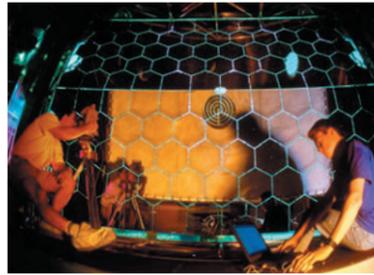
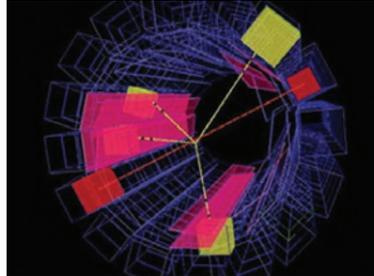
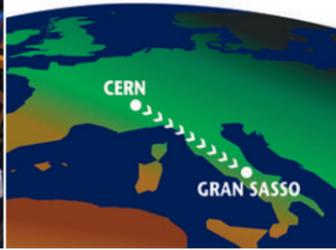
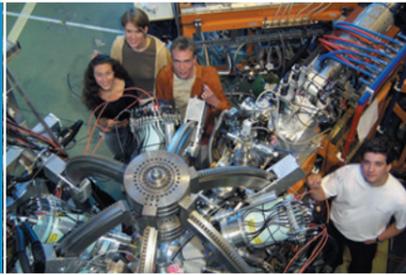


CERN ist das größte Forschungszentrum für Teilchenphysik weltweit. Es betreibt mehrere miteinander gekoppelte Beschleuniger, die verschiedene Arten von Teilchen für eine Vielzahl von Experimenten bereitstellen.



CERN liefert eine Vielfalt an Strahlen: Myonen zur Erforschung der Struktur des Protons, Schwerionen zur Schaffung neuer Materiezustände und radioaktive Ionenstrahlen zur Beobachtung von exotischen Kernen.



CERN produziert auch Antiteilchen-Strahlen, Bestandteile der Antimaterie – einer Art Spiegelbild normaler Materie. Mehrere Experimente am CERN stellen Antimaterie her und untersuchen sie.



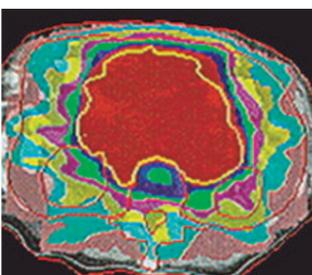
Neutrinostrahlen spielen seit langem eine wichtige Rolle am CERN. So wurde zum Beispiel für ein Projekt ein Strahl dieser sehr schwach wechselwirkenden Teilchen unterirdisch zum Gran-Sasso-Labor in Italien geschossen, über eine Distanz von 730 km.



Forschung am CERN, an vorderster Front der Wissenschaft, definiert die Grenzen des technisch Machbaren täglich neu. Entwicklungen, die von der Materialwissenschaft bis zur Datenverarbeitung reichen, finden breite Anwendung außerhalb der Teilchenphysik.



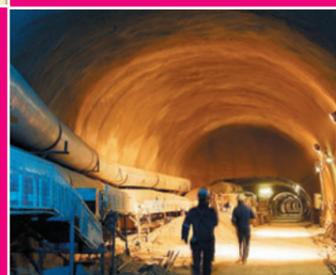
Das World Wide Web wurde am CERN erfunden, um Physikern auf der ganzen Welt die Kommunikation zu erleichtern. Heute ist CERN der Knotenpunkt für das Projekt das enorme Mengen an Rechnerkapazitäten durch ein weltweites Computer-Netzwerk bündelt, das sogenannte "Grid".



Die Ingenieuraufträge des CERN, besonders in der Tieftemperaturtechnik, Supraleitung, Vakuumtechnik, Mikroelektronik und im Bauingenieurwesen, vermitteln den beteiligten Firmen Erfahrungen, die sie auf anderen Gebieten einsetzen können.



Am CERN entwickelte Teilchendetektoren werden in medizinischen Diagnose-Verfahren eingesetzt.



# CERN

Europäische Organisation für Kernforschung

**Sucht** nach Antworten auf grundlegende Fragen des Universums: Woraus besteht es? Wie hat es sich entwickelt?

**Vereint** mehr als 10 000 Wissenschaftler aus rund 100 Ländern: CERN ist ein Labor für die ganze Welt

**Entwickelt** neue Technologien an den Grenzen des Machbaren

**Bildet aus** junge Wissenschaftler und Ingenieure – die Experten von morgen

CERN, die Europäische Organisation für Kernforschung, hat sich seit der Gründung im Jahre 1954 zu einem herausragenden Vorbild internationaler Zusammenarbeit entwickelt, und zählt heute 21 Mitgliedsstaaten. Nahe Genf, zu beiden Seiten der schweizerisch-französischen Grenze gelegen, ist es das größte Forschungszentrum für Teilchenphysik weltweit.

