



Physiker spüren Geheimnissen der kleinsten Bausteine aller Materie nach

Gesucht: das flüchtigste Teilchen der Welt

Wer sucht, der findet – eine Weisheit, deren Einfachheit schon dem Alltag oft nicht standhält. Und erst in der Physik! Um ihr Standardmodell zu komplettieren, fehlt der Wissenschaft noch ein elementares Partikel: das Higgs-Teilchen, das allen anderen Grundbausteinen des Universums ihre Masse verleiht. Um es zu finden, stellen Karlsruher Forscher und ihre Kollegen aus der ganzen Welt präzise Berechnungen und Milliarden von Messungen an. <VON CHRISTIAN MEIER>



Buchhandlung in
anstalter: Kulturverein
nde Puchheim - P

nd mehr

haus
chnell - Vor

SUBSHI

Sollte auch
schicht

sein, so

GI
Von

Wineist
To

"Ein Ch

14 Januar
FJC Puch



Die Siliziumsensoren machen den Spurendetektor enorm empfindlich und schnell.

Im Jahre 1995 waren Forscher der Universität Karlsruhe an der Entdeckung des schwersten aller Elementarteilchen, dem Top-Quark, am Fermilab nahe Chicago beteiligt. Das Top-Quark existierte nur für eine unvorstellbar kurze Zeitspanne nach dem Urknall und kann heute nur künstlich in Teilchenbeschleunigern erzeugt werden. Seine Existenz wurde theoretisch vorhergesagt, die Entdeckung wurde seit 1977 erwartet. Dass es dann noch 18 Jahre dauerte, hat mit Einsteins berühmter Formel $E=mc^2$ zu tun. Um Teilchen mit großer Masse zu erzeugen, müssen Protonen oder andere geladene Teilchen mit einer entsprechend großen Energie aufeinander geschossen werden, was im Fall des Top-Quarks erst mit dem Tevatron am Fermilab möglich wurde, dem derzeit noch stärksten Teilchenbeschleuniger. Bei einem solchen Zusammenstoß wird ein Teil der Bewegungsenergie in ein Paar von Elementarteilchen umgewandelt – in diesem Falle eben ein Top-Quark und sein Antimateriepartner, das Anti-Top-Quark.

Nun steht die Physik wieder vor einem bedeutenden Fund: Um ihr Standard-

modell zu vervollständigen, jener Theorie, die für die uns bekannten vier Prozent der Welt zuständig ist, fehlt ihr noch ein elementares Partikel – das Higgs-Teilchen, das allen anderen Grundbausteinen des Universums ihre Masse verleiht. Und wieder wirken Karlsruher Wissenschaftler maßgeblich an der vielversprechenden Suche mit. Die Teilchenjäger rechnen damit, dass das Higgs-Teilchen etwas leichter ist als das Top-Quark. Um es zuverlässig nachzuweisen, bedarf es nicht nur hoher Energie. Der Grund: Das Higgs-Teilchen entsteht sehr selten und seine Zerfallsprozesse, die unmittelbar nach seiner Erzeugung einsetzen, ähneln denen vieler anderer bei Protonenstößen entstehenden Elementarteilchen sehr.

Entscheidend für den Erfolg der Suche im undurchsichtigen Teilchengewirr ist daher eine exakte Beschreibung des Teilchens: Theoretische Physiker berechnen die

etwa 20 Wissenschaftler um eine Art Phantombild des Higgs-Teilchens. Die Causa Higgs ist zeitaufwändig: „Vor knapp zehn Jahren haben unsere ersten Berechnungen begonnen“, sagt Professor Dr. Dieter Zeppenfeld, Leiter des Instituts. Wie Detektive im Krimi das nächste Verbrechen eines Serientäters vorhersehen, versuchten die Karlsruher Theoretiker mit Präzisionsrechnungen das Verhalten des Higgs-Teilchens im Beschleuniger vorauszusagen. Bei der Suche nach Besonderheiten wurden sie schließlich fündig: „Wir schlagen vor, nicht wie bei der Suche nach neuen Teilchen üblich nur die Zerfallsprodukte des Higgs zu untersuchen, sondern nach einem bestimmten Prozess zu suchen, der das Higgs-Teilchen erzeugt“, sagt Zeppenfeld. Dieser Prozess zeichnet sich dadurch aus, dass zwei charakteristische Strahlen von Quarks in entgegengesetzter Richtung den Entstehungspunkt des Higgs-Teilchens verlassen.

Doch selbst wenn man diesen Fingerabdruck des seltenen Geisterteilchens in den Daten findet, kann man noch lange nicht sicher sein, dass er nicht rein zufällig dort auftaucht. Das kann man erst nach einer Unmenge von Einzelmessungen ausschließen: „Man muss Hunderttausend Milliarden Kollisionen auswerten, um ein Higgs-Teilchen sicher nachweisen zu können“, sagt Professor Dr. Thomas Müller vom Institut für Experimentelle Kernphysik und Sprecher des Centrums für Elementarteilchen- und Astroteilchenphysik (CETA) der Universität und des Forschungszentrums Karlsruhe. Um diese gewaltige Menge an Beobachtungen in einer annehmbaren Zeit zu schaffen, müssen die Forscher möglichst viele

„Man muss Hunderttausend Milliarden Kollisionen auswerten, um ein Higgs-Teilchen nachweisen zu können“

Eigenarten im Lebensweg der verschiedenen beim Protonenstoß entstehenden Partikel, um sie von anderen unterscheiden zu können. Im Institut für Theoretische Physik der Universität Karlsruhe kümmern sich

Messungen möglichst schnell anstellen. Dafür sind sie jetzt gerüstet. Im Sommer dieses Jahres haben CETA-Forscher zusammen mit 700 Physikern aus aller Welt für einen der größten Teilchendetektoren eine Art Digital-



Der Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider wird ab 2008 Protonen mit bisher unerreichter Energie aufeinander prallen lassen.

kamera fertiggestellt, die 40 Millionen Aufnahmen pro Sekunde machen kann. So oft werden ab Herbst 2007 am weltgrößten Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider (LHC) im CERN, dem Europäischen Labor für Teilchenphysik bei Genf, Protonen mit beinahe Lichtgeschwindigkeit aufeinanderprallen. Der LHC wird Protonen mit siebenmal mehr Energie aufeinander schießen als Tevatron, der Protonenstrahl ist hundert Mal intensiver. Bei jeder Kollision entstehen Hunderte von Teilchen, deren Flugbahnen die Teilchenkamera auf einen Viertel Haardurchmesser genau aufzeichnet. Die Kamera bildet den Kern