

FEINFÜHLIGE GIGANTEN

EIN TEILCHENDETEKTOR IST EIN MESSGERÄT
ZUM NACHWEIS VON TEILCHEN.

WIE FUNKTIONIERT EIN TEILCHENDETEKTOR?

Die Aufgabe eines Teilchendetektors ist es die Teilchen, die bei der Kollision zweier Teilchenstrahlen entstanden sind, präzise zu vermessen. Einige dieser entstandenen Teilchen sind sehr kurzlebig. Noch bevor sie den Detektor erreichen, zerfallen sie in langlebigere Teilchen. Aus der Vermessung dieser langlebigen Teilchen lassen sich Rückschlüsse auf die Eigenschaften der ursprünglich bei der Kollision entstandenen Teilchen ziehen.

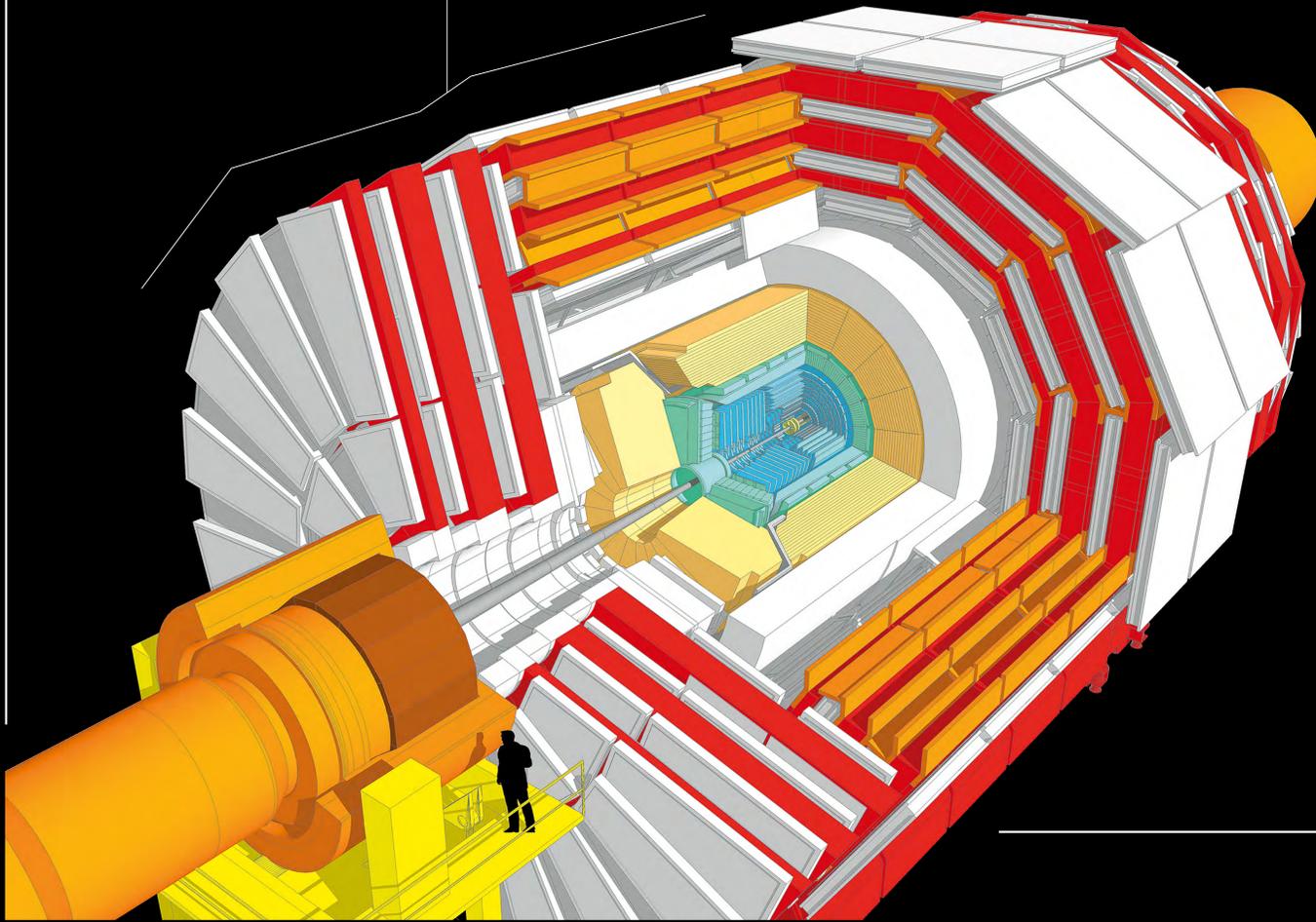
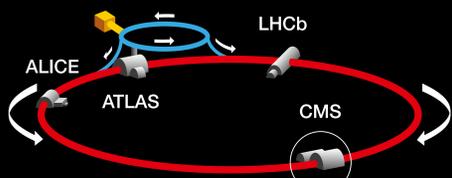
DER AUFBAU EINES TEILCHENDETEKTORS AM BEISPIEL DES CMS-EXPERIMENTS AM LARGE HADRON COLLIDER.

Das Compact Muon Solenoid (CMS) ist eines der vier großen Experimente am Large Hadron Collider (LHC). Der CMS-Detektor wurde konstruiert, um neue, zuvor unbekannte Teilchen, wie das 2012 entdeckte Higgs-Boson, nachweisen zu können. Wie die meisten modernen Teilchendetektoren besteht er aus mehreren Komponenten, die wie die Schalen einer Zwiebel angeordnet sind.



STECKBRIEF COMPACT MUON SOLENOID (CMS)

- › Länge: 21 Meter
- › Höhe: 15 Meter
- › Masse: 14 000 Tonnen – fast doppelt so schwer wie der Eiffelturm
- › Über 4 000 beteiligte Forscherinnen und Forscher aus über 50 Nationen



DER COMPACT MUON SOLENOID DETEKTOR

EINE RIESIGE HOCHGESCHWINDIGKEITSKAMERA ZUM IDENTIFIZIEREN VON TEILCHEN.

DIE SPURENSUCHE

Die Grafik zeigt den Querschnitt des CMS Detektors am Large Hadron Collider (LHC). Die Teilchen, die in den Kollisionen entstehen, hinterlassen in den einzelnen Detektorlagen charakteristische Muster, welche präzise Rückschlüsse auf ihre Eigenschaften ermöglichen. Dadurch können die Teilchen eindeutig identifiziert werden aber auch gänzlich unbekannte Teilchen beobachtet werden.

HADRONISCHES KALORIMETER

Aufgebaut aus abwechselnden Lagen aus Material mit hoher Dichte, das die Teilchen bremst, und sogenannten Szintillatoren, die die Bewegungsenergie der Teilchen in Photonen umwandeln. Bestimmt wird die Energie von Teilchen, die aus Quarks bestehen und der starken Wechselwirkung unterliegen.



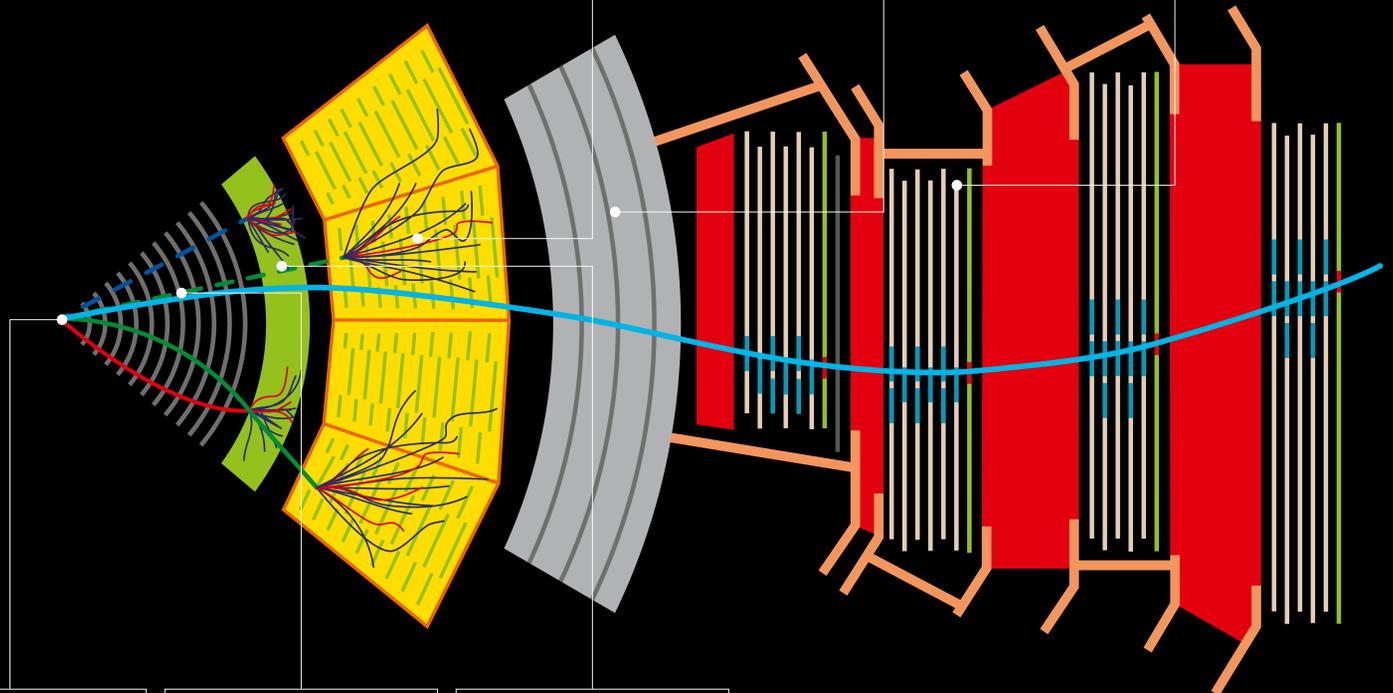
SUPRALEITENDE SPULE

Der weltgrößte supraleitende Solenoid-Magnet hat eine Länge von 13 m und einen Durchmesser von 6 m. Er ist in seinem Inneren auf -270°C gekühlt und erzeugt ein Magnetfeld von 4 Tesla (etwa 100 000 Mal stärker als das Erdmagnetfeld). Aufgabe der Spule ist es, die Flugbahn der Teilchen entsprechend ihrer elektrischen Ladung und ihrem Impuls zu krümmen. Um die Magnetspule herum, mit dem Myonendetektor verbunden, befindet sich das rote Magnetjoch. Dieses Joch besteht aus etwa derselben Menge Stahl wie der Eiffelturm.



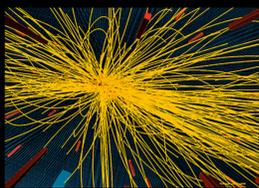
MYONENDETEKTOR

Drei unterschiedliche Typen von gasgefüllten Kammern vermessen die Spuren der Myonen, um einfache Hinweise auf die in der Kollision entstandenen Teilchen zu bekommen. Die geladenen Teilchen ionisieren das Gas in diesen Detektoren und lösen so ein elektrisches Signal aus.



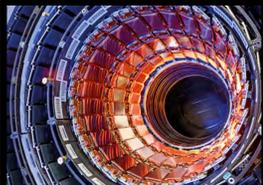
ZENTRUM

Teilchen der gegenläufigen Strahlen kollidieren. Daraus können neue Teilchen entstehen, die sich in alle Richtungen weg bewegen.



SPURDETEKTOR

Sensoren aus reinem Silizium ermöglichen das Vermessen der durch ein Magnetfeld gekrümmten Bahnen elektrisch geladener Teilchen mit einer Präzision von einem Zehntel der Breite eines menschlichen Haares. Der Detektor funktioniert ähnlich einer Digitalkamera mit ca. 75 Millionen Pixel auf einem 200 m^2 großen Sensor. CMS erzeugt jedoch 40 Millionen 3-dimensionale Bilder pro Sekunde!



ELEKTROMAGNETISCHES KALORIMETER

Etwa 80 000 Kristalle aus Blei-Wolframat messen die Energien von Elektronen und Photonen, die nur der elektromagnetischen Wechselwirkung unterliegen.