**1999** Baubeginn des Large Hadron Colliders (LHC)

**2000** Erzeugung eines neuen Zustands von Materie, des Quark-Gluon-Plasmas, das wahrscheinlich unmittelbar nach dem Urknall existierte

**2002** Erste Ergebnisse zu Anti-Wasserstoff-Atomen

**2009** Erste Kollisionen im LHC

**2012** Die Entdeckung eines Higgs-Bosons, des Teilchens, das mit dem Higgs-Mechanismus in Verbindung gebracht wird, der Teilchen ihre Masse verleiht

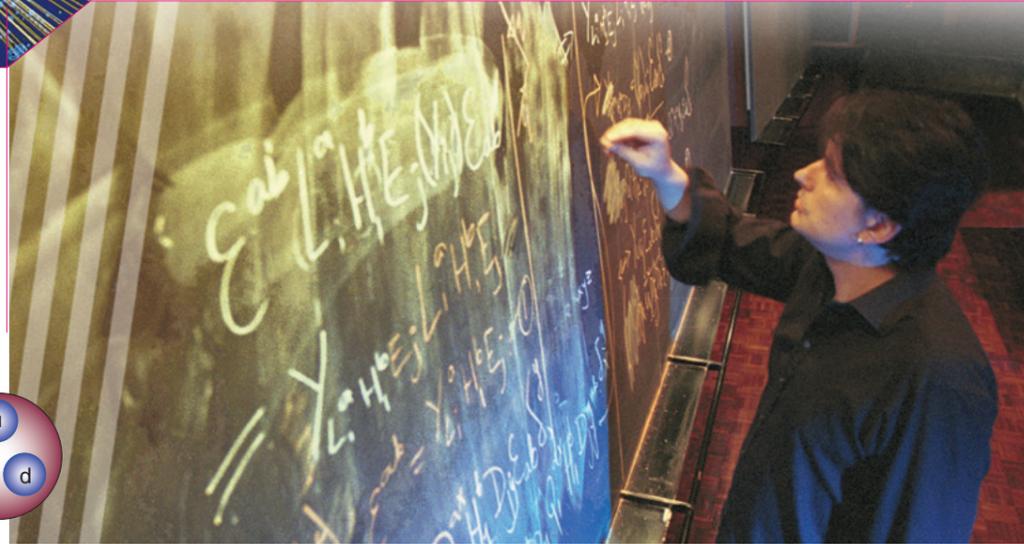
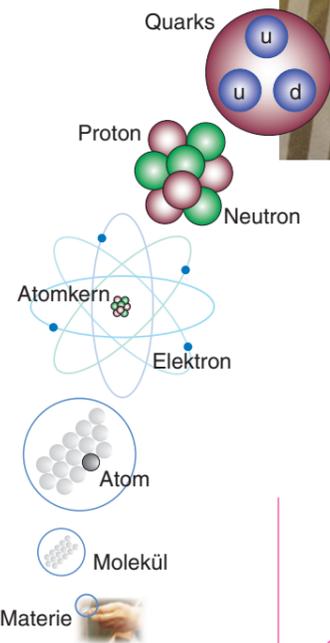
**CERN**  
Europäische Organisation für Kernforschung  
CH-1211 Genf, Schweiz  
[www.cern.ch](http://www.cern.ch)

Kommunikationsgruppe  
Mai 2014  
CERN-Brochure-2014-003-Ger

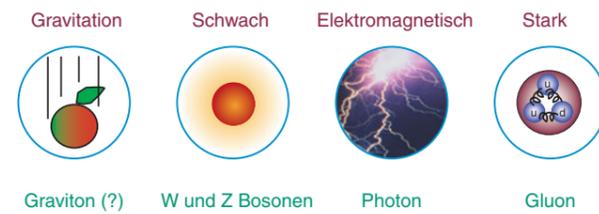
**CERN ist ein Laboratorium, in dem Wissenschaftler aus aller Welt gemeinsam untersuchen, aus welchen elementaren Bausteinen die Materie besteht und welche Kräfte sie zusammenhalten.**

**Die Physiker am CERN untersuchen Materie mit Hilfe von Teilchenbeschleunigern. Wenn beschleunigte Teilchen aufeinander oder auf ruhende Materie prallen, entsteht eine ähnlich hohe Energiekonzentration wie während der ersten Augenblicke des Universums.**

Die Grundbausteine sind kleinste Teilchen, noch viel kleiner als Atome. Vier Arten dieser Teilchen reichen aus, um alle Materie in der uns umgebenden Welt zu erklären: das Up- und das Down-Quark, das Elektron und das Elektron-Neutrino.

