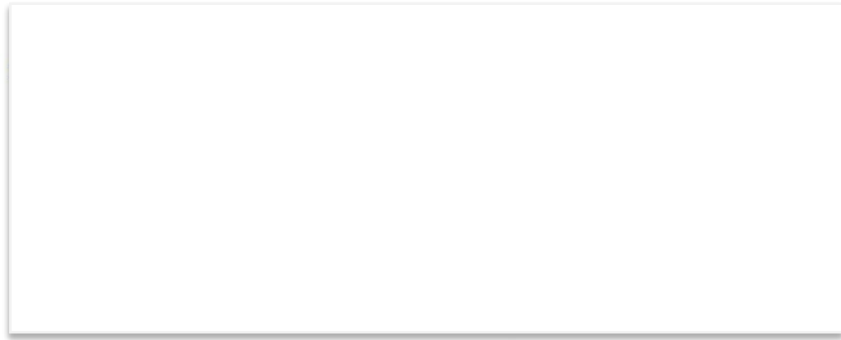


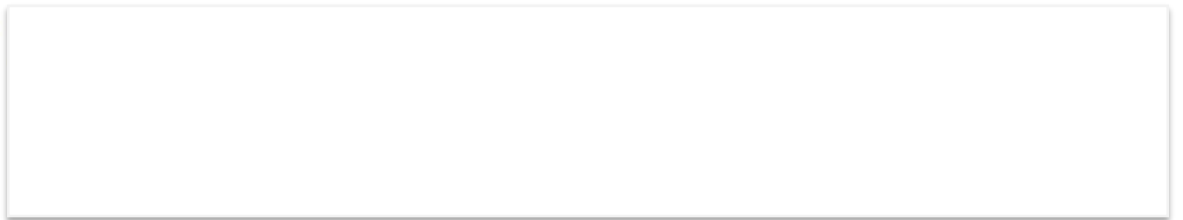
Def: Vierer-Madla

∂^n



es gilt

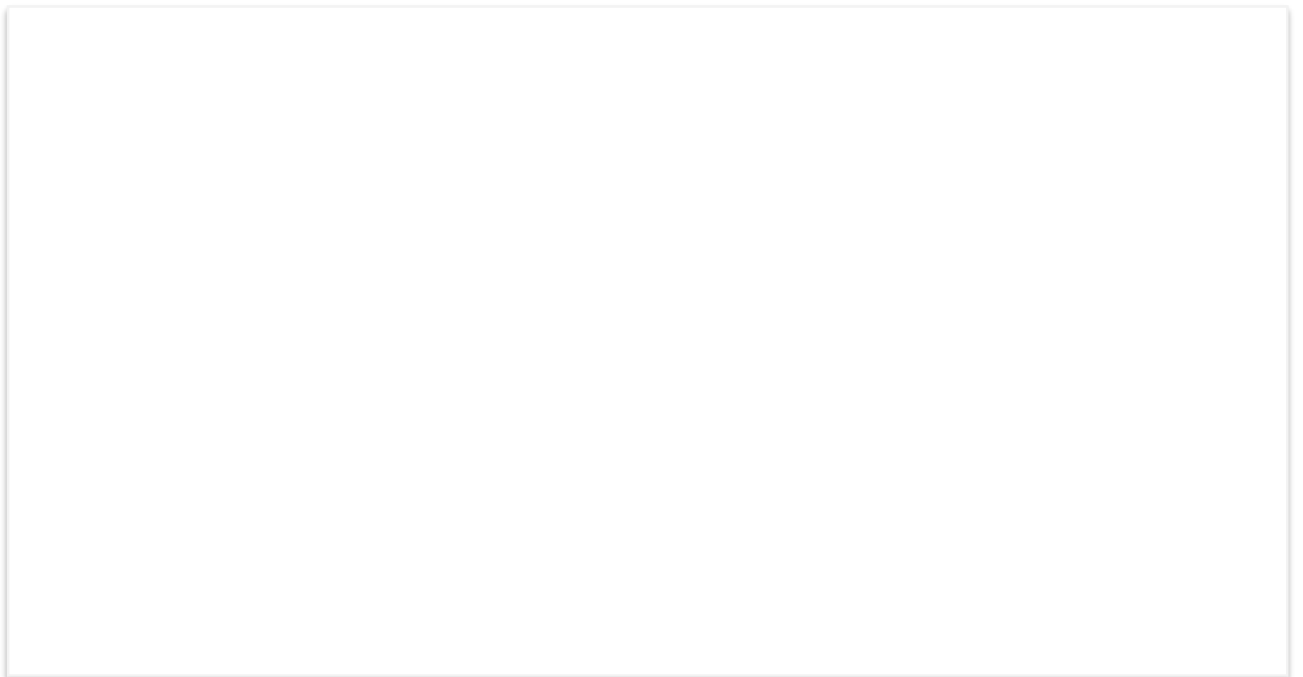
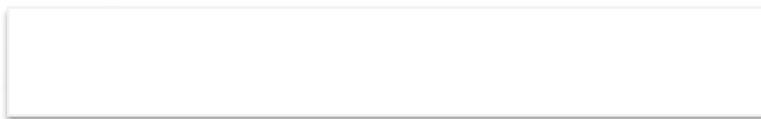
∂^n



