

4. Erhaltungsgrößen

- Energie- und Impulserhaltung

- Ladungserhaltung
 - Leptonzahlerhaltung
- Sowohl für Gesamtreaktion als auch für Vertex erhalten



	e^-	e^+	ν_e	$\bar{\nu}_e$
L_e	1	-1	1	-1

- Baryonenzahlerhaltung: Baryonen +1 / Antibaryonen -1

Es gibt's noch eine Reihe weiterer Quantenzahlen die allerdings nicht mehr in allen Wechselwirkungen erhalten sind (mehr in Kap. IV).

5. Experimentelle Methoden

5.1 Kernzerfälle: historisch wichtig zum Verständnis der Kernstruktur

α, β, γ Zerfälle

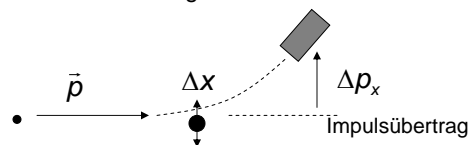
Radioaktives Zerfallsgesetz $N(t) = N_0 e^{-t/\tau}$ τ Lebensdauer

5.2 Streuexperimente:

Liefen ueber Energie und Winkelverteilung der Reaktionsprodukte Informationen ueber die Dynamik der Wechselwirkung.

a) Elastische Streuung:

$a + b \rightarrow a + b$



Heisenbergsche Unschärferelation: $\Delta x \Delta p_x \geq \hbar$

Abschätzung für die Ortsauflösung: $\Delta x \approx \frac{\hbar}{\Delta p_x}$ Impulsübertrag Δp_x

Auflösungsvermögen Δx für verschiedene Impulse und Streuwinkel θ :

p [GeV/c]	Δx [m] ($\theta=10^\circ$)	Δx [m] ($\theta=45^\circ$)
1	$\sim 10^{-15}$	$\sim 0.3 \times 10^{-15}$
100	$\sim 10^{-17}$	$\sim 3 \times 10^{-18}$
200	$\sim 0.5 \times 10^{-17}$	$\sim 1.5 \times 10^{-18}$

derzeitige Auflösungsgrenze

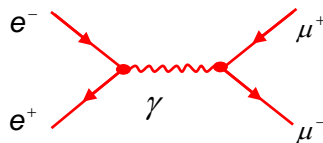
Bemerkung: Unschärferelation für Zeit und Energie $\Delta t \Delta E \approx \hbar$
 \rightarrow für Unschärfe der Ruheenergie (Masse) $\Delta \Gamma$ und Lebenszeit τ eines Teilchens gilt: $\tau \Delta \Gamma \approx \hbar$

b) inelastische Streuung:

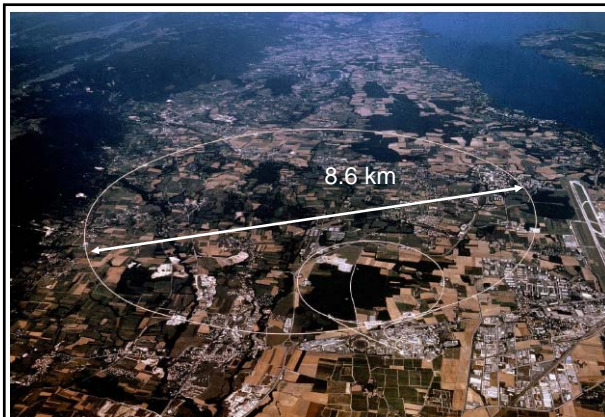
$$\begin{aligned} a + b &\rightarrow a^* + b (+ c) \\ a + b &\rightarrow c + d \end{aligned}$$

Erzeugung neuer Teilchen hängt von Schwerpunktsenergie ab

Bsp: $e^+e^- \rightarrow \mu^+ \mu^-$



Erzeugung von Top-Quarkpaaren nur für Schwerpunktsenergien $\sqrt{s} > 2 \times 175 \text{ GeV}$ möglich.



