

Das Xi – ein neues Familienmitglied [06. Jul.]

Es ist der gleiche Ort, an dem vor einigen Jahren das lange vorhergesagte, geheimnisvolle **Higgs-Boson** [1, 2] entdeckt wurde: Der **LHC** (*Large Hadron Collider*) [1] des **CERN** [1], dem europäischen Kernforschungszentrum, betreibt einen *Teilchenbeschleuniger* [1], der sich in einem 27-Kilometer messenden kreisförmigen Tunnel unterhalb der Grenze zwischen der Schweiz und Frankreich befindet.

Heute, am 6. Juli, gaben Wissenschaftler des CERN im Rahmen der *EPS-Konferenz zur Hochenergiephysik* [1] in Venedig die **Entdeckung eines neuen Teilchens** mit dem *LHCb-Experiment* [1] bekannt.

Im Prinzip ist die Entdeckung eines neuen Teilchens nichts Neues: Die Existenz des Higgs-Teilchens wurde ebenfalls vor Jahren vorhergesagt, jedoch erst Jahrzehnte später – dank der modernsten Technik am LHC – entdeckt. Viele Wissenschaftler hatten nicht daran geglaubt.

Das Standardmodell

Das *Standardmodell der Elementarteilchen* („Standardmodell“) [1] beschreibt die grundlegendsten Bausteine der Teilchenphysik, die sog. **Elementarteilchen** [1]. Bei den Elementarteilchen unterscheidet man zwischen *Fermionen* [1] und *Bosonen* [1]. Die Gruppe der Fermionen unterteilt sich in 2 Kategorien: *Leptonen* [1] – wie die *Elektronen* [1] – und **Quarks** [1].

Wir kennen **6 Arten von Quarks**, die jeweils unterschiedliche Eigenschaften (*flavors* [1]) besitzen: *up-*, *down-*, *charm-*, *strange-*, *top-* und *bottom-Quarks*. Teilchen, die aus 3 Quarks bestehen, bezeichnen wir als *Baryonen* [1]; Beispiele hierfür sind *Neutronen* [1] und *Protonen* [1].

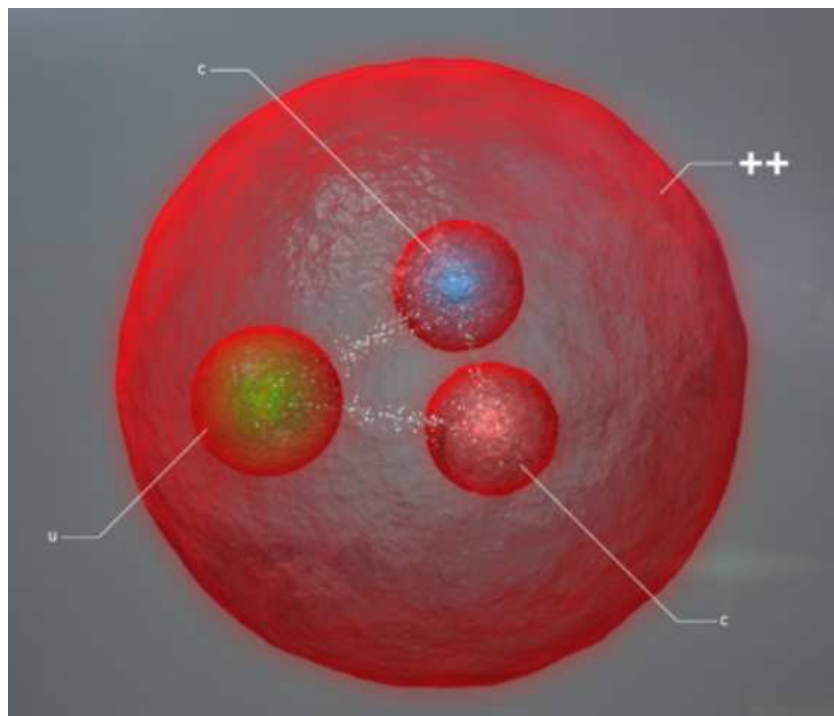
Das neue Teilchen – das Xi

Bei der Entdeckung des neuen, aus 3 Quarks bestehenden Teilchens handelt es sich um ein Teilchen, das aus **zwei schweren Quarks** besteht. Die Existenz derartiger Teilchen wird vom Standardmodell der Elementarteilchen vorhergesagt, jedoch konnte die Existenz erstmals in diesem Jahr erstmals experimentell bestätigt werden.

