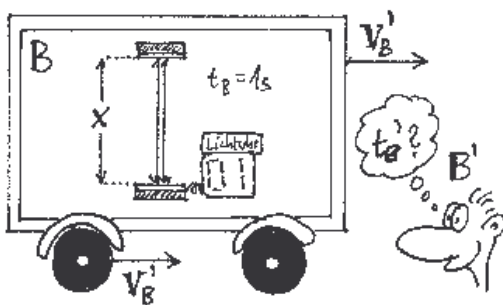


Einsteins spezielle Relativitätstheorie

Lektion 4a

Wie kann man überhaupt noch Zeit messen?

Derselbe Vorgang kann also zwei Beobachtern völlig verschieden erscheinen. Hier siehst Du die Situation der Lichtuhr in den beiden Bezugssystemen B und B':



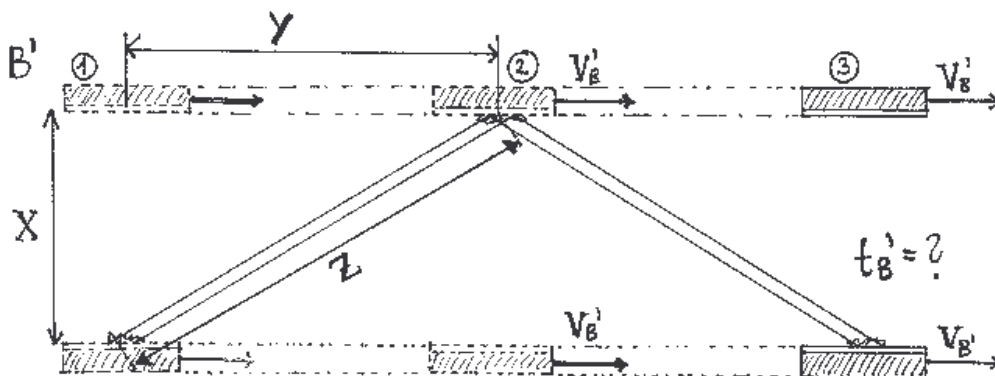
- **Beobachter B** (im Gefährt) sieht den Lichtweg auf und ab als geradlinig.
- Der Lichtweg auf und ab hat die Länge:

$$l_B = 2 \cdot x$$

- Er dauert im System B:

$$t_B = 1s$$

Im Bezugssystem B' bewertet ein Beobachter den gleichen Vorgang anders:



- **Beobachter B'** (außerhalb des Gefährts) sieht den Lichtweg auf und ab als Zick-Zack-Kurve.
- Aus einfachen geometrischen Gründen ist die Länge $l_{B'}$ des Lichtwegs aus Sicht von B' länger als aus Sicht von B:

$$l_{B'} > l_B$$

- Da Licht für den Beobachter B' genau so schnell ist wie für den Beobachter B, muss B' den betrachteten Vorgang zeitlich anders bewerten...

...dieser Vorgang muss für B' zeitlich länger dauern als für Beobachter B!!!

$$t_{B'} > t_B$$

Albert Einstein nannte dieses Phänomen **Zeitdilatation** (Zeitdehnung):

Der gleiche Vorgang muss aus Sicht verschiedener Beobachter nicht gleich lang dauern!

Bewegte Uhren gehen langsamer als ruhende Uhren...

Um die Zeitdilatation richtig zu verstehen, sollten wir überlegen, wie man angesichts solcher Probleme überhaupt noch die zeitliche Dauer von Vorgängen messen kann...

Wie man überhaupt noch Zeit messen kann: Uhren synchronisieren

Stell Dir vor, Du als Beobachter befindest Dich in Deinem Bezugssystem B.

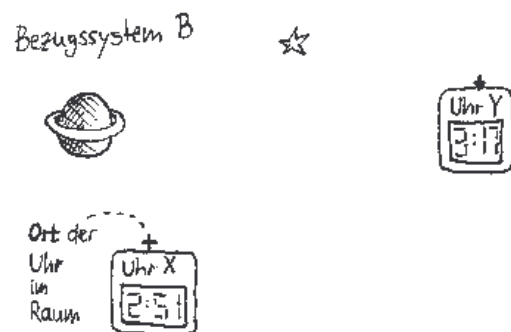
Du besitzt zwei Uhren X und Y an verschiedenen Orten im Raum, die zunächst völlig verschiedene Zeiten anzeigen. Damit lässt sich noch nichts anfangen.

Aufgabe 4.1: So lassen sich Uhren nicht synchronisieren...

Nach den bisherigen Überlegungen hatte Einstein tatsächlich das Problem, Uhren überhaupt zu synchronisieren – das heißt, sie auf die gleiche Zeit einzustellen.

Angenommen, wir wollen an den beiden Orten (siehe Abbildung rechts) zwei Uhren haben, die die gleiche Zeit anzeigen.

Wieso lassen sich die Uhren mit folgender Vorgehensweise keinesfalls synchronisieren, so dass sie die gleiche Zeit zeigen?



- Zunächst hast Du die Uhr Y am gleichen Ort wie die Uhr X, so dass Du sie beide gleichzeitig mit Deinen Fingern bedienen kannst.
- Du stellst beide gleichzeitig auf 0:00 Uhr. Sie laufen nun synchron: 0:01, 0:02, ...
- Solchermaßen synchronisiert bringst Du die Uhr Y an den beabsichtigten Ort, der oben eingezeichnet ist. Die beiden Uhren zeigen von jetzt an die gleiche Zeit... - oder?

► *Diese Vorgehensweise ist ungeeignet, um Uhren zu synchronisieren. Die Uhren X und Y werden an den beiden Orten nicht die gleiche Zeit zeigen. Nach der SRT ist das unmöglich. Woran scheitert es?*