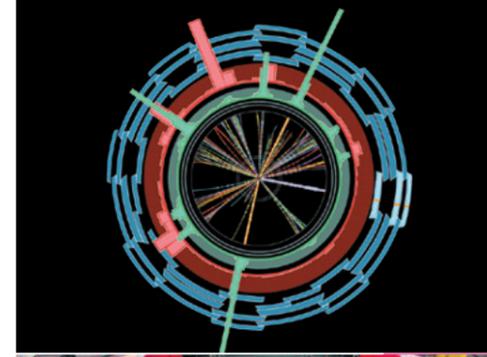
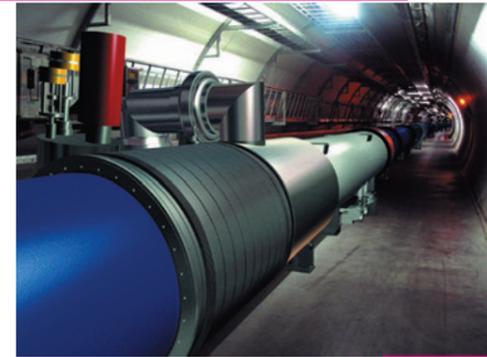


### Kräfte



### Kräfteteilchen

Vier verschiedene Kräfte wirken zwischen den Teilchen. Die starke Kraft, die elektromagnetische Kraft und die Gravitation halten die Teilchen zusammen, von den unsichtbar kleinen Atomen bis hin zu riesigen Galaxien mit Millionen von Sternen. Die schwache Kraft bewirkt die Umwandlung von Materieteilchen, wie zum Beispiel in den Kernreaktionen, die die Sonne am Brennen halten. Die Kräfte selbst werden durch Feldteilchen übertragen, die sich aber von den Materieteilchen unterscheiden. Kräfortragende Teilchen existieren nur flüchtig, während sie Information von einem Materieteilchen zum anderen übermitteln.



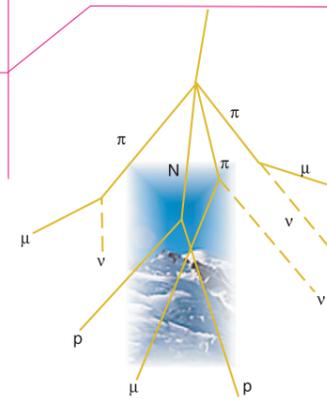
Teilchenbeschleuniger benutzen starke elektrische Felder, um Energie auf die Teilchenstrahlen zu übertragen, sowie magnetische Felder, um die Strahlen durch die Maschinen zu leiten. Größere Beschleuniger sind ringförmig, und die Teilchen werden durch die Magnetfelder auf einer Kreisbahn gehalten, so dass sie bei jedem Umlauf neue Energie aufnehmen.

Am CERN steht der größte und leistungsstärkste Teilchenbeschleuniger der Welt, der Large Hadron Collider LHC. Die Maschine ist in einem Tunnel mit 27 km Umfang installiert, in dem zuvor der große Elektron-Positron-Speicherring (LEP) untergebracht war. Durch die Untersuchung von Teilchenkollisionen bei bisher unerreichten Energien werden die Physiker besser verstehen, wie unser Universum entstand und woraus es besteht.

Detektoren registrieren, was geschieht, wenn die Teilchen zusammenstoßen. Die energiereichen Kollisionen erzeugen eine Fülle von neuen Teilchen, wenn sich die Energie gemäß Einsteins Gleichung  $E=mc^2$  in Materie umwandelt, wobei E die Energie, m die Masse und c die Lichtgeschwindigkeit bezeichnet.

Die verschiedenen Schichten eines Detektors messen unterschiedliche Eigenschaften der neu erzeugten Teilchen. Spurdetektoren machen die Flugbahnen der am Kollisionspunkt erzeugten Teilchen sichtbar. Andere Schichten, die sogenannten Kalorimeter, messen die Energie der Teilchen. Der Detektor enthält auch einen Magneten, dessen Feld elektrisch geladene Teilchen ablenkt und damit bei der Identifizierung der Teilchen hilft.

Es gibt noch weitere Elementarteilchen in der Natur, zum Beispiel in der kosmischen Strahlung – unsichtbaren Teilchenschauern, die entstehen, wenn energiegeladene Teilchen aus dem Weltraum in die Erdatmosphäre eindringen. Im Ganzen gibt es 12 Arten von Teilchen, die zwei Gruppen bilden: Quarks und Leptonen (elektronähnliche Teilchen).



Der erste Beschleuniger, das Synchro-Zyklotron (SC), geht in Betrieb  
Das Proton-Synchrotron (PS) geht in Betrieb

George Charpak erfindet die Vieldraht-Proportionalkammer (Nobelpreis 1992)

Die Intersecting Storage Rings (ISR), der erste Proton-Proton-Speicherring der Welt, gehen in Betrieb

Entdeckung der "Neutralen Ströme", die erste Bestätigung der elektro-schwachen Theorie

Das Super-Proton-Synchrotron (SPS) geht in Betrieb

Entdeckung der W- und Z-Teilchen. Nobelpreis für Carlo Rubbia und Simon van der Meer 1984

Der große Elektron-Positron-Speicherring (LEP) geht in Betrieb und bestätigt, dass es nur 3 Neutrinoarten gibt

Tim Berners-Lee erfindet das World Wide Web

Erste genaue Messungen der CP-Verletzung, einem winzigen Unterschied zwischen Materie und Antimaterie

Erste Beobachtung von Anti-Wasserstoff

1957 1959 1968 1971 1973 1976 1983 1989 1990 1993 1995