LHC =
Large Hadron Collider

7 + 7 TeV pp

Start voraussichtlich
Ende 2007

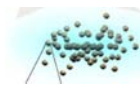
Proton – Proton Pakete:

2835 x 2835

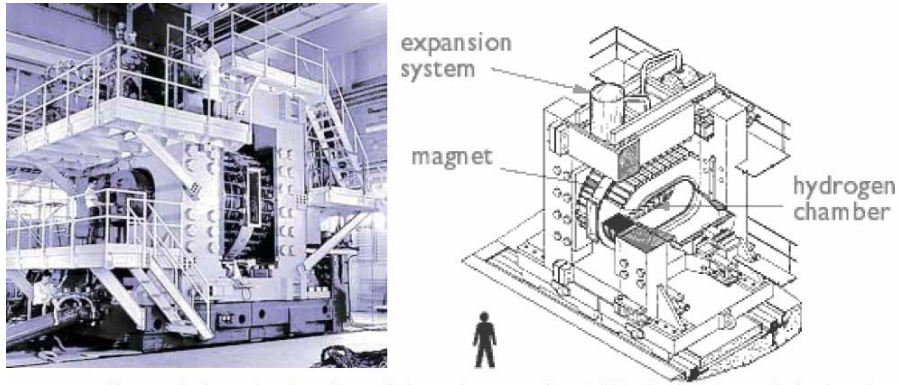
10^{11} Protonen / Paket

Crossing Rate: 40 MHz

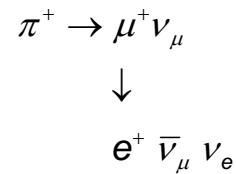
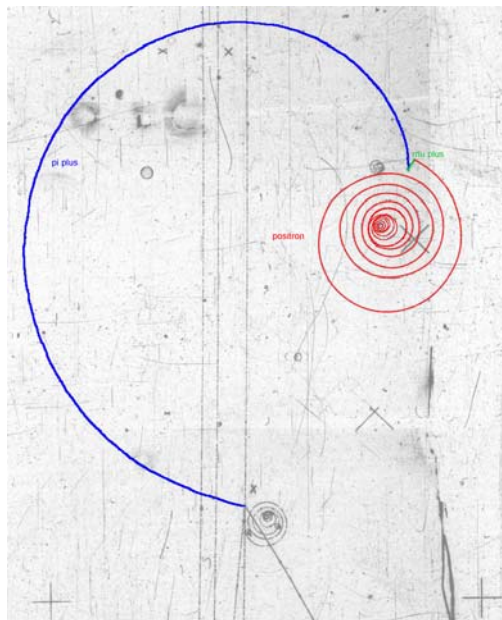
Kollisionen: 10^8 bis 10^9 Hz



5.4 Teilchendetektoren: Blasenkammern (historisch)



Prinzip: Durch Expansion "überhitzte Flüssigkeit"
 Ionisierende Teilchen erzeugen Ionisations-
 Cluster entlang denen sich Blasen bilden
 → Fotografie der Blasen: Teilchenspuren

