

Strukturuntersuchungen (S. 86 ff)

- zum Bild S. 86 fehlen Quarks als „Elementarteilchen“ der Nukleonen.
- Woher weiß man das alles?
 - Lichtmikroskop, Elektronenmikroskop
 - Chemie, chemische Analysen
→ Unterscheidung der Elemente
 - Die Wellenlänge des Lichts beschränkt das Auflösungsvermögen.
Mit sichtbarem Licht (350 - 750 nm) kann man keine Einzelheiten sehen, die kleiner als 350 nm sind.
Elektronenmikroskop: kleinere Wellenlänge → kleinere Strukturen „sichtbar“
 - Streuexperimente (vgl. Rutherford; S. 87):
Beschuss eines Targets mit energiereichen Teilchen.
Die Teilchen haben bekannte Eigenschaften, die Eigenschaften des Targets ergeben sich aus der Analyse der Flugbahnen der Teilchen.

1. Beispiel : Rutherford

α -Teilchen → Goldfolie

Aus den Bahnformen der α -Teilchen konnte Rutherford schließen, dass der Atomkern

a) winzig klein

b) positiv geladen ist.

Vor allem die Bahnen, die nahe am Kern vorbeiführen, liefern die meiste Information.

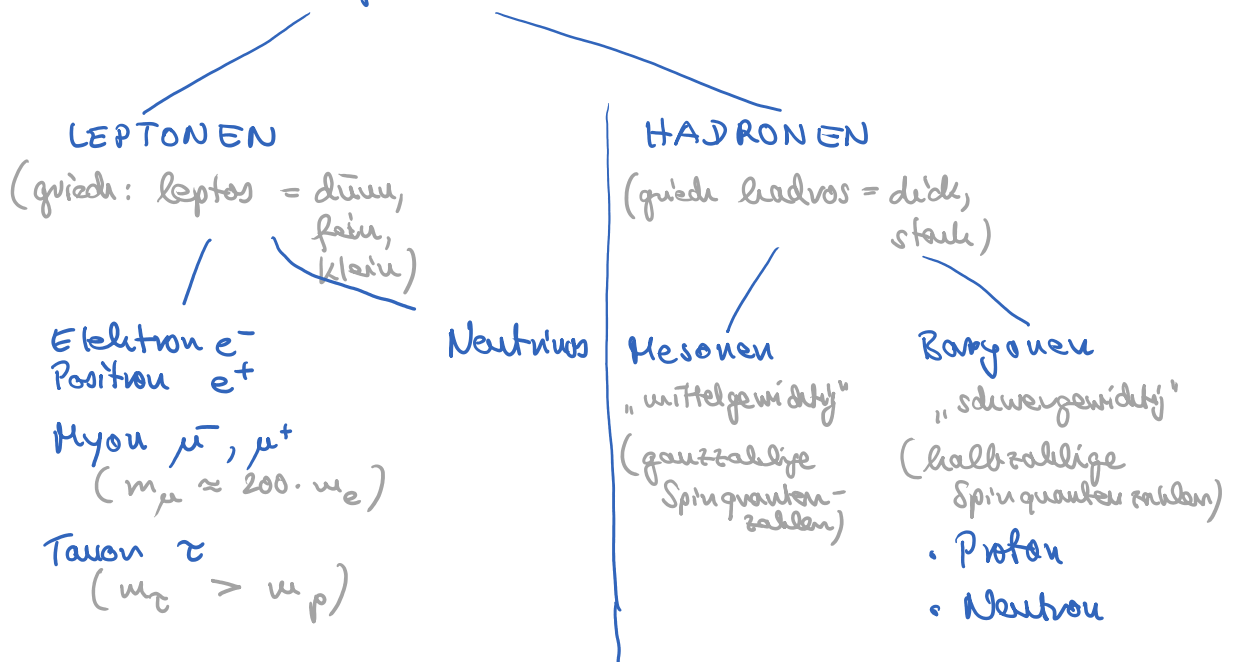
2. Beispiel: Entdeckung des Neutrons
(Chadwick 1932)

Beschuss von Be mit α -Teilchen
→ Auslösung von Neutronen-
strahlung.

Durch Verfeinerung der Streuexperimente

→ Entdeckung weiterer Teilchen
neben Protonen, Neutronen, Elektronen
und Positronen.

2 Teilchenfamilien



Die meisten dieser Teilchen sind als freie Teilchen instabil mit teilweise extrem kurzer Lebensdauer.

„exotische“ Teilchen mit zum Teil extrem großen Massen,

fast zu jedem Teilchen kennt man auch sein Antiteilchen (gleiche Eigenschaften; umgekehrte Ladung)

Paarezeugung / Paarvernichtung

Simulationen dazu:

<https://www.leifiphysik.de/kern-teilchenphysik/teilchenphysik/grundwissen/teilchen-und-anti-teilchen>

Ein Photon mit ausreichender Energie ($> 1,02 \text{ MeV}$; γ -Quant) kann ein Elektron und ein Positron erzeugen, wenn es im Coulombfeld eines Atoms vorbeifliegt.

Das Atom nimmt dabei einen Teil des Impulses auf

$$E = m \cdot c^2$$

e^+, e^- haben $2 \cdot m_e$ als Masse

Die Ruhemasse m_0 eines Elektrons entspricht einer Ruheenergie von 511 keV

$$2 \cdot 511 \text{ keV} = 1022 \text{ keV} \approx 1,02 \text{ MeV}$$

Umgekehrt kann ein Elektron und ein Positron in 2 γ -Quanten (Photonen) zerstrahlen.
(Paarvernichtung)

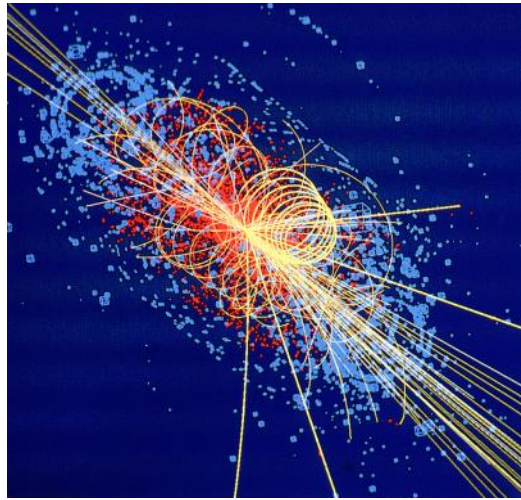
Problem der Teilchenphysik: Je kleiner die zu untersuchenden Strukturen sind, desto höher muss die Energie sein

$$\text{(de Broglie - Wellenlänge: } \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v}$$

kleine Strukturen erfordern kleine Wellenlängen, also einen hohen Impuls, also eine hohe Energie)

Bei hoher Energie kommt es aber durch die Paarbildung zur Entstehung vieler anderer Teilchen / Antiteilchen (erst zum Teil extrem kurzer Lebensdauer)

⇒ Verkomplicizierung der einzelnen Bahnen.



Offene Fragen

- Warum sind beim Urknall offensichtlich geringfügig mehr Teilchen als Antiteilchen entstanden?
- Sind Quarks wirklich die Elementarteilchen (neben den Leptonen)?