Abb. 1 Künstlerische Darstellung des neu entdeckten Xi-Teilchens.

Das neu entdeckte Xi-Teilchen besteht aus zwei schweren (c) und einem leichten Quark (u).

© D. Dominguez/CERN



Das **neue Teilchen**, das Ξ_{cc}^{++} bzw. Xi_{cc}^{++} (Xi-cc++, ausgesprochen „Ksi-CC plus-plus“; „Xi“) [1], ist ein derartiges **doppeltes charm-Baryon** [1] (Abb. 1). Das bedeutet, es handelt sich um ein Baryon, das aus 2 charm-Quarks besteht, das dritte Quark im Bunde ist ein up-Quark.

Bei der charm-Eigenschaft handelt es sich um die Beteiligung eines der vier schweren Quarks, d.h. charm, strange, top und botton; bei den up- bzw. down-Quarks handelt es sich dagegen um relativ leichte Vertreter der Quarkfamilie.

Bei dem Xi-Teilchen handelt es sich um ein spezielles, aus 3 Quarks bestehendes Teilchen; die bisher beobachteten bzw. experimentell nachgewiesenen, aus Quarks bestehenden Teilchen besitzen lediglich ein schweres Quark. Beispielsweise besteht ein Proton aus 2 up-Quarks und einem down-Quark; ein Neutron besitzt 2 down-Quarks und ein up-Quark.

Hochgeschwindigkeitskollisionen am Teilchenbeschleuniger haben das neue Teilchen für einen Bruchteil einer Sekunde „sichtbar“ werden lassen. Das klingt zwar kurz, für die Teilchenphysiker lebte das in der Natur nicht mehr vorkommende Teilchen jedoch relativ lange. Das Xi machte sich durch seinen **Zerfall** in ein Λ_c^+ -Baryon [1] und drei leichtere Mesonen (K^- , π^+ und π^+) [1] bemerkbar (Abb. 2).

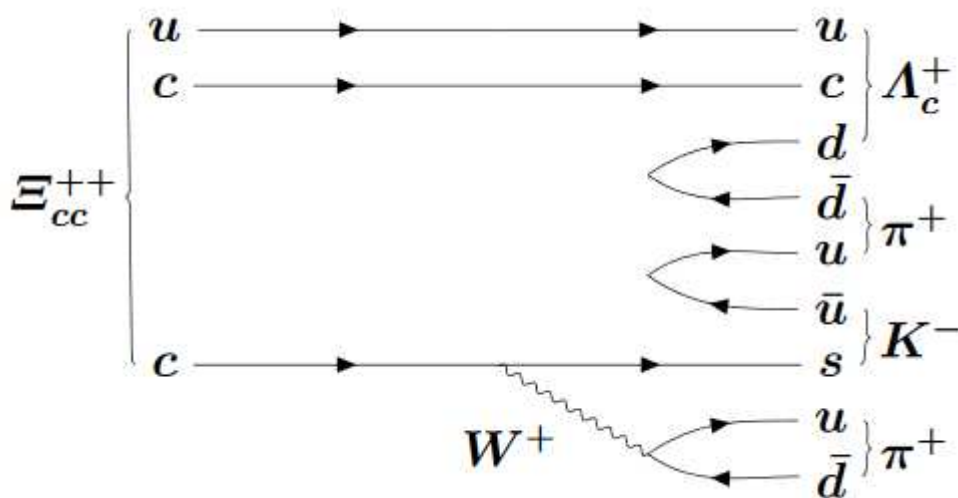


Abb. 2 Schematische Darstellung des Zerfalls des Xi-Teilchens.

