

Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 5 (1950)
Heft: 11

Artikel: Bewegung und Lichtgeschwindigkeit : eine neue Hypothese und ein Vorschlag für ihre experimentelle Prüfung
Autor: Sapper, Karl
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-654280>

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: 01.02.2025

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

Bewegung

und Lichtgeschwindigkeit

Eine neue Hypothese und ein Vorschlag für ihre experimentelle Prüfung

Von Prof. Dr. Karl Sapper

Im vergangenen Jahrhundert ist es der Physik gelungen, die Lichtgeschwindigkeit (LG.) mit großer Genauigkeit festzustellen. Aber kaum war dieses Problem gelöst, als auch schon ein neues Rätsel auftauchte: das Ergebnis des Michelson-Versuches (MV.) schien darauf hinzuweisen, daß die Eigenbewegung eines Beobachters, der imstande ist, die LG. zu messen, in das Ergebnis dieser Messung nicht eingeht¹⁾.

Machen wir uns den Sinn des hier vorliegenden Problems an einem trivialen Erlebnis des Alltags klar. Wir sitzen in einem Zuge — wir wollen ihn mit A bezeichnen; auf einem Parallelgleis rechts fährt ein zweiter Zug (B) unserem Zuge entgegen; auf einem Parallelgleis links fährt in entgegengesetzter Richtung ein dritter Zug (C) hinter uns her. B und C sollen gleiche Fahrtgeschwindigkeit haben. Solange nun unser Zug A auf seinem Gleise ruhig steht, werden wir sagen: B und C haben relativ zu unserem Zuge dieselbe Geschwindigkeit. Wenn sich aber unser Zug in Bewegung setzt und etwa dem Zuge B entgegen-, dem Zuge C davonfährt, so braust der Zug B mit gewaltig vergrößerter Geschwindigkeit unserem Zuge entgegen, während uns die Geschwindigkeit von C entsprechend verlangsamt erscheint. Wir sehen an diesem Beispiel, was es heißt: Die Eigenbewegung eines Beobachters geht in das Ergebnis seiner Messung der Geschwindigkeit anderer bewegter Körper ein. Dieser ganz allgemein gültige Satz erleidet nun scheinbar eine rätselhafte Ausnahme bei der Messung der LG.

Wir setzen nun in Gedanken an Stelle des Zuges A die (um die Sonne) bewegte Erde, an Stelle der Züge B und C zwei Lichtsignale, von denen das eine einem irdischen Beobachter ent-

gegen, das zweite hinter ihm herläuft. Dann wäre offenbar zu erwarten, daß der die Geschwindigkeiten der beiden Signale messende Beobachter, ebenso wie in dem Beispiele der Züge, die LG. des ersten Signales größer als die des zweiten Signales findet, weil die Eigenbewegung des Beobachters, d. h. die Bewegung der Erde, an welcher ja natürlich jeder irdische Beobachter teilnimmt, in seine Messungsergebnisse eingeht.

In dieser Erwartung wurde der MV. angestellt. Wir wollen die Grundzüge des Versuches dem Leser in Erinnerung bringen: Von einer Lichtquelle L (Abb. 1) geht ein Lichtbündel aus, das an einer Glasplatte P in zwei Strahlen zerlegt wird. Der eine der beiden Strahlen gelangt nach B , der zweite nach C ; beide werden durch einen Spiegel in B bzw. in C nach A zurückgespiegelt. Nach ihrer Wiedervereinigung in A gehen sie nach J , wo ihr Interferenzbild geprüft werden kann. Nun sind die Strecken AB und AC zunächst gleich groß. Infolge der Erd-

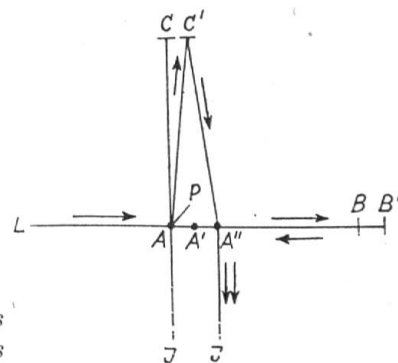


Abb. 1. Schema des Michelson-Versuches

bewegung, an welcher natürlich die ganze Apparatur teilnimmt, ändern sich aber die Lichtwege und ihre Längen: in der Zeit, in welcher sich das Lichtsignal nach B bewegt, ist dieser Punkt mitsamt dem dort befindlichen Spiegel nach B' gelangt, und ebenso der Punkt C nach C' . Die reflektierten Strahlen vereinigen

