

Tracking Down the Origin of Matter

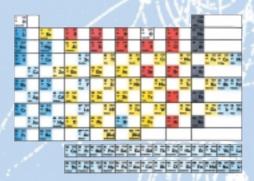




## Ordnung To Order Ins Chaos bringen

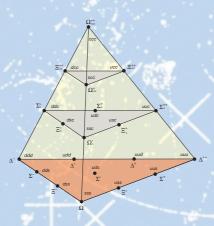


the Chaos



#### **Der Teilchenzirkus**

In den folgenden Jahrzehnten wurden in der kosmischen Strahlung und in Experimenten an Beschleunigern hunderte neuer Elementarteilchen entdeckt, für die es lange Zeit kein Ordnungsprinzip gab.



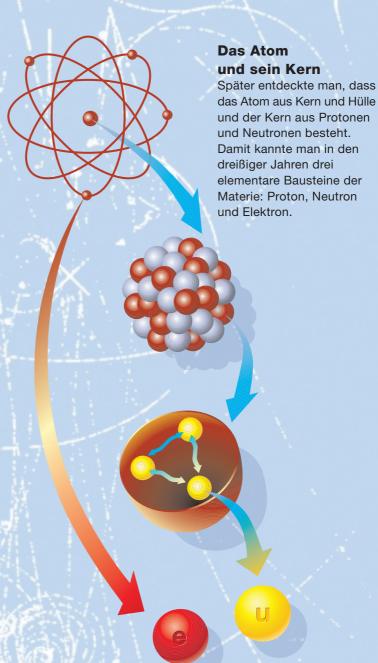
Ordnung im Teilchenzirkus

#### **Die Bausteine der Materie**

Experimente an Beschleunigern mit noch höherer Energie lüfteten das Geheimnis: All diese Teilchen werden aus Quarks gebildet. Nach heutigem Wissen sind die elementaren Bausteine der Materie Quarks und Leptonen.

#### **Das Periodensystem**

Auf der Erde und im Kosmos gibt es 90 natürliche Elemente, die Mendelejew 1869 in das noch heute gültige Periodensystem der Elemente einordnete. Im 19. Jahrhundert waren die Elemente die Grundbausteine der Materie.

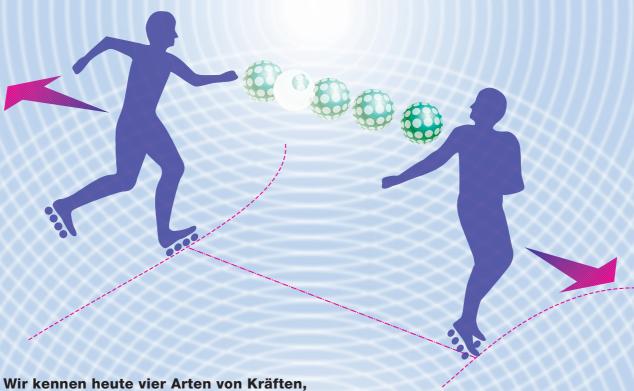




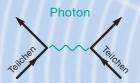
Glue of the World

#### **Ballspiel in der Quantenwelt:**

Zwei Körper üben eine Kraft aufeinander aus, indem sie Energie und Impuls austauschen. Im Mikrokosmos geschieht das durch den Austausch von Kraftteilchen.



die Elementarteilchen aufeinander ausüben. Jede ist mit einem oder mehreren Kraftteilchen verbunden:



### **Elektro- magnetische Kraft**

Ein Blitz: Ausdruck extremer elektrischer Energie in der Natur.



#### **Schwache Kraft**

Die Sonne: ohne die schwache Kraft kann sie nicht scheinen.



#### **Starke Kraft**

Ohne die starke Kraft gäbe es keine Atomkerne – und ohne Kerne kein Leben auf der Welt.



#### **Schwerkraft**

Die Planeten, ferne Galaxien: alles wird durch die Gravitation zusammengehalten.









## Vereinigung der Kräfte

## TESLA

of Forces

#### Kräfte wurden schon einmal vereinigt

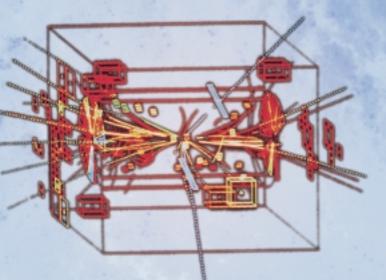
Seit vielen Jahrzehnten suchen die Forscher nach einer einheitlichen Erklärung aller vier Kräfte, der »Urkraft«.

#### Elektrizität und Magnetismus

Michael Faraday fand im 19. Jahrhundert das Induktionsgesetz. Es zeigt, dass elektrische und magnetische Kräfte zwei Erscheinungsformen einer einheitlichen Naturerscheinung sind - des Elektromagnetismus. James C. Maxwell bewies später, dass auch das Licht elektromagnetischer Natur ist.

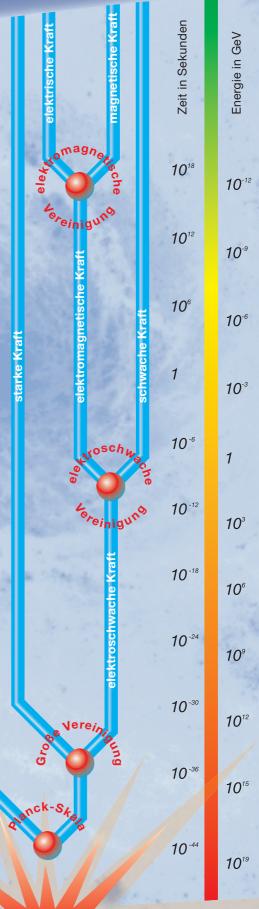
#### Ein Traum, der in Teilen schon wahr ist

Inzwischen ist es gelungen, die schwache und die elektromagnetische Kraft zu vereinigen. Dies setzt die Existenz zweier Kraftteilchen voraus, des W- und des Z-Bosons. Ihre Entdeckung 1983 am CERN – nach vielen Jahren der Suche – war ein Triumph der Teilchenphysik und bestätigte die elektroschwache Vereinigung.



Der Nachweis des Z-Bosons, des elektrisch neutralen Kraftteilchens der schwachen Kraft, das hier in zwei Myonen (blaue Spuren) zerfällt.

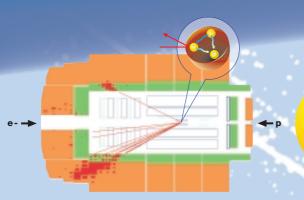
Die Suche nach der gemeinsamen Urkraft braucht Beschleuniger mit sehr hohen Energien. TESLA kann präzise Aussagen über eine eventuelle Vereinigung aller Kräfte – die Große Vereinigung – liefern.



# Sind Teilchen sichtbar?

### TESLA

visible?



Kann man Quarks sehen? Quarks kann man nur indirekt nachweisen. In Experimenten am HERA-Beschleuniger bei DESY wird ein punkt-förmiges Elektron an einem Proton gestreut.

Aus der Winkelverteilung der gestreuten Elektronen lassen sich Rückschlüsse über den Aufbau des Protons ziehen.

Elektron-Proton-Streuung in einem HERA-Detektor

Jeder Fernseher verwendet Elektronen, um ein Bild zu erzeugen.

Kann man Elektronen sehen?



Kann man Kraftteilchen sehen?



Wund Z



**Photonen** sind die Kraftteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung. Als sichtbares Licht sind Photonen jedem bekannt. Schwache Bosonen (W und Z) wurden 1983 am CERN entdeckt. Dieses Bild zeigt eines der ersten Z-Bosonen, das am CERN gesehen wurde.

Gluonen sind die Kraftteilchen der starken Wechselwirkung. Sie wurden 1978 am PETRA-Beschleuniger am DESY in Hamburg entdeckt. Im Bild zeigt sich das Gluon als eines von drei Teilchenbündeln.





