

11.3

$$\frac{dP_\mu}{d\gamma} = K_\mu = \gamma \frac{dP_\mu}{dt} \quad \gamma(t)$$

$$\Rightarrow \frac{dP_1}{dt} = \frac{K_1}{\gamma} = F(t) = 2m\hbar t$$

$$P_\mu = m U_\mu \Rightarrow P_1 = \gamma m v_1$$

$$P_2 = \gamma m v_2$$

$$P_1(0) = 0 \quad P_2(0) = \gamma(0) m \bar{v} =$$

$$= \gamma_0 = \frac{1}{\sqrt{1-\bar{v}^2}}$$

$$P_1(t) = m\hbar t^2 = \gamma m v_1$$

$$P_2(t) = \gamma_0 m \bar{v} = \gamma m v_2$$

$$P_\mu P^\mu = m^2 c^2 = P_0^2 - \vec{P}^2$$

$$P_0 = \gamma m c$$

$$c=1 \downarrow$$

$$\Rightarrow P_0^2 = m^2 + \gamma_0^2 m^2 \bar{v}^2 + m^2 \hbar^2 t^4 = \gamma^2 m^2$$

$$\Rightarrow \gamma(t) = \underbrace{1 + \gamma_0^2 \bar{v}^2}_{\gamma_0^2} + \hbar^2 t^4$$

$$1 + \gamma_0^2 \bar{v}^2 = \gamma_0^2$$

$$v_1 = \frac{P_1}{m \gamma(E)} = \frac{h E^2}{\gamma(E)} = \frac{h E^2}{\gamma(E)}$$

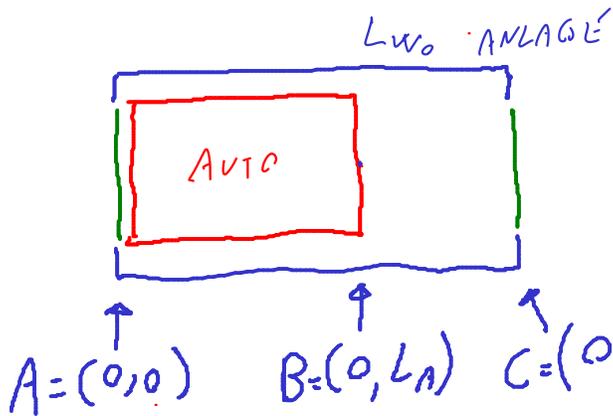
$$v_2 = \frac{\gamma_0 \overline{v}}{\gamma(E)} \quad P_3 = 0 \Rightarrow v_3 = 0$$

*nicht konstant*

11.2

 $c = 1$ 

IM SYSTEM S DER WASCHANLAGE



EREIGNISSE A, B, C

BEI  $t = x_0 = 0$ 

$$A = (0, 0) \quad B = (0, L_A) \quad C = (0, L_{W0})$$

 $L_A$  unbekannt

$$x'_0 = \gamma(x_0 - \beta x_1) \quad x'_1 = \gamma(x_1 - \beta x_0)$$

IM SYSTEM S'  
VOM AUTO

$$A' = (0, 0)$$

$$B' = (-\gamma\beta L_A, \gamma L_A)$$

$$L_{A0} \Rightarrow L_A = \frac{L_{A0}}{\gamma}$$

LÄNGEKONTRAKTION

$$(a) \text{ Es muss } \frac{L_{A0}}{\gamma} < L_{W0} = \frac{L_{A0}}{2} \Rightarrow \gamma > 2$$

$$\gamma > (1 - \beta^2)^{-1/2} \Rightarrow \beta > \sqrt{3/4}$$

(b) ZEIT FÜR WÄSCHEN AUS SIGHT VON S

$$\Delta t = \frac{L_{W0} - L_A}{v} = \frac{L_{W0} - \frac{L_{A0}}{\gamma}}{v}$$

⑥

IM SYSTEM VOM AUTO S'

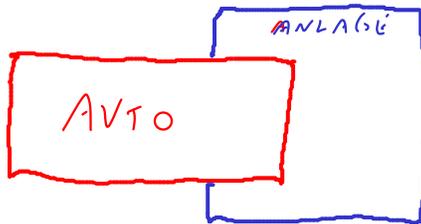
EREIGNIS "AUSFAHRT SCHLIESST"

$$c' = (-\delta \beta L_{wo}, \delta L_{wo})$$

$$x < 0$$

FÜR AUTO IST DIE KASCHANLAGE KÜRZER  
ABER

DAS ZWEITE TOR SCHLIESST BEVOR AUTO  
GANZ DRINNEN IST!



# WASCHZEIT AUS SICHT DES AUTOS

"SPRITZEN" FÄNGT IN S BEI  $t=0$  AN

FÜR 'S' AUTO. VORNÉ UND HIMTEN NICHT GLEICHZEITIG

SPRITZBEGINN IN  $X$   $S_x \Rightarrow (0, X)$

$$S'_x \rightarrow (-\gamma\beta X, \gamma X)$$

ALSO ZUERST FRONT BEI

$$X'_0 = X'_{0B} = -\gamma\beta L_A = -\beta L_{A0} \quad (\text{SIEHE } B'_{00B})$$

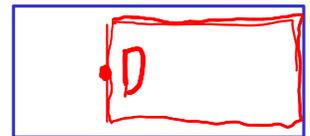
BE VOR HECK VOLLSTÄNDIG DRINNEN

SPÄTER HECK BEI  $X'_0 = 0$  (EREIGNIS  $A'$ )

AUS SICHT DES AUTOS IST DIE WASCHMANNS

$$\text{KÜRZER} \quad L'_w = \frac{L_{w0}}{\gamma}$$

Also ist die Front schon draussen, wenn der Heck gespritzt wird



DAS WASCHEN DES ECNS  
ENDET BEI  $D = (\Delta t, L_{w0} - L_A) = \left( \frac{L_{w0} - L_A}{\beta}, L_{w0} - L_A \right)$   
 $= (L_{w0} - L_A) \left( \frac{1}{\beta}, 1 \right)$

# AUS SICHT DES AUTOS

$$D' = (L_{WA} - L_A) \left( \gamma \left( \frac{2}{\beta} - \beta \right), \gamma \left( 1 - \beta/\beta \right) \right)$$

*KLAR:  $x_1$  DES AUTOS*

$$\Delta t' = \left( \frac{L_{WA} - L_A}{\beta} \right) \gamma (1 - \beta^2) = \frac{\Delta t}{\gamma}$$

*ist die Wertschöpfung des  
Echos aus Sicht des  
Autos*

$$\Delta t = \Delta t' \cdot \gamma$$

*ZEITDILATION: WEIL "UHR"  
MIT DEM AUTO LÄUFT*

*GLEICHE WERTSCHÖPfung GILT FÜR FRONT*