¹⁾ Es muß hier darauf hingewiesen werden, daß man bisher dieses von dem Verfasser unter einem neuen Gesichtspunkt behandelte Problem im Sinne der Deutung Einsteins beantwortet. Obgleich keineswegs ein prinzipieller Gegner der Relativitätstheorie, glaube ich doch, daß eine einfachere Lösung des Problems möglich ist.

sich daher nicht in A , sondern in A'' , und es läßt sich nun durch eine einfache Rechnung beweisen, daß das in longitudinaler Richtung verlaufende Signal, das den Weg $AB'' + BA''$ zu durchlaufen hat, einen anderen, längeren Weg zurücklegen muß als das in transversaler Richtung verlaufende Signal, das den Weg $AC' + C'A''$ zurückzulegen hat. Die ursprünglich gleich langen Lichtsignalwege sind also infolge der Erdbewegung ungleich lang geworden und man konnte erwarten, daß dieser Unterschied in den Weglängen sich in den Interferenzbildern auswirken müßte.

Nach Angabe der überwiegenden Mehrheit der Physiker, die den Versuch ausgeführt haben, ließ sich nun der erwartete Unterschied nicht feststellen; die Signale brauchten auf den verschiedenen langen Wegen gleich lange Zeit, so wie wenn es überhaupt keine Bewegung der Erde gäbe. Man schloß daraus: die Bewegung der Erde und allgemein die Eigenbewegung eines die LG. messenden Beobachters geht in das Ergebnis seiner Messung nicht ein.

Nun gibt es aber eine Erfahrungstatsache, die mit dem letztgenannten Schlusse in schroffem Widerspruch steht: es ist dies die Tatsache der Aberration des Lichtes der Fixsterne. Es handelt sich dabei um folgendes: Die Achse eines Fernrohres sei auf einen Fixstern s gerichtet; die

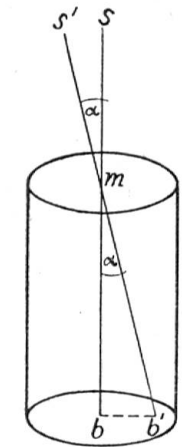


Abb. 2. Die Aberration des von einem Fixstern kommenden Lichtes

Die Achse eines Fernrohres sei auf einen Fixstern s gerichtet; die von dem Sterne kommenden Lichtstrahlen vereinigen sich für den Beobachter in einem Punkt b (Abb. 2). Das Licht durchläuft im Fernrohr die Strecke mb ; in der hierzu vom Lichte gebrauchten Zeit legt die Erde mitsamt dem Fernrohr den Weg bb' zurück. Infolgedessen verschiebt sich das Bild des Sternes für den Beobachter nach dem Punkte b' . Das von dem Sterne ausgehende Licht scheint ihm von dem Orte s' zu kommen; der Stern erscheint ihm daher gegenüber der Lage s am Himmel etwas verschoben. Die Größe der Verschiebung wird durch den Winkel sms' , den sogenannten Aberrationswinkel, gemessen. Will der Beobachter das Licht, das vom Sterne kommt, wieder in die Achsenlinie seines Rohres bringen, so muß er das Rohr um den Winkel $sms' = \alpha$ drehen. Die Bewegung der Erde geht hier also unzweifelhaft in das Bild der Lichtbewegung ein, insofern sich für den Beobachter die Richtung der von einem Sterne ausgehenden Strahlen ändert.

Es ist nun für unsere Betrachtung von größter Wichtigkeit, daß die Geschwindigkeit des Lichtes aus der Größe des Aberrationswinkels und aus der Erdbewegung, also aus den Größen α und bb' (Abb. 2) berechnet werden kann. Der Weg mb des Sternenlichtes und der Weg der Erde bb' werden ja in derselben Zeit durchlaufen. Das Verhältnis der Größen dieser beiden Wege ist somit dasselbe wie das Verhältnis der LG. (c) zur Erdgeschwindigkeit (e). Es gilt also die Beziehung: $bb'/bm = e/c$. bb'/bm ist aber $= \tan \alpha$. Der Winkel α ist meßbar und wird mit $20\frac{1}{2}$ Sekunden angegeben; man erhält daher: $bb'/bm = e/c = 1/10.000$. Die LG. (e) ist also 10.000mal so groß als e ; die letztgenannte ist 30 km in der Sekunde, woraus wir für die LG. also den bekannten Wert 300.000 km in der Sekunde erhalten.