also



weiter gilt

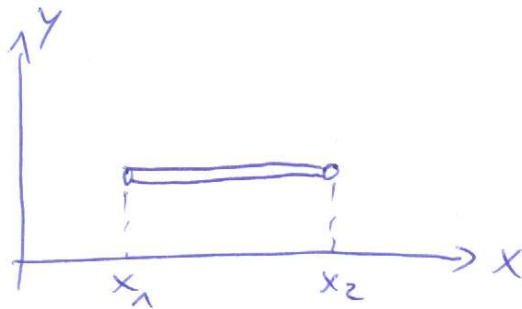


1.2.5 Längenkontraktion und Zeitdilatation

IS' relativ zu IS mit $v = \text{const}$ bewegt
Messung der Länge eines Stabs

IS': Stab sei in Ruhe, Länge $\Delta x'$

IS: Stab bewegt sich mit v



$\Delta x = x_2 - x_1$ bei gleichzeitigem Feststellen von x_1, x_2

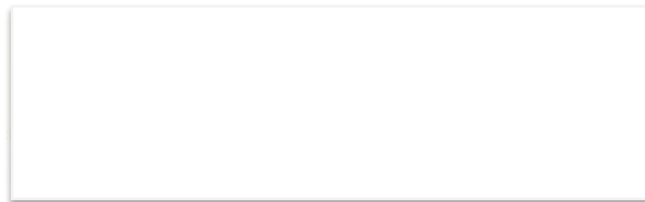
(Längenmessung bewegter Objekte ansonsten sinnlos)

also:

mit $\Delta x' = \gamma (\Delta x - v \Delta t)$

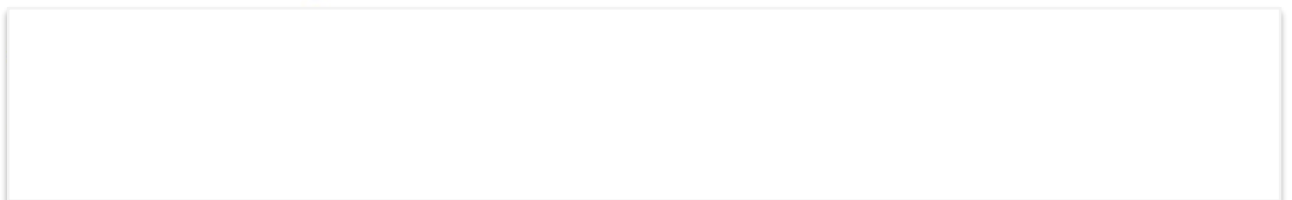
$$\Delta t' = \gamma \left(\Delta t - \frac{v}{c^2} \Delta x \right)$$

folgt:

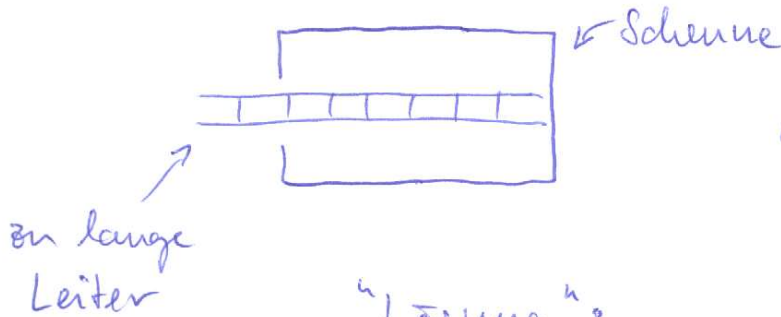


Längenkontraktion

Die Länge Δx eines bewegten Stabs ist kürzer als
seine Ruhelänge $\Delta x'$



Schienen - Leiter - Paradoxon:

