raum ist noch ein anderer Punkt namhaft zu machen, der mehr eine nebensächliche Bedeutung in Einsteins Lehrgebäude hat. Der Weltraum ist nach ihm ein nicht-euklidischer gekrümmter Raum. Wie die Kugelfläche in sich zurückgekrümmt ist — sie ist ein zweidimensionaler gekrümmter Raum — so ist nach Einstein der dreidimensionale Raum als in sich zurückgekrümmt zu denken. Einstein glaubt diese Aufstellung machen zu müssen, da anders das Licht und der Weltstoff sich ins Unendliche zerstreuten. Allein dieser gekrümmte Raum ist noch viel mehr ein bloßes Gedankending als der imaginäre Raum, den man sich vorstellt, unabhängig von jeder realen Ausdehnung und in den die Dinge wie in einem Behälter aufgenommen wären. Ein solcher nicht-euklidischer gekrümmter Raum ist nicht vorstellbar und auch nicht denkbar. Er ist widerspruchsvoll. So lange nicht-euklidische Räume gedacht werden als bewußte Fiktionen, die man macht und nach denen man rechnet, so mag das dem Philosophen wohl gleichgültig sein. Werden sie aber ins reale Sein eingeführt, dann müssen sie entschieden Widerspruch hervorrufen.¹

¹ *J. Boussinesq* (membre de l'Institut, professeur honoraire de la faculté des sciences de l'université de Paris, Cours de Physique mathématique de la faculté des sciences. — Compléments au tome III, 1922) sagt: « D'autres partisans de la géométrie non euclidienne ne s'en tiennent pas là » (diese Geometrie als bloße Fiktion anzusehen). « Désireux, naturellement, de donner plus d'importance à leurs spéculations, ils voudraient pouvoir les introduire dans la pratique, là où leur négation de l'idée de similitude, cessant d'être purement fictive, est condamnée de suite et sans appel par le sens géométrique, tel qu'il existe chez eux autant que chez les autres hommes. Force leur est donc de s'attaquer à ce sens lui-même. Et c'est ainsi qu'ils se décident à mettre en suspicion l'intuition ou évidence géométrique, la qualifiant de « chose mal définie », la regardant comme une transformation ou un simple produit capitalisé de l'expérience sensible, comme « une expérience dans laquelle la mémoire remplace l'activité physique », ce qui en ferait, tout au plus, une sorte de souvenir généralisé des perceptions tactiles et visuelles. Ils en viennent à dire qu'il faut assimiler ce qu'elle nous montre à des données empiriques, aux résultats, toujours plus ou moins grossiers, de nos observations, et l'écartier entièrement des raisonnements vraiment mathématiques, qui seuls, d'après eux, seraient rigoureux ou exacts » (p. 112). Mit diesen Worten wird die positivistische Richtung mancher Mathematiker geschildert. Ist man ja soweit gekommen, daß man meint, die allgemein gültigen, absolut notwendigen Theoreme der Geometrie bezögen sich auf die zufälligen Zeichnungen, die wir mehr oder weniger genau

3. Schluß.

Die Einstein'sche Relativitätstheorie ist eine abstrakt mathematische Betrachtung, die für die ganze physische Wirklichkeit ausgegeben wird. Dies geschieht aber wohl weniger von Einstein selbst als von seinen Anhängern. Rein mathematisch betrachtet, ist die Bewegung nur Distanzveränderung und ist rein relativ, und es folgen auch die weiteren Schlüsse, die daraus für Zeit- und Längenmaß gezogen werden. Zu welchen märchenhaften Behauptungen aber die rücksichtslos auf die Wirklichkeit angewandte Relativitätstheorie führt, möge folgendes Zitat aus Thirring¹ zeigen: «Denken wir uns, im Jahre 5000 wäre die Entwicklung der menschlichen Technik soweit gediehen, daß nicht nur ein Reiseverkehr mit anderen Planeten unseres Sonnensystems eingerichtet wäre, sondern daß wir sogar imstande wären, auch die Planeten ferner Fixsterne zu besuchen, und daß wir dort Kolonien errichtet hätten. Außerdem sei eine interstellare Bahnzeit eingeführt, sodaß die Bewohner der Planeten ferner Fixsterne ihre Uhren mit Hilfe von drahtlosen Signalen nach den Erduhren richten. Da, wie wir schon wissen, der Zeitbegriff ein relativer ist, sei jene Zeit als interstellare eingeführt, die für einen relativ zu unserem Sonnensystem ruhenden Beobachter die richtige ist (wir wollen annehmen, daß unsere Erde im Sternenbunde den Vorsitz führe). Die Weltschiffe, die den Verkehr zwischen den Sternen ermöglichen, seien so eingerichtet, daß sie nach ihrer Abfahrt von der Erde

zur Stütze unserer Abstraktion ausführen. Dann heißt es weiter: «Cette défiance (que l'intuition géométrique inspire à quelques partisans des doctrines non euclidiennes) n'est pas justifiée; car l'évidence ou intuition géométrique ne saurait être, comme ils le supposent, un produit de l'observation externe» (p. 113). Und in den Compléments au tome III. Deuxième éd. de l'Epilogue (1923), p. 217: «J'insisté ... sur la nécessité (que notre temps oublie beaucoup), dans les sciences de la nature, de l'élément mathématique ou rationnel, surtout géométrique et intuitif, élément permettant à l'homme de s'élever jusqu'aux idées générales, donc aussi jusqu'au sens des mots de la langue, et auquel semble liée, par suite, sa supériorité intellectuelle sur la bête». P. 218 wird direkt wieder die nicht-euklidische Geometrie berührt: «La croyance à la possibilité abstraite de pareilles figures (non euclidiennes) ne pouvait guère naître qu'après un affaiblissement ou, pour ainsi dire, un émoussement suffisant de la vue naturelle des choses, par l'abus de cette sorte de raisonnement verbal et machinal qu'est le calcul algébrique, où la longueur et l'aridité de la voie suivie font bientôt évanouir le sentiment du but que l'on se proposait et engendrent une fatigue cérébrale livrant facilement l'esprit à une sorte d'offuscation».