Das Feynman-Diagramm [1] zeigt den Zerfalls des Xi-Teilchens (links) in ein Λ_c^+ -Baryon, bestehend aus einem u-, einem d- und einem c-Quark, und in drei Mesonen, K^- , π^+ und π^+ , (rechts außen), jeweils bestehend aus zwei Quarksorten.

© [3]

Der *Sprecher des CERN* [1] beschreibt das Verhalten der beiden schweren Quarks als **Tanz** wie bei der Wechselwirkung in einem *Doppelsternsystems* [1], bestehend aus 2 Sternen, in dem das dritte, leichtere Quark das (umeinander) tanzende Paar umkreist.

Die Messungen am LHC weisen darauf hin, daß das Xi eine **Masse** von $3.621 \text{ MeV}/c^2$ [1] besitzt; damit ist es aufgrund der beiden beteiligten schweren Quarks etwa 3,5 mal schwerer als ein Proton oder ein Neutron.

Im Einklang und wieder nicht

Die Kombination aus 3 Quarks im Xi-Teilchen entspricht der Vorhersage des Standardmodells. Bei extremen Energien - wie sie kurz nach dem Urknall herrschten und im LHC simuliert werden - bricht das Standardmodell zusammen. Die Existenz des Xi-Teilchens deutet auf die Gültigkeit des Standardmodells bei den beteiligten Energien und weist darauf hin, daß das

Standardmodell eine funktionierende, vollständige Theorie zur Beschreibung des frühen Universums ist.

Damit ist das Standardmodell eine der erfolgreichsten wissenschaftlichen Theorien. Es beschreibt Phänomene von der *Kernfusion* [1] bis zur Erzeugung des Higgs-Teilchens.

Dennoch ist das Standardmodell unvollständig, da es die *Relativitätstheorie Einsteins* [1] nicht enthält; daher kann das Modell physikalische Phänomene wie die *Gravitationswellen* [1] nicht beschreiben. Zudem erklärt es bisher nicht die Existenz der *Dunklen Materie* [1] und der *Dunklen Energie* [1], die zusammen rund 95 Prozent der gesamten Energie des Universums ausmachen.

Aussichten

Das neu entdeckte Teilchen könnte dazu beitragen, die Kraft zu beschreiben, die Materie zusammenhält, die sog. *starke Kernkraft* [1], und die Frühphase des Universums besser zu verstehen.

Dennoch werden einige Physiker ihre Suche nach der Unvollständigkeit des Standardmodells fortsetzen. Das Xi-Teilchen ist offensichtlich nicht auf ihrer Seite, es hält sich bisher an die Vorhersagen.

Möglicherweise existierten weitere Teilchen, die aus zwei schweren Quarks bestehen. Nun wollen die Forscher am LHC nach weiteren Brüdern und Schwestern des Xi suchen.

Falls Sie Fragen und Anregungen zu diesem Thema haben, schreiben Sie uns unter **kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu**

Ihre

IG Hutzi Spechtler – Yasmin A. Walter

Quellenangaben:

[1] Mehr Information über astronomische Begriffe
www.wikipedia.de

[2] Mehr Information über das *Higgs-Teilchen* und andere neue Teilchen
http://www.ig-hutzi-spechtler.eu/aktuelles_finaler_reboot.html
http://www.ig-hutzi-spechtler.eu/aktuelles_neues_elementarteilchen.html
http://www.ig-hutzi-spechtler.eu/aktuelles_noch_mehr_quark.html
<http://theskyatnight.de/sites/default/files/neues%20elementarteilchen%20lhc%20-%20nachgehakt%20-%20apr%202016%20-%20tsan.pdf>

[3] Mehr Information zur Entdeckung des Xi
CERN-EP-2017-156, LHCb-PAPER-2017-018 (6 July 2017)
<https://home.cern>
<https://www.newscientist.com>