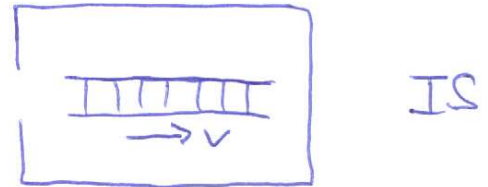


$$L_{\text{Leiter}}^{(0)} > L_{\text{Schiene}}^{(0)}$$

"Lösung":

Leiter mit $v \ll c$
bewegen:

$$L_{\text{Leiter}} = \frac{1}{\gamma} L_{\text{Leiter}}^{(0)}$$

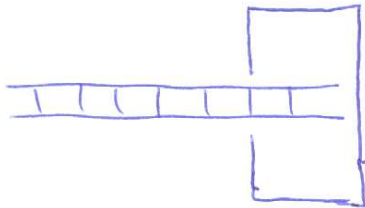


$$L_{\text{Leiter}} < L_{\text{Schiene}}^{(0)} = L_{\text{Schiene}} \quad \checkmark$$

(v hinreichend groß)

andererseits:

IS': Leiter in Ruhe, Schiene mit $-v$ bewegt:



$$L'_{\text{Leiter}} = L_{\text{Leiter}}^{(0)} > L_{\text{Schiene}}^{(0)}$$

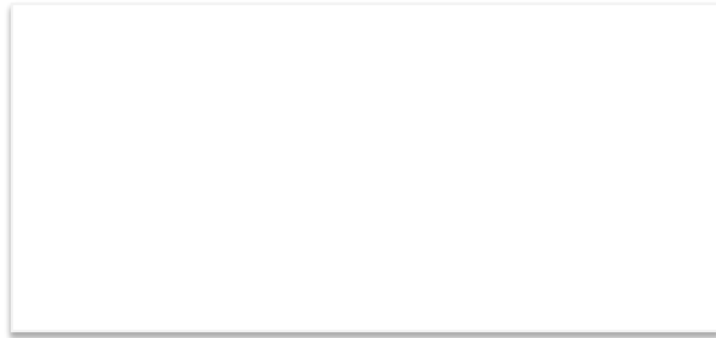
$$> \frac{1}{\gamma} L_{\text{Schiene}}^{(0)} = L'_{\text{Schiene}} \quad \checkmark$$

Kein Widerspruch!

aber: beim Anhalten der Leiter in IS, muss deren Länge $L_{\text{Leiter}}^{(0)}$ auf L_{Leiter} expandieren, d.h. wird sie direkt nach dem Passieren der Tür der Schiene am hinteren Ende fixiert, muss das vordere Ende nach einer gewissen Zeit die Schienenwand durchstoßen

→ strenggenommen gibt es keine starren Körper!

in IS' falle ein Körper aus der Höhe h'

