

70 Jahre lands
Kriegsende Krise



Allgemeine
STELTZNER
sen

Frankfurt 20°



Freitag, 20. April 2015 VIDEO THEMEN BLOGS ARCHIV

Home Wissen Physik & Chemie Nukleonen: Das Farbenspiel der Protonenmasse
REISE BERUF & CHANCE RHEIN-MAIN

Nukleonen

Das Farbenspiel der Protonenmasse

Die Masse der Nukleonen ließ sich bislang nur experimentell präzise ermitteln. Dank des Jülicher Supercomputers „Jugene“ kann man sie jetzt auch exakt berechnen.

26.11.2008, von RAINER SCHARF



© PICTURE-ALLIANCE/ DPA



Der Superrechner „Jugene“ am Forschungszentrum Jülich hilft bei der Massebestimmung der Nukleonen

Alle materiellen Dinge haben eine Masse, die ihnen Schwere und Trägheit verleiht. Fragt man nach dem Ursprung der Masse, so stößt man schnell an die Grenzen der heutigen Erkenntnis. So weiß man, dass die sichtbare Materie im

Universum, also die Sterne und das Gas zwischen ihnen, ihre Masse zu mehr als 99,9 Prozent den Protonen und Neutronen verdankt, aus denen die Atomkerne aufgebaut sind. Jeder dieser Kernbausteine oder Nukleonen besteht aus drei Quarks, die von „Klebeilchen“, den Gluonen, zusammengehalten werden. Die Quarks erhalten ihre Masse vermutlich durch das Wechselspiel mit dem noch hypothetischen Higgs-Teilchen, das man mit dem neuen Teilchenbeschleuniger des europäischen Forschungszentrums Cern bei Genf zu entdecken hofft. Allerdings tragen die drei Quarks eines Nukleons lediglich fünf Prozent zu dessen Masse bei. Woher die restliche Masse kommt, hat jetzt eine internationale Forschergruppe ermittelt.

Für ihre Untersuchung benutzten die Wissenschaftler um Stephan Dürr vom John von Neumann-Institut in Zeuthen und Zoltan Fodor von der Bergischen Universität Wuppertal keinen Teilchenbeschleuniger, sondern den Supercomputer „Jugene“ des Forschungszentrums Jülich. Dieser Rechner ist mit 180 Teraflops (Billionen Rechenoperationen pro Sekunde) der derzeit schnellste Computer Europas. Mit ihm berechneten die Forscher die Energie, mit der die Quarks im Innern eines Protons oder Neutrons aneinander gebunden sind. Da diese Bindungsenergie nach Einsteins bekannter Formel $E = m \cdot c^2$ einer Masse entspricht, ergibt sie zusammen mit der Masse der Quarks die Gesamtmasse des Nukleons.

Im Innern des Nukleons

Wie die Quarks zusammengehalten werden, beschreibt die Theorie der starken Wechselwirkung, die Quantenchromodynamik, die ein wichtiger Bestandteil des anerkannten Standardmodells der Elementarteilchenphysik ist. Danach besitzen die Quarks neben ihrer elektrischen Ladung auch eine unsichtbare Farbladung - „rot“, „grün“ oder „blau“ -, mit der sie sich über Distanzen von einem Protonendurchmesser stark anziehen. Dazu tauschen sie Gluonen aus, die eine Kombination von zwei Farbladungen tragen. Die „bunten“ Klebeilchen treten nicht nur mit den Quarks, sondern auch untereinander in Wechselwirkung, wodurch die Verhältnisse im Innern eines Nukleons ziemlich kompliziert werden. Doch damit nicht genug.

Gemäß der Unschärferelation Werner Heisenbergs kann sich die Zahl der Quarks und Gluonen in einem Kernbaustein kurzzeitig ändern. Quarks und ihre Antiteilchen sowie Gluonen können gewissermaßen aus dem Nichts entstehen, miteinander wechselwirken und wieder vergehen. So tragen auch diese „virtuellen“ Teilchen zur Bindungsenergie und damit zur Masse des Kernbausteins bei.

Näherungsweise Berechnung

Die Bindungsenergie wird schließlich so groß, dass es nicht gelingt, ein einzelnes Quark aus dem Innern eines Kernbausteins herauszuholen. Versucht man, ein Quark mit einem schnell fliegenden Teilchen aus dem Quarkverband im Innern des Nukleons herauszuschießen, so wandelt sich die Bewegungsenergie des Projektils in zusätzliche Quarks um, die dann gemeinsam mit dem getroffenen Quark den Kernbaustein verlassen. Weil sich die Farbladungen dieser Quarkverbände zu einem neutralen „Weiß“ addieren, können die Gluonen sie nicht mehr im Innern des Nukleons festhalten. Einzelne Quarks, die stets „farbig“ sind, treten folglich niemals isoliert auf. Deshalb ist es unmöglich, ein Nukleon in seine einzelnen Bestandteile - also in Quarks und Gluonen - zu zerlegen.

1 | **2** [Nächste Seite](#) | [Artikel auf einer Seite](#)

[Zur Homepage](#)

Themen zu diesem Beitrag: [Jülich](#) | [Europa](#) | [Genf](#) | [Cern](#) | [Alle Themen](#)

Hier können Sie die Rechte an diesem Artikel erwerben

Weitere Empfehlungen

Ingenieurmangel

Die verschwundene Lücke kommt wieder

Der Ingenieurmangel galt jahrelang als Mantra der Industrie und der Berufsvertreter. Jetzt hat er sich auf subtile Weise aus dem Staub gemacht - und wird in zehn Jahren zurückerwartet. [Mehr](#)

Von GEORG GIERSBERG

15.04.2015, 06:00 Uhr | [Beruf-Chance](#)



Ebola

Forscher entwickeln Impfstoff und Schnelltest

Forscher in Lausanne haben Tests mit einem Impfstoff gegen Ebola begonnen. Erste Ergebnisse sollen im Januar vorliegen. [Mehr](#)
05.11.2014, 14:07 Uhr | Wissen



Anzeige

Evolutionäres Erbe

Unfruchtbarkeit als Vorteil?

Paradoxon der Reproduktionsmedizin: Haben sich beim Menschen Erbinformationen durchgesetzt, die die Fortpflanzung stören? Amerikanische Forscher liefern eine mögliche Erklärung. [Mehr](#) Von SONJA KASTILAN
11.04.2015, 09:16 Uhr | Wissen



Nepal

Massenschlachtung bei Hindu-Ritual

Blutiges Ritual im nepalesischen Bariyarpur: Massen von Hindu-Pilgern schlachten dort tausende Tiere, um sich die Göttin Gadhimai gewogen zu machen. Tierschützer hatten gegen die Massenschlachtung interveniert - erfolglos. [Mehr](#)
29.11.2014, 21:35 Uhr | Gesellschaft



Grabungen in Mainz

Tiefer Blick in christliche Geschichte

Es begann mit einer Renovierung. Jetzt ist die Johanniskirche in Mainz ein Ort, an dem sich Archäologen bis in die Römerzeit graben und Knochen ans Tageslicht heben. Die Gemeinde feiert Ostern auswärts. [Mehr](#) Von MARKUS SCHUG, MAINZ
06.04.2015, 08:53 Uhr | Rhein-Main

