

Das Lichtgeschwindigkeits-Paradoxon

Dr.-Ing. Hartmut Schwab, Reutlingen

Zusammenfassung

Das bisher nur mit der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) erklärte und im Sinne klassischer Physik nicht verstandene Lichtgeschwindigkeitsparadoxon wird mit den Gesetzen der klassischen Physik zwanglos erklärt und die Erklärung auch auf alle anderen Schwingungsarten ohne oder mit Medium ausgedehnt. Komplexe Ansätze wie Einsteins Raum-Zeit-Kontinuum und SRT entbehren damit der Grundlage und sind überflüssig.

1 Einführung

Schon Ende des 19. Jahrhunderts war bekannt, daß die Vakuum-Lichtgeschwindigkeit in einem unbeschleunigten Koordinatensystem (KS) richtungsunabhängig und ihr Betrag konstant ist, unabhängig von der Relativgeschwindigkeit zwischen Quelle und Empfänger. Dies steht im Widerspruch zu der Erfahrung, wonach sich die Geschwindigkeiten der Quelle und dem, was sie abgibt (z.B. ein Ballwurf in einem fahrenden Zug, beobachtet vom Bahnsteig aus) für einen entfernten Beobachter addieren.

Dieser im Sinne klassischer Physik nicht verstandene Sachverhalt hat Albert Einstein zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts zur Idee einer relativen Zeit in einem Raum-Zeit-Kontinuum geführt, auf der seine Spezielle Relativitätstheorie (SRT) fußt.

Nachfolgend wird gezeigt, daß dieses Phänomen durchaus mit den Gesetzen der klassischen Physik zwanglos verstanden werden kann und damit das Raum-Zeit-Kontinuum und die SRT Ansätze sind, die der Grundlage entbehren und damit überflüssig sind.

2 Ein Gedankenexperiment

In einem unbeschleunigten KS befinde sich eine monochromatische Lichtquelle und ein Beobachter, beide in Ruhe. Es soll nun die Ausbreitungs- und die Ereignisgeschwindigkeit dieses Lichts gemessen werden.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts im Vakuum (präzisere Bezeichnung für Vakuum-Lichtgeschwindigkeit) ist per Definition und als Meßvorschrift das Verhältnis der Wellenlänge zur Periodendauer [1], $c = \frac{\lambda}{T}$, und die Ereignisgeschwindigkeit, gekennzeichnet durch ein Ereignis wie z.B. die Freigabe des Lichts durch eine Blende bei einem positiven Nulldurchgang, $v_E = c \pm v_{Rel}$, mit v_{Rel} als Betrag der Relativgeschwindigkeit zwischen Lichtquelle und Beobachter. Dies ist leicht einsichtig: Wenn sich der Beobachter mit v_{Rel} von der Lichtquelle entfernt (-)/sich ihr nähert(+), trifft das Ereignis bei ihm später/früher ein als wenn er relativ zu der Lichtquelle ruhen würde.

Nun werden die Wellenlänge und die Periodendauer am Austritt des Lichts aus der Lichtquelle und am Ort des Beobachters gemessen, und es stellt sich, nicht überraschend, heraus, daß beide an beiden Orten identisch sind, also die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts an beiden Orten den Betrag c hat und daß die Ereignisgeschwindigkeit wegen $v_{Rel} = 0$ der Ausbreitungsgeschwindigkeit c des Lichts entspricht.

Jetzt bewegen wir den Beobachter mit irgendeiner konstanten Geschwindigkeit von der Lichtquelle fort. Wie sind die Verhältnisse nun aus der Sicht des Beobachters? Der Beobachter entfernt sich von

