

HIGH-SPEED KARUSSEL MIT KNALLEFFEKT

EIN TEILCHENBESCHLEUNIGER IST EINE MASCHINE, DIE TEILCHEN AUF EXTREM HOHE BEWEGUNGSENERGIEN BESCHLEUNIGT.

WAS IST EIN TEILCHENBESCHLEUNIGER?

Für Experimente in der Teilchenphysik werden meist Kollisionsmaschinen verwendet. Dabei werden Teilchen in entgegengesetzter Richtung beschleunigt und an bestimmten Punkten zur Kollision gebracht.

Durch diesen Zusammenstoß erhält man Informationen über die Eigenschaften der Teilchen und aus der Kollisionsenergie entstehen sogar neue, zuvor nicht vorhandene Teilchen.

Im größten und leistungsfähigsten Teilchenbeschleuniger der Welt, am CERN, können Protonen auf 99,9999991% der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden. Umgerechnet sind das 1 079 252 839 km/h. Die Apollo-Raumschiffe erreichten auf ihrem Flug zum Mond nur ca. 40000 km/h.

WARUM ENTSTEHEN NEUE TEILCHEN?

Die in der Bewegung gespeicherte Energie kann durch einen Zusammenstoß in Masse umgewandelt werden. Denn laut Einsteins berühmter Formel $E=mc^2$ sind Energie und Masse zwei Seiten einer Medaille.

$$\begin{array}{c} \text{LICHTGESCHWINDIGKEIT (m/s)} \\ | \\ E = mc^2 \\ | \\ \text{ENERGIE (J)} \\ | \\ \text{MASSE (kg)} \end{array}$$

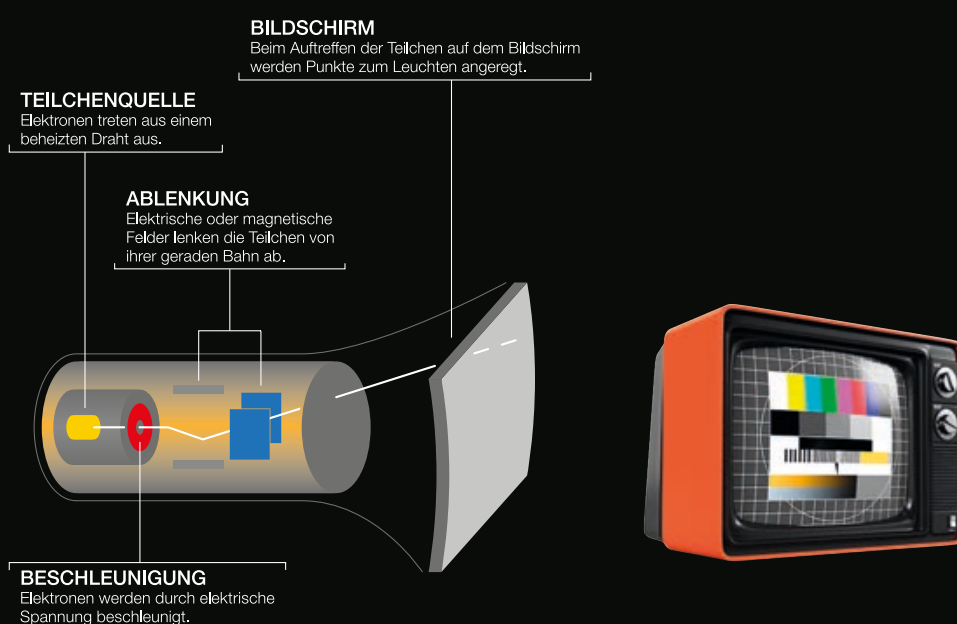
Die Formel beschreibt die Gleichheit von Masse und Energie. Das bedeutet, dass jede Masse Energie ist und umgekehrt.

Multipliziert man die Masse mit der Lichtgeschwindigkeit (= 299 792 458 m/s) zum Quadrat, erfährt man, wie viel Energie in der Masse steckt.

EIN TEILCHENBESCHLEUNIGER IM WOHNZIMMER

Ein alter Röhrenfernseher ist eigentlich ein kleiner, nicht kreisförmiger Teilchenbeschleuniger!

Es werden Teilchen – in diesem Fall Elektronen – elektrisch beschleunigt und magnetisch abgelenkt. Die Kollision mit dem Bildschirm erzeugt Photonen, die wir sehen können.



