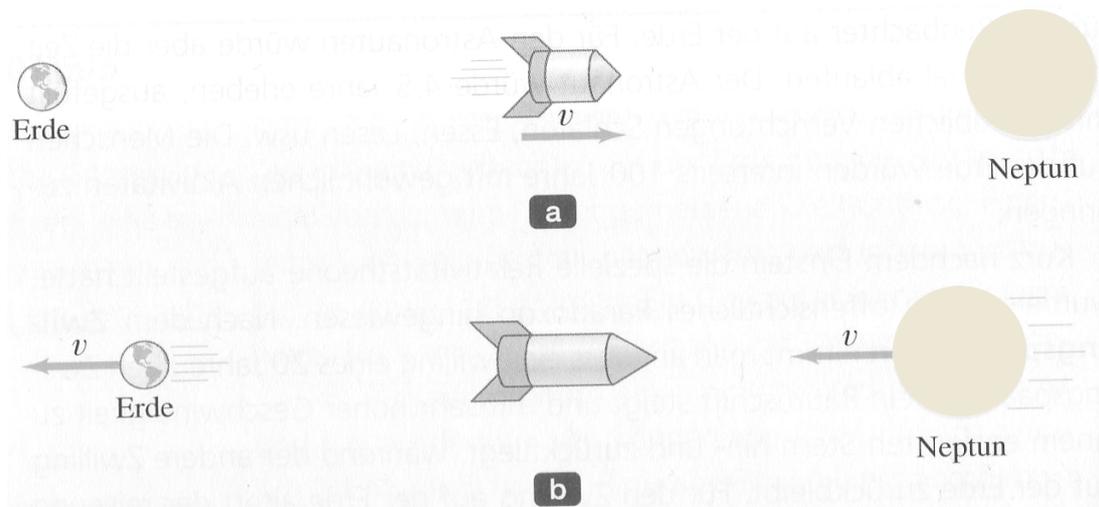


Exkurs Längenkontraktion

1 Gedankenexperiment

Anhand eines Gedankenexperiments werden wir illustrieren, dass auch Raumintervalle – Längen und Entfernungen – sich in verschiedenen Bezugssystemen entsprechend der speziellen Relativitätstheorie unterscheiden.



Angenommen, Beobachter auf der Erde betrachten ein Raumschiff, das sich mit der Geschwindigkeit v von der Erde zum Neptun bewegt: Abbildung (a). Der Beobachter auf der Erde misst für die Entfernung zwischen den Planeten den Wert L_0 . Die für die Reise notwendige Zeit ist, von der Erde aus gesehen, $\Delta t = L_0/v$ (Gl. 1).

In Abbildung (b) sehen wir die Perspektive eines Beobachters im Raumschiff. In dessen Bezugssystem befindet sich das Raumschiff in Ruhe; Erde und Neptun bewegen sich hingegen mit der Geschwindigkeit v . Die Zeit zwischen der Abreise von der Erde und der Ankunft am Neptun (vom Raumschiff aus gesehen) ist die *Eigenzeit*. Deshalb ist wegen der Zeitdilatation das Zeitintervall für die Beobachter im Raumschiff kleiner als für die Beobachter auf der Erde. Aus der bekannten Gleichung für die Zeitdilatation erhalten wir für die Reisedauer vom Raumschiff aus gesehen $\Delta t_0 = \Delta t \cdot \sqrt{1 - v^2/c^2}$ (Gl. 2).

Weil die Beobachter im Raumschiff die gleiche Geschwindigkeit, aber eine kleinere Zeitdifferenz zwischen den Ereignissen Start und Ankunft messen, müssen sie auch eine kleinere Entfernung zurück gelegt haben. Wenn L die Entfernung zwischen den Planeten vom Raumschiff aus gesehen ist, dann gilt $L = v\Delta t_0$. Mit Gl. 1 und Gl. 2 erhalten wir:

$$L = L_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

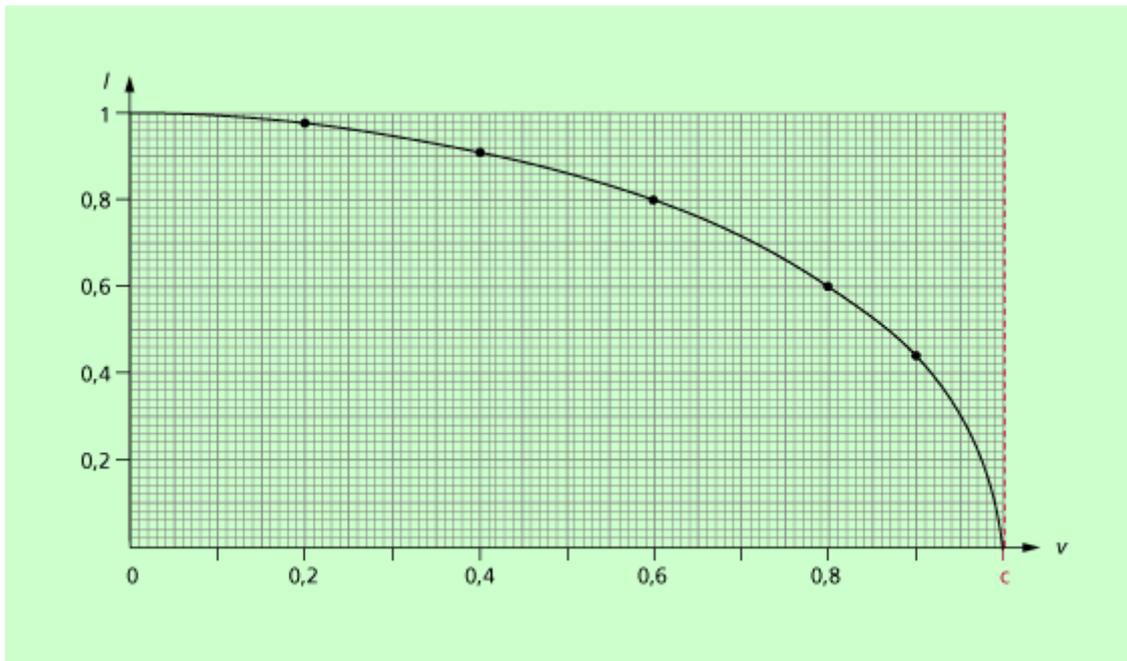
Diese Gleichung ist ein allgemeingültiges Resultat der speziellen Relativitätstheorie und sowohl auf Längen von Körpern als auch auf Entfernungen anwendbar.

LÄNGENKONTRAKTION: Wenn sich ein Körper relativ zum Beobachter bewegt, erhält man für dessen Länge ein kleineres Messergebnis, als wenn er sich relativ zum Beobachter in Ruhe befindet.

Die Länge L_0 wird als *Eigenlänge* bezeichnet. Es ist die Länge eines Körpers, die ein relativ zum Körper ruhender Beobachter messen würde. L ist die Länge, die ein Beobachter messen würde, wenn sich der Körper mit der Geschwindigkeit v an ihm vorbei bewegt. Diese Längenkontraktion tritt nur in Bewegungsrichtung auf!

2 Grafische Darstellung

Trägt man die relative Länge eines Körpers $l = L/L_0$ über der Geschwindigkeit v (in Bruchteilen von c) auf, erhält man folgendes Diagramm.



Bei kleiner Geschwindigkeit ist die Längenkontraktion vernachlässigbar klein. Die Länge des Körpers L ist gleich seiner Eigenlänge L_0 . Bei der Lichtgeschwindigkeit c wäre die Länge null.