Zeitdilatation

Eine Uhr gebe am Ort $x_1'\left(= x_2'\right)$ im gestrichenen (bewegten) System Zeichen im Intervall

$$\Delta t' = t_2' - t_1' \ .$$

Vom ruhenden System aus betrachtet, ist gemäß der Lorentz - Transformation:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1-\beta^2}} \ .$$

Das bedeutet, dass dem ruhenden Beobachter die Intervalle gedehnt erscheinen, d.h., eine mit der Geschwindigkeit v bewegte Uhr geht, vom ruhenden Standpunkt aus betrachtet, langsamer.
Dasselbe Resultat findet der andere Beobachter, was durch relativistische Vertauschung folgt:

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1-\beta^2}} \ .$$

Dieses Ergebnis für die Zeitdilatation Δt findet man folgendermaßen: Eine Standuhr gibt im System S' die Signale (Ereignisse) t_1' und t_2' an, d.h. das Zeitintervall $\Delta t' = t_1' - t_2'$.
Wie groß ist das Zeitintervall, das im System S registriert wird? Aus der Lorentz - Transformation folgt

$$t_1 = \frac{t_1' + \frac{v}{c^2} x_1'}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad \text{und} \quad t_2 = \frac{t_2' + \frac{v}{c^2} x_2'}{\sqrt{1-\beta^2}} \ .$$

Da die Signale vom selben Ort (z.B. Atome) ausgesendet werden, gilt $x_1' = x_2'$, und man erhält durch Subtraktion der beiden Ausdrücke

$$\Delta t = \frac{t_2' - t_1'}{\sqrt{1-\beta^2}} \ , \quad \text{also} \quad \Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1-\beta^2}} \ .$$

Das Ergebnis zeigt, dass Zeitintervalle, die von einer gleichmäßig bewegten Uhr in S' angegeben werden, im System S gedehnt erscheinen, und zwar in Abhängigkeit von der Relativgeschwindigkeit v. Diese Tatsache formuliert man häufig wie folgt: Eine bewegte Uhr geht langsamer als eine ruhende.
Experimentelle Prüfungen der Beziehung für die relativistische Zeitdilatation wurden beispielsweise an Kanalstrahlen, an Myonen der Höhenstrahlung, an - und K - Mesonen im Labor sowie mit Hilfe des Mössbauer - Effektes bei Zentrifugalexperimenten vorgenommen.