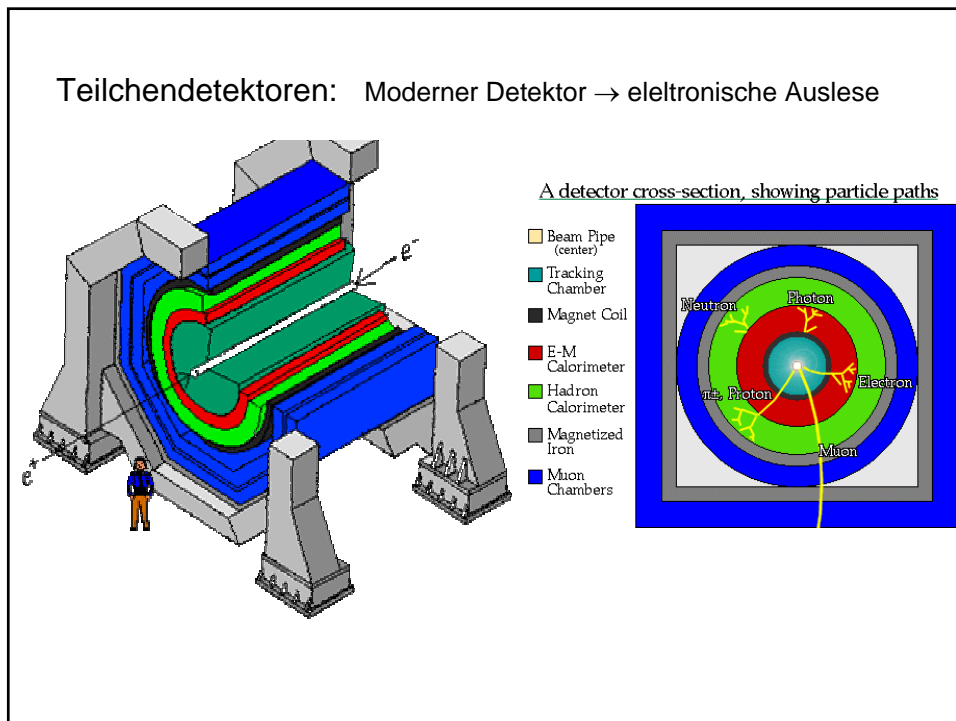
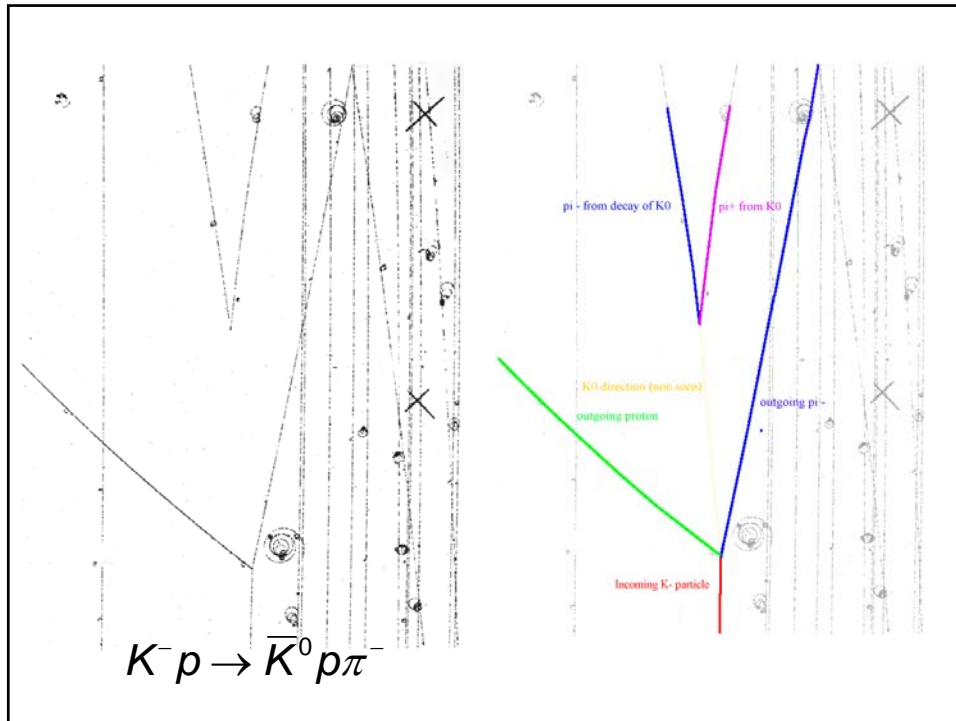