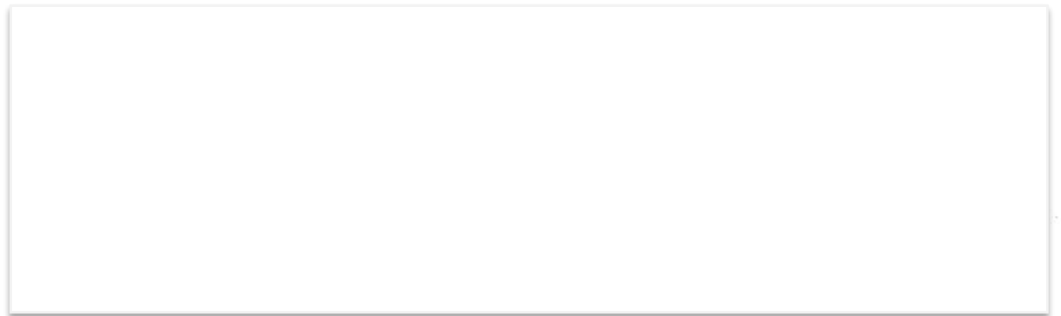


Fallzeit: $\Delta t'$

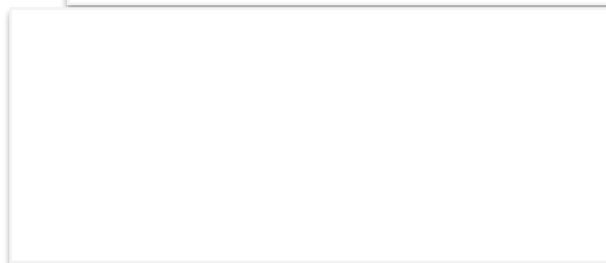
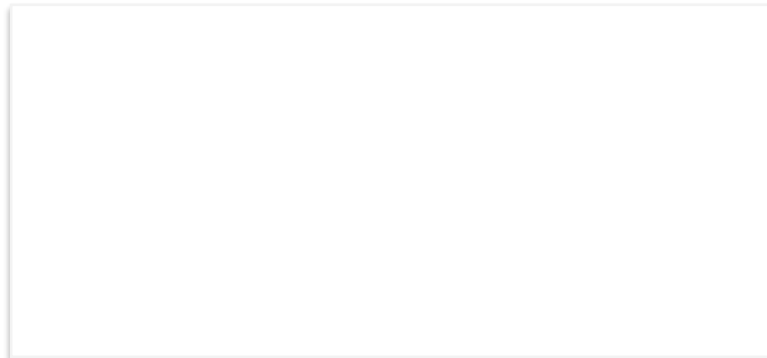
Modell einer Uhr!

$$\Delta x' = 0$$

IS' sei gegen IS (entlang x) mit $v = \text{const}$ bewegt



es gilt:



Zeitdilatation

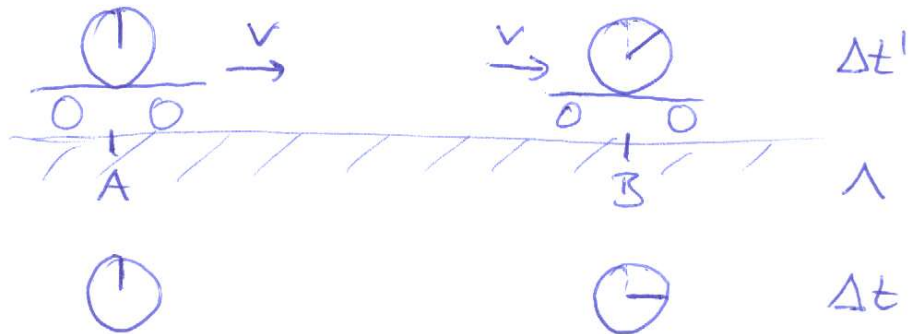
$\Delta t'$: Zeitdifferenz gemessen von einer mitbewegten Uhr

Eigenzeit

Eine bewegte Uhr ($\rightarrow \Delta t$) läuft langsamer ($\Delta t > \Delta t'$)
als eine ruhende Uhr ($\rightarrow \Delta t'$)

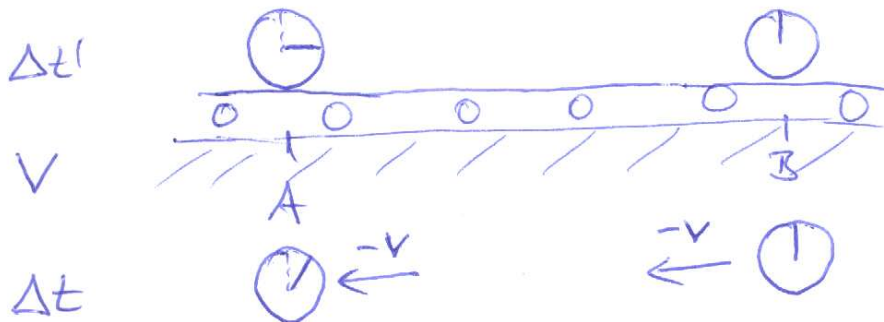
Bsp: fahrender Zug

in IS:



in IS'

Zug in Ruhe



kein Widerspruch!

verschiedene Messungen? IS: 1 bewegte Uhr wird mit 2 ruhenden verglichen

IS': dasselbe

IS/IS': die (jeweils) bewegte Uhr geht nach