Diese Messung ist nun aber nur möglich, wenn die Erdbewegung (in unserer Figur die Strecke bb') in die Berechnung der LG. mit einbezogen wird. Wollte man sich auf den Standpunkt stellen: eine Bewegung der Erde darf bei der Messung der LG. nicht berücksichtigt werden, weil die Erdbewegung das Ergebnis der Messung der LG. nicht beeinflussen kann, so müßte der Weg bb' der Erde (und des Fernrohres) verschwinden und mit ihm auch der Aberrationswinkel α . Dann würde aber die LG. unendlich groß werden, wie eine ganz leichte Rechnung zeigt¹⁾.

Es kann also in dem von uns jetzt betrachteten Falle der Aberration kein Zweifel darüber bestehen, daß uns nicht nur die Richtung der Licht-

¹⁾ Aus Abb. 2 ergibt sich: $bb'/bm = e/c = \tan \alpha$, also $c = e/\tan \alpha$. Wird hier $bb' = 0$, so wird auch der Winkel $\alpha = 0$, also auch $\tan \alpha = 0$, also $c = e/0 = \infty$.

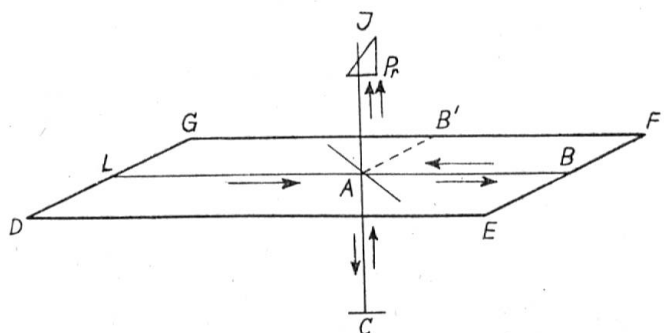


Abb. 3. Schematische Darstellung des abgeänderten Michelson-Versuches (entworfen von Prof. Dr. Sapper, verbessert von Ing. Walcher)

Der Apparat ruht auf einem ringförmigen, mit Quecksilber gefüllten Trog. Durch eine in der Mitte des Troges befindliche Öffnung kommt der vertikalgerichtete Strahl zuerst nach C, dann über A nach J. Das Prisma lenkt die Strahlen in horizontale Richtung (zum Zweck leichterer Beobachtung). Die Drehung erfolgt in der Horizontalebene DEFG um die Achse JAC

strahlen infolge der Erdbewegung verschoben erscheint, sondern daß auch das Ergebnis der Messung der Geschwindigkeit des Lichtes von der Größe der Erdbewegung abhängig ist; die Erdbewegung geht hier also in das Ergebnis der Messung für die LG. ein.

Wie läßt sich nun diese Tatsache mit dem scheinbar entgegengesetzten Ergebnisse des MV. in Einklang bringen?

Das wirkliche Ergebnis des MV. ist: Die Lichtsignale, die auf Wegen verlaufen, welche infolge der Erdbewegung als ungleich lang angenommen werden müssen, brauchen zu diesen Wegen gleich lange Zeit. Dieses Ergebnis kann man so deuten, daß man sagt: Die Wirkung der Erdbewegung geht in das Messungsergebnis der LG. nicht ein. Da nun aber diese Deutung im Widerspruch steht zu der Messung der LG. auf Grund der Aberration, insofern hier, wie wir gesehen haben, die Erdbewegung in das Messungsergebnis für die LG. eingeht, so muß es wohl erlaubt sein, zu fragen, ob nicht eine andere Deutung des MV. möglich ist, bei welcher der Widerspruch wegfällt?

Als eine solche Deutung käme folgendes in Betracht. Die Wege der Lichtsignale werden zwar infolge der Erdbewegung tatsächlich verschieden lang, aber sie werden mit verschieden großer Geschwindigkeit durchlaufen, der größere longitudinale Weg mit entsprechend größerer Geschwindigkeit, so daß die Laufzeiten der Signale trotz der verschieden langen Wege gleich groß werden. Im Grunde eine naheliegende und verblüffend einfache Deutung! Allerdings muß ein Bedenken gegen sie erhoben werden: mit welchem Rechte kann man annehmen, daß die Geschwindigkeit der Signale auf dem longitudinalen und dem transversalen Weg verschieden groß ist?

Betrachten wir unsere Abb. 1. Man sieht, daß das eine der Lichtsignale in der Richtung der Erdbewegung, „longitudinal“, verläuft, während das andere senkrecht zu dieser Richtung, „transversal“, orientiert ist. Nun ist es doch nicht undenkbar, daß das Medium, in welchem die Lichtsignale verlaufen — der „Äther“ oder der „leere Raum¹⁾“ —, durch die Erdbewegung irgendwie beeinflußt werden, so daß die Lichtbewegung in diesem Medium schneller oder langsamer verläuft, je nach ihrer Orientierung zur Erdbewegung.

Natürlich handelt es sich bei diesem Deutungsversuch zu nächst einmal um eine Hypo-

¹⁾ Nach der Anschauung der jüngsten Physik ist der „leere Raum“ keineswegs gleichbedeutend mit dem „Nichts“, das natürlich nicht irgendwie beeinflußt werden kann. Vielmehr kann der „leere Raum“ verschiedene „Zuständlichkeiten“ annehmen.

these, die experimentell geprüft werden müßte; sie läßt sich in den Satz fassen: Die Geschwindigkeit c' der Lichtbewegung ist in der Richtung zur Erdbewegung (longitudinal) eine andere, und zwar größere als die Geschwindigkeit c'' in der dazu senkrechten Richtung (transversal). Ein Versuch, der geeignet wäre, diese Hypothese experimentell zu prüfen, ist von mir in einer Fachzeitschrift beschrieben worden (Das Elektron, H. 3, 1950, S. 90).

Das von L ausgehende Lichtbündel wird ebenso wie im Michelson-Versuch in zwei Teile zerlegt; wir wollen den in der Richtung der Erdbewegung verlaufenden (longitudinalen) Strahl mit I , den senkrecht zu dieser Richtung verlaufenden (transversalen) Strahl mit II bezeichnen. Im Unterschied vom MV. bleiben nun die beiden Strahlen nicht in einer Ebene; vielmehr geht der Strahl I in A senkrecht zur Horizontalebene $DEFG$ nach unten, wird dann im Punkte C nach A zurück- und dann nach J hinaufgespiegelt. Der Strahl II geht von A nach B , wird dann in B nach A zurück und schließlich nach J hinaufgespiegelt. In J wird das Interferenzbild der beiden Strahlen untersucht (Abb. 3).

Dann wird die ganze Apparatur in der Ebene $DEFG$ um CAJ als Achse um 90 Grad gedreht. Dadurch kommt der Weg AB in die transversale Lage AB' .

Vor der Drehung interferieren die Strahlen $AB—BA—AJ$ und $AC—CA—AJ$; nach der Drehung interferieren die Strahlen $AB'—B'A—AJ$ und $AC—CA—AJ$. Die Wege des Strahles II sind also vor und nach der Drehung identisch dieselben; im Strahle I dagegen haben wir vor der Drehung die longitudinalen Strecken AB und BA , nach der Drehung statt der longitudinalen die transversalen Strecken AB' und $B'A$; die übrigen Teile der Strahlenwege sind vor und nach der Drehung unverändert. Wenn die Hypothese richtig ist, daß die Lichtgeschwindigkeit auf dem longitudinalen Wege eine andere ist als auf dem transversalen Wege, so müssen die Laufzeiten der Strahlen I und II vor und nach der Drehung verschieden sein, denn die Laufzeit von II ändert sich nicht, während sich die Laufzeit von I ändern müßte, da in dem Wege von I an Stelle der longitudinalen Strecken AB und BA vor der Drehung die transversalen Strecken AB' und $B'A$ nach der Drehung erscheinen. Diese Änderung der Laufzeit müßte zu einer Änderung des Interferenzbildes der beiden Strahlen vor und nach der Drehung führen, wenn eben c' verschieden von c'' ist.