der Lichtquelle mit der Geschwindigkeit v_{Rel} . Ein später gesendetes Ereignis auf der Welle (z.B. der nächste positive Nulldurchgang) muß wegen des sich entfernenden Beobachters eine größere Entfernung bis zu ihm zurücklegen als ein früher gesendetes (z.B. der vorige positive Nulldurchgang) und kommt deshalb später beim Beobachter an im Vergleich zu dem Ergebnis bei $v_{Rel}=0$. Dies ist der bekannte Dopplereffekt. Die Wellenlänge wird also gedehnt, aber die Periodendauer im gleichen Verhältnis, und der Beobachter mißt also wiederum als Betrag der Ausbreitungsgeschwindigkeit des emittierten Lichts den Wert c . Lediglich die Frequenz des empfangenen Lichts, $\nu = \frac{c}{\lambda}$, ist kleiner als die des gesendeten wegen der gedehnten Wellenlänge. Die Ereignisgeschwindigkeit hingegen ist wegen der vorhandenen Relativgeschwindigkeit zwischen Lichtquelle und Beobachter jetzt kleiner als die Ausbreitungsgeschwindigkeit. Bei Annäherung von Lichtquelle und Beobachter sind die Verhältnisse umgekehrt.

Damit ist bewiesen, daß Licht in jedem unbeschleunigten KS, komme es von einer gegen den Beobachter bewegten oder unbewegten Lichtquelle, stets eine Ausbreitungsgeschwindigkeit mit dem Betrag c hat, die Ereignisgeschwindigkeit und die Frequenz hingegen von der Relativgeschwindigkeit zwischen Lichtquelle und Beobachter abhängig sind. Für diesen Beweis wurden lediglich Gesetze der euklidischen Geometrie und der Schwingungslehre verwendet. Das Phänomen kann also mit der klassischen Physik vollständig erklärt werden.

3 Dualismus des Lichts Welle ./ Teilchen

Oben wurde das Licht als elektromagnetische Welle oder Schwingung aufgefaßt. Eine gleichberechtigte Sicht ist die des Lichts als Teilchenstrom. Läßt sich diese Sicht ebenfalls mit den oben gewonnenen Erkenntnissen für die Schwingung erklären?

Bekanntlich läßt sich ein Teilchen als Überlagerung einer Periode einer Grundschwingung und von (unendlich vielen) Oberwellen, also einem elektromagnetischen Schwingungspaket mit Anfang und Ende erklären (Fourier-Transformation). Anfang und Ende sind Ereignisse im Sinne des vorigen Abschnitts, und damit gilt für diese Lichtteilchen, die die Lichtquelle nach dem Beobachter „wirft“, die Ereignisgeschwindigkeit. Diese jedoch repräsentiert gerade die Erfahrung der Überlagerung der Geschwindigkeiten von Sender und Sendung für den entfernten Beobachter.

4 Wellenausbreitung in einem Medium

Die oben gewonnenen Erkenntnisse für das Licht gelten genauso auch für andere, auch für mediengebundenen Schwingungen, also z.B. für eine Wasser- oder Schallwelle, gleichgültig, ob sich das Medium gegenüber der Quelle und/oder dem Beobachter bewegt oder nicht. Bezüglich der Geschwindigkeit kommt es nur darauf an, ob eine (informationslose) Wellenausbreitung oder eine mit einem Ereignis (einer Information) versehene Schwingung betrachtet wird. Der Einfluß des Mediums kann damit erklärt werden, daß ein unbewegtes Medium lediglich die Schwingung weiterleitet, aber keinen Einfluß auf die Wellenlänge oder Periodendauer der Schwingung nimmt, wenn sein Brechungsindex den Wert 1 hat, oder andernfalls zwar die Lichtgeschwindigkeit (Ausbreitungs- und Ereignisgeschwindigkeit) ändert, die dann nicht mehr der Geschwindigkeit im Vakuum, sondern der im Medium entspricht, die oben geschilderten Überlegungen aber genauso gelten. Ist das Medium gegenüber der Quelle und/oder dem Beobachter bewegt, ändert es zwar die Wellenlänge der Schwingung, aber im gleichen Verhältnis auch ihre Periodendauer, so daß auch dann die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schwingung unabhängig von der Relativgeschwindigkeit zwischen Quelle, Medium und Beobachter bleibt. Die Ereignisgeschwindigkeit dagegen wird beeinflusst: Das Ereignis erreicht den Beobachter früher/später, wenn sich das Medium auf ihn zu-/von ihm wegbewegt.

5 Literaturverzeichnis

- [1] N.N: *Wellenlänge*. URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Wellenlänge> (Abruf 19.1.2015)