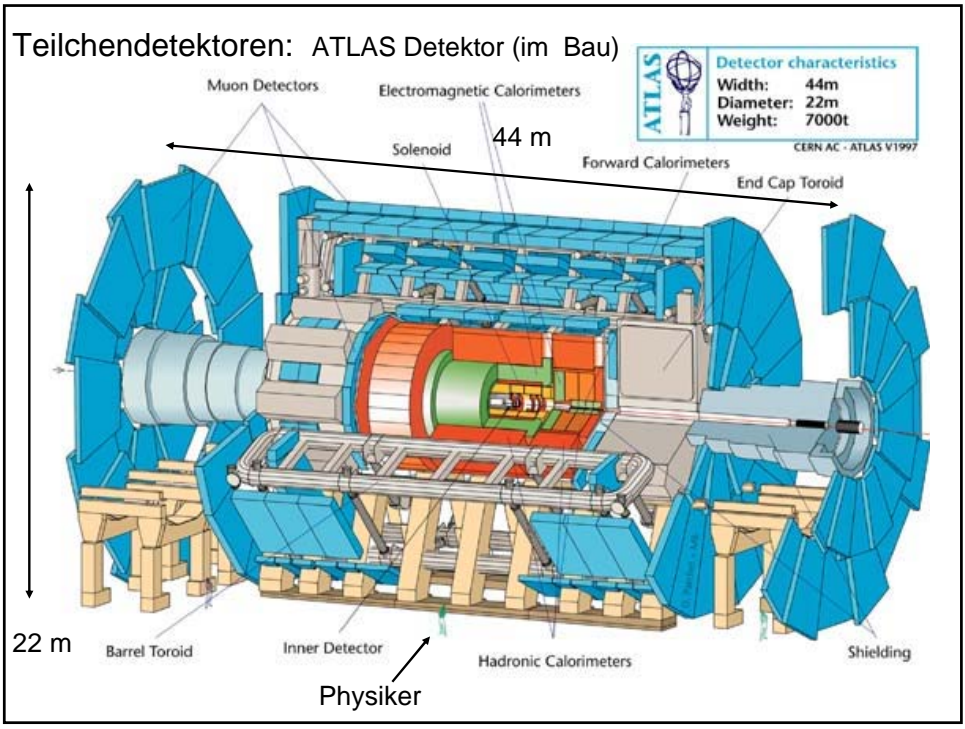
Blasenkammer im
Magnetfeld:

$$\frac{mv^2}{R} = q(vB) \quad v \perp B$$

$$p_\perp = qBR$$

$$p_\perp [\text{GeV}/c] = 0.3 \cdot B[\text{T}] \cdot R[\text{m}]$$





6. Natürliche Einheiten

$$\hbar = c = 1$$

Mit dieser Wahl kann man die Einheit einer Größe frei wählen:

$$[E] = 1 \text{ GeV}$$

alle weiteren Einheiten liegen dann fest:

Größe	HEP unit	→	SI unit
Energie	GeV		$1.6 \cdot 10^{-10} \text{ J}$
Masse	GeV	$\times 1/c^2$	$1.78 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Länge	GeV^{-1}	$\times \hbar c$	0.197 fm
Zeit	GeV^{-1}	$\times \hbar$	$6.58 \cdot 10^{-25} \text{ s}$
Fläche	GeV^{-2}	$\times (\hbar c)^2$	0.389 mb
Ladung e	$\sqrt{4\pi\alpha}$	$\times (\hbar c \epsilon_0)^{1/2}$	$1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Temp Tk	GeV	$\times 1/k$	$1.16 \cdot 10^{16} \text{ K}$

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi}$$

Nuetzl. Konst.: $\hbar c = 197 \text{ MeV} \cdot \text{fm}$
 $(\hbar c)^2 = 0.389 \text{ GeV}^2 \text{ mb}$

$1 \text{ b} = 1 \text{ barn} = 10^{-28} \text{ m}^2$