



Am Kernforschungszentrum CERN im Grenzland zwischen der Schweiz und Frankreich ist im September 2008 der größte Teilchenbeschleuniger der Welt in Betrieb gegangen. Forscher wollen hier unter anderem den Urknall simulieren.

Der Durchmesser des Beschleunigers beträgt 27km

Aufgabe: Bei einem Probelauf soll ein Strahl Protonen mit 30% der Lichtgeschwindigkeit durch den Teilchenbeschleuniger geschickt werden. Aufgrund relativistischer Effekte nimmt dabei die Masse des Protons zu. Bei 30% der Lichtgeschwindigkeit beträgt die Zunahme rund 5%

- Leite aus den Formeln für die Zentralkraft und die Lorentzkraft eine Beziehung für die Magnetfeldstärke  $B$  her. **10P**
- Berechne  $B$  und vergleiche diese mit dem Erdmagnetfeld **10P**

### Benötigte Größen:

Masse Proton bei 30% der Lichtgeschwindigkeit:  $m_p = 1,753 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Stärke des Erdmagnetfeldes :  $B_{Erde} = 1,9 \cdot 10^{-5} \text{ T}$

### Benötigte Formeln:

$$F_{\text{Zentralkraft}} = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$F_{\text{Lorentzkraft}} = e \cdot v \cdot B$$

<b>Klausuraufgaben</b>	<b>LHC in CERN (ohne Relativitätstheorie)</b>	© Jörn Schneider 2008
------------------------	---	--------------------------

- a) Beide Kräfte müssen bei einer Kreisbahn vom Betrag gleich groß sein. Deshalb setzt man sie hier gleich und löst nach B auf.

$$F_{\text{Zentralkraft}} = F_{\text{Lorentzkraft}}$$

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = e \cdot v \cdot B$$

$$\Rightarrow B = \frac{m \cdot v^2}{r \cdot e \cdot v}$$

$$B = \frac{m \cdot v}{r \cdot e}$$

- b)

$$B = \frac{m \cdot v}{r \cdot e}$$

$$B = \frac{1,753 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 0,3 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{13500 \text{ m} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}}$$

$$B = 7,29 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$F = \frac{B_{\text{CERN}}}{B_{\text{Erde}}}$$

$$F = \frac{7,29 \cdot 10^{-5} \text{ T}}{1,9 \cdot 10^{-5} \text{ T}}$$

$$F \approx 3,8$$

Das benötigte Feld ist ungefähr 3,8 mal stärker als das Erdmagnetfeld