

CMS Übersicht

[Video LHC Spuren2] Die im Large Hadron Collider gegenläufig beschleunigten Protonen werden an vier Stellen zur Kollision gebracht. Die Protonen zerplatzen, wodurch unzählige neue Teilchen entstehen. Vier Teilchendetektoren vermessen die Spuren dieser neu entstandenen Teilchen. Neben dem ATLAS-Detektor sind dies der CMS-Detektor sowie die Experimente ALICE und LHCb. Wir möchten nun das nach ATLAS zweitgrößte Experiment, den CMS-Detektor, besuchen.

20 Minuten braucht man mit dem Auto, um vom CERN-Gelände zum Detektor zu kommen, der im Beschleunigerring dem ATLAS-Detektor genau gegenüber liegt. Dabei sollte man auch seinen Ausweis nicht vergessen, denn der CMS-Detektor liegt in Frankreich, CERN und der Large Hadron Collider sind nämlich direkt auf der Grenze zwischen der Schweiz und Frankreich gebaut.

Mit dem Fahrstuhl geht es 100 Meter in die Tiefe.

Zuerst kommen wir in die Service Kaverne, in der die Computer stehen, die die Daten der Millionen Sensoren des Detektors vorfiltern und weiterleiten.

Kurz vor dem Detektor: eine weitere Sicherheitsschleuse, streng gesichert mit Irisscanner. Im Betrieb darf hier nur durch, wer die erforderlichen Zugangsberechtigungen hat.

In wenigen Augenblicken sind wir am Ziel: in der Kaverne des CMS-Detektors.

[live] Das ist er also, der CMS-Detektor, der zweitgrößte Teilchendetektor der Welt, den man ohne Übertreibung als die „komplizierteste Maschine der Menschheit“ bezeichnen kann. Er ist 21 Meter lang und 12.500 Tonnen schwer. [Video1] Der Durchmesser beträgt 15 Meter.

Die silberne Röhre in der Mitte ist das Stahlrohr. Hier rasen die Protonen entlang, bevor sie mitten im Detektor kollidieren. [Video2] Bei der Kollision im Herzen des Detektors entstehen unzählige neue Teilchen, die in alle Richtungen wegfliegen.

[live] Damit auch wirklich alle Teilchen von den Sensoren erfasst werden, hat der Detektor die Form eines Zylinders. Egal, ob die Teilchen nach oben, unten, rechts oder links fliegen, überall

sind Messgeräte. Damit Teilchen nicht nach vorne oder hinten entweichen können, werden im Betrieb zwei Endkappen in den Detektor hineingeschoben. [Video3] In diesen sind alle Messgeräte des Zylinders ebenfalls enthalten. Mit dem zylinderförmigen Aufbau plus Endkappen ist sichergestellt, dass in wirklich allen Richtungen des Raumes Messgeräte die Teilchenspuren erfassen.

Wie alle Teilchendetektoren ist der CMS-Detektor schichtweise aufgebaut. Ganz in der Mitte ist das Strahlrohr und der Kollisionspunkt. Gleich danach kommen die Spurdetektoren. Diese messen auf Mikrometer genau die Bahn der Teilchen. Nachdem die Spur registriert wurde, wird in den Kalorimetern die Energie der Teilchen gemessen.

Der silberne Ring ist die zylinderförmige Spule mit einem Durchmesser von 6 Metern. Sie erzeugt ein Magnetfeld von vier Tesla, das die Flugbahn von geladenen Teilchen krümmt und dadurch ihre räumliche Trennung sowie die Messung des Impulses ermöglicht.

Myonen allerdings fliegen durch all diese Detektorelemente ungehindert durch. Damit sie dem Detektor nicht ganz durch die Lappen gehen, sind außen die großen Myonkammern, die die Spur der Myonen aufzeichnen.

Zählt man die einzelnen Messelemente zusammen, die in die verschiedenen Schichten des Detektors eingebaut sind, würde man auf über 100 Millionen Sensoren kommen. All diese müssen 40 Millionen mal pro Sekunde nach Teilchen Ausschau halten – so häufig sind nämlich die Kollisionen im Detektor. Eine solch riesige Datenmenge könnte niemand verarbeiten. Die meisten Ereignisse sind allerdings physikalisch bekannt und werden daher noch im Detektor aussortiert. Nur circa 100 Ereignisse pro Sekunde sind interessant, deren Daten werden ans Rechenzentrum weitergeleitet.