¹ A. a. O. 77 ff.

immer mehr und mehr beschleunigt werden, bis sie nahezu Lichtgeschwindigkeit erreichen, und erst in der Nähe der fernen Planeten wieder abgebremst werden, um dort langsam landen zu können. Im Jahre 5500 steige dann irgend ein Reisender in ein derartiges Welt-schiff ein, um eine Planetenkolonie zu besuchen, die sich bei einem hundert Lichtjahre entfernten Fixsterne befinde. Das Schiff fährt mit großer Kraft an und steigert seine Geschwindigkeit, bis die volle Fahrtgeschwindigkeit, die nahezu gleich C (= Lichtgeschwindigkeit) sei, erreicht ist. Nehmen wir an, dieser Beschleunigungsvorgang habe nach den Angaben der Taschenuhr des Reisenden und nach den Angaben der Schiffschronometer sechs Monate gedauert. Vom Momente an, wo diese Geschwindigkeit erreicht ist, verstreichen nun nach den Angaben der Schiffsuhrn bloß ein paar Sekunden¹, bis das Welt-schiff schon so nahe an das Planetensystem des fernen Fixsterns herangekommen ist, daß seine Fahrgeschwindigkeit schon wieder verlangsamt werden muß, welcher Bremsvorgang nun wiederum sechs Monate andauere. Jener Teil der Fahrt, der mit voller Geschwindigkeit ausgeführt wurde, und währenddessen auch der weitaus größte Teil des ganzen Weges zurückgelegt wurde, erscheint also dem Reisenden nur wie ein Augenblick ; für ihn kommt daher als Reisedauer nur die Zeit des Anfahrens und Abbremsens in Betracht, das ist insgesamt ein Jahr. Wenn er aber in der Planetenkolonie aussteigt, schreibt man dort schon das Jahr 5600, und wenn er nach mehr mehrwöchigem Aufenthalt wieder zurückfährt, so langt er erst im Jahre 5700 auf der Erde an. Generationen von Menschen sind unterdessen dahingegangen, seine Ururenkel sind schon gestorben, er selbst ist aber kaum mehr als zwei Jahre älter geworden. »

Die physischen Tatsachen, die für die Relativitätstheorie angeführt werden, beweisen nicht die physische Wirklichkeit der Theorie. Die Erklärung dieser Tatsachen durch die Relativitätstheorie ist nicht die einzig mögliche, was notwendig wäre, wenn die Theorie aus diesen Tatsachen bewiesen werden sollte, oder es handelt sich dabei nur um eine abstrakt mathematische Berechnung. Der Michelson'sche Versuch, der hauptsächlich die ganze Theorie veranlaßt hat, die Störung der Perihelbewegung des Merkur, die Ablenkung des Lichtes durch die Sonne, die Rotverschiebung der Spektrallinien werden von anderen

¹ Das rührt daher, daß bewegte Uhren langsamer gehen als ruhende. (Anmerk. des angeführten Verfassers).

Physikern anders erklärt.¹ Die Behandlung dieser Tatsachen gehört nicht in den Rahmen dieses Aufsatzes. Es scheint übrigens, daß bei vielen die Begeisterung, die sie für die Relativitätstheorie bekunden, keineswegs aus naturwissenschaftlichen Gründen sich herleitet, sondern vielmehr aus philosophischen und erkenntnistheoretischen. Die Relativitätstheorie kommt ihrer idealistischen und positivistischen Denkrichtung entgegen. Daß übrigens Einstein selbst von dem von Boussinesq bei gewissen Mathematikern gerügten Positivismus nicht ganz frei zu sein scheint, zeigen seine Aussprüche über die Wahrheit der geometrischen Sätze²: «Mit dem Worte ‚Wahr‘ bezeichnen wir nach Einstein in letzter Linie stets die Übereinstimmung mit einem realen Gegenstand; die Frage nach der Wahrheit geometrischer Sätze hat keinen Sinn; ein Urteil, das nur den logischen Zusammenhang der Begriffe untereinander ausdrückt, ist weder als wahr noch als unwahr zu bezeichnen. Der Satz, daß durch zwei Punkte nur eine Gerade hindurchgehe, ist nur der Ausdruck der Gewohnheit, in einer Strecke zwei markierte Stellen auf einem praktisch starren Körper zu sehen; die Geometrie ist als Zweig der Physik zu betrachten.³»

¹ Vgl. *P. Lenard*, Über Relativitätsprinzip, Äther, Gravitation. 1921. — *Th. Wulf*, Einsteins Relativitätstheorie. 1921, — *J. M. Schneider*, Die Einstein'sche Relativitätstheorie und ihre philosophische Beleuchtung nach thomistischen Prinzipien («*Divus Thomas*» IX. 1922). — *R. Handmann*, Einsteins Relativitätstheorie (*Theol. prakt. Quartalschrift* 175. 1922. III p. 431 f., IV p. 558 ff). — *Natur und Kultur*, (1923) p. 261 ff.

² A. a. O. p. 1 ff.

³ Vgl. hierzu *Kremer*, Einstein und die Weltanschauungskrisis (1921), p. 55.