DER LHC AM CERN

Der derzeit größte und leistungsfähigste Teilchenbeschleuniger der Welt heißt „Large Hadron Collider“ (LHC).

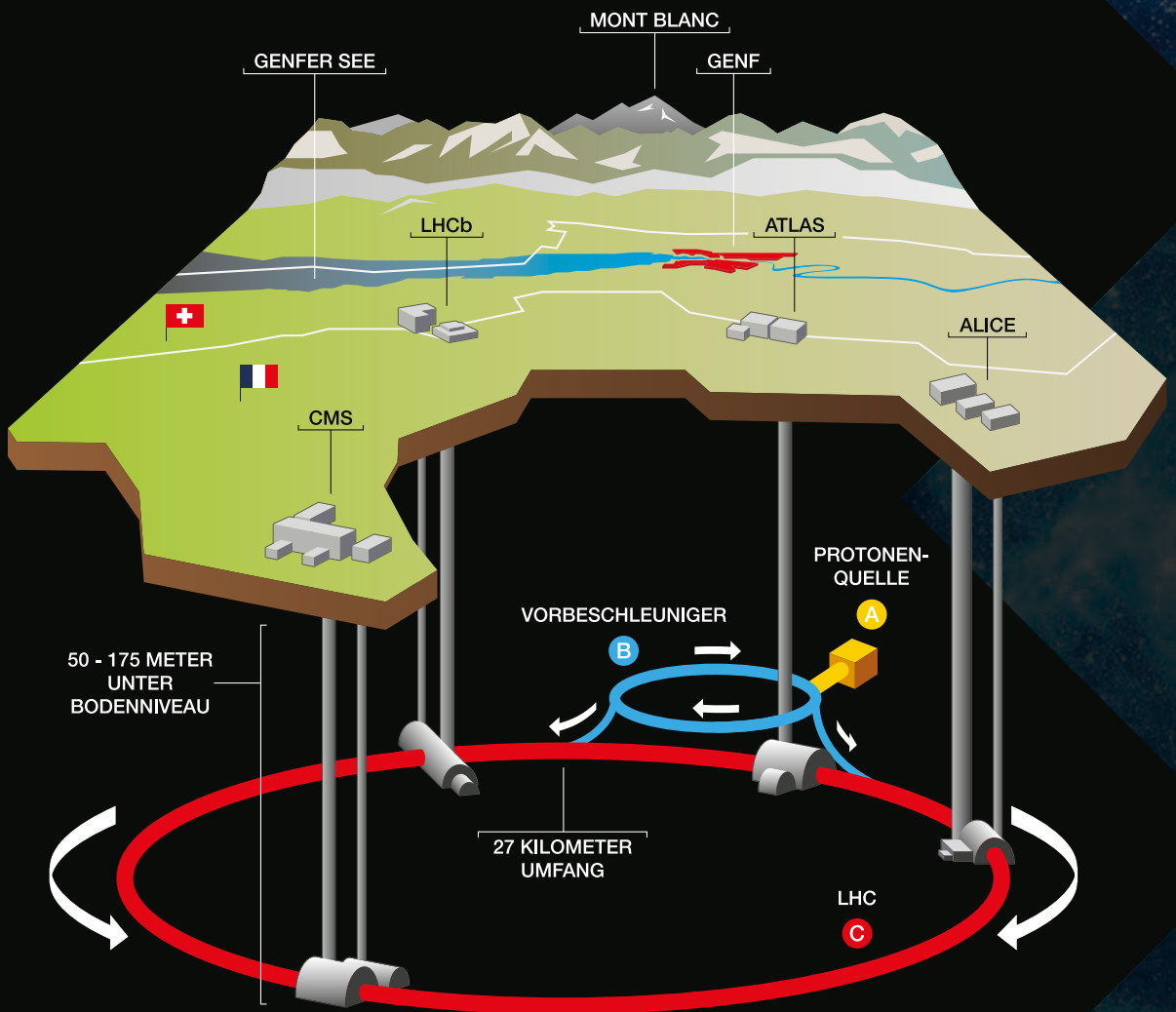
Sein Name ist auf seine wichtigsten Eigenschaften zurückzuführen:

- › Large (engl. groß): Er hat einen Umfang von 27 km.
- › Hadron (eine Teilchenart): Er beschleunigt Protonen, die man zur Gruppe der Hadronen zählt.
- › Collider (engl. Kollisionsmaschine): Er lässt Teilchenstrahlen gegeneinander kollidieren.

Der LHC ist ein Kreisbeschleuniger, in dem die Teilchen entlang einer annähernd kreisförmigen Bahn auf immer höhere Energie – fast bis auf Lichtgeschwindigkeit – beschleunigt werden.

WIE FUNKTIONIERT EIN TEILCHENBESCHLEUNIGER?

In der Quelle (A) werden Protonen aus Wasserstoffgas erzeugt. Diese werden über mehrere Vorbeschleuniger (B) auf eine Energie von etwa einem halben TeV (Teraelektronenvolt) beschleunigt. Anschließend werden sie im und gegen den Uhrzeigersinn in den LHC (C) geleitet und auf die maximale Energie beschleunigt. An den Orten der vier riesigen Experimente (ATLAS, CMS, LHCb und ALICE) werden die Teilchenstrahlen zur Kollision gebracht.

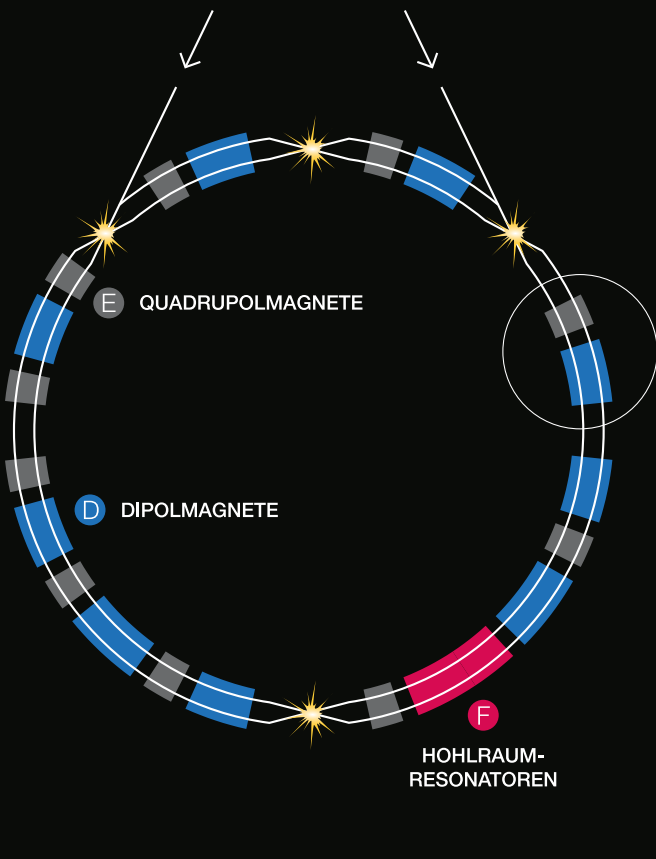


STECKBRIEF LARGE HADRON COLLIDER (LHC)

- › Betriebstemperatur der Magnete: -271,25 °C
- › Maximale Energie der Teilchenkollisionen: 14 TeV (Teraelektronenvolt)
- › Maximales Magnetfeld der Dipolmagnete: 8,3 Tesla
- › 1232 Dipolmagnete
- › 392 Quadrupolmagnete
- › 40 Millionen Kollisionen pro Sekunde
- › 11245 Umrundungen pro Sekunde

DIE KOMPONENTEN

Zu den wichtigsten Komponenten des LHC zählen Magnete. Um die Teilchen auf einer Kreisbahn zu halten, werden sogenannte Dipolmagnete (D) eingesetzt. Zum Fokussieren der Strahlen sind Quadrupolmagnete (E) eingebaut. Die Beschleunigung der Teilchen passiert nur auf einem kurzen Teilstück mittels elektromagnetischer Wellen in sogenannten Hohlraum-Resonatoren (F).



SUPRALEITENDE SPULE MIT 2 POLWICKLUNGEN

2 PROTONENSTRAHLEN IM UND GEGEN DEN UHRZEIGERSINN

VAKUUMTANK

EISENJOCH

STRAHLROHR

- 1 Aufbau eines LHC-Dipolmagnets
- 2 Modell eines Quadrupolmagnets mit 4 Polwicklungen an jedem Strahlrohr
- 3 Hohlraum-Resonatoren, die die beiden Teilchenstrahlen beschleunigen