

# Einsteins spezielle Relativitätstheorie

## Lektion 3b

### Die Lichtuhr des Albert Einstein

Einsteins Folgerung klingt zunächst vollkommen absurd. Er behauptet ja, dass die Zeit für verschiedene Beobachter verschieden schnell verläuft – wenn sich diese Beobachter unterschiedlich schnell bewegen.

Aber diese Idee ist eine zwingende Folgerung aus der Hauptforderung der SRT.

Nach Einsteins SRT hat Licht in jedem Bezugssystem die gleiche Geschwindigkeit:

$$c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Als Folge davon können ruhende und bewegte Uhren keinesfalls gleich schnell laufen!

Einstein machte sich gleich daran auszurechnen, wie groß eigentlich der Unterschied bei der Zeitmessung in verschiedenen Bezugssystemen ist.

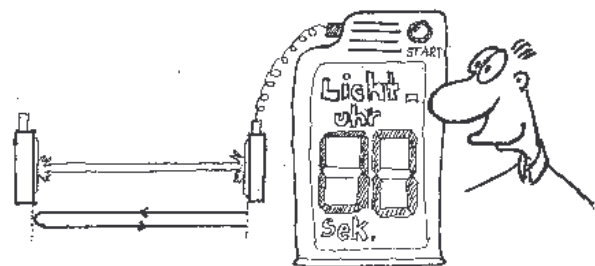
Um stinknormalen Menschen die Rechnung verständlich erklären zu können, ersann er die Idee der **Lichtuhr**.

Wir messen die Zeit mit einer Lichtuhr:

Eine Lichtuhr besteht aus einem

**Lichtstrahl**, zwei **Spiegeln** und einem

**Sekundenzähler**.



Die beiden Spiegel sind so weit voneinander entfernt, dass der Lichtstrahl für einen Weg hin und zurück genau **1 Sekunde** benötigt. Immer dann, wenn der Lichtstrahl wieder zurück beim ersten Spiegel angekommen ist, erhöht sich der Sekundenzähler. So kann man Zeit messen.

Eine Lichtuhr ist technisch schwer zu verwirklichen.

Aber wir gehen einfach davon aus, dass wir eine solche Apparatur erfolgreich gebaut haben.

### Aufgabe 3.1 – Wie weit sind die beiden Spiegel auseinander?

In der Zeichnung rechts sind die Lichtuhr aufrecht aufgebaut. Der Abstand zwischen den beiden Spiegeln ist mit  $x$  bezeichnet.

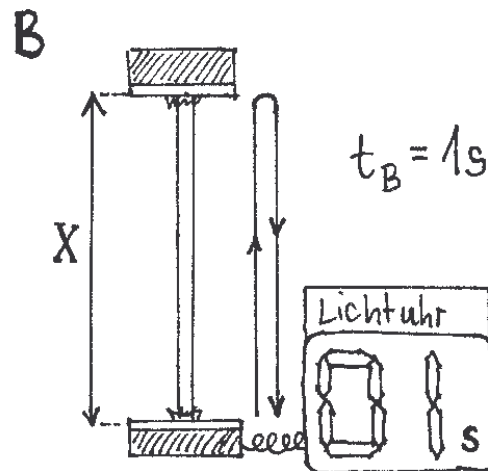
Die Geschwindigkeit des Lichts  $c$  ist bekannt. Der Sekundenzähler soll genau nach einem Weg hin und zurück erhöht werden.

► *Ermittle aus diesen Angaben den nötigen Spiegelabstand  $x$ .*

Die Lichtuhr steht in einem Bezugssystem B.

Die Dauer des Vorgangs „Lichtstrahl geht einmal hin und her“ beträgt im Bezugssystem B:

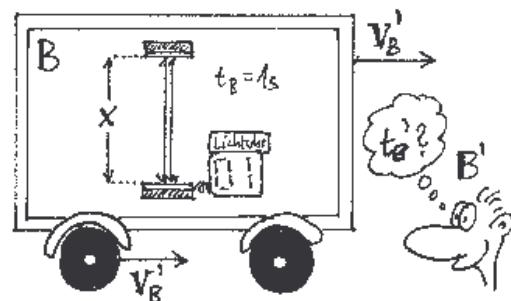
$$t_B = 1\text{ s}$$



### Aufgabe 3.2 – Die Lichtuhr steht natürlich in einem „Gefährt“. Was sonst?

Auch hier weiß die Lichtuhr nicht, dass sie in Wahrheit in einem riesigen Gefährt aufgebaut ist!

Außerhalb dieses Gefährts steht ein Beobachter  $B'$  und beobachtet die vorbeifahrende Lichtuhr (siehe rechts).



Das Gefährt samt Lichtuhr hat die Geschwindigkeit  $v'_B$  im Bezugssystem des Beobachters  $B'$ .

► *Für den Beobachter  $B'$  würde der Lichtstrahl nicht einfach nur auf und ab gehen.*

*Wie würde der Weg des Lichtstrahls für den Beobachter  $B'$  aussehen?*

*Bedenke bei der Lösung, dass das Gefährt mit der Geschwindigkeit  $v'_B$  am Beobachter  $B'$  vorbeifährt. Damit die Lösung leichter wird, solltest Du Dir das Gefährt sehr schnell vorstellen – oder alternativ das Licht sehr langsam.*

In der nächsten Lektion werden wir untersuchen, wie der Beobachter  $B'$  die Situation wahrnimmt. Beobachter  $B'$  wird darüber nachdenken, wie lang die Reise des Lichts vom 1. Spiegel über den 2. Spiegel wieder zurück zum 1. Spiegel gedauert hat.

Und tatsächlich wird Beobachter  $B'$  behaupten, dass der Vorgang länger als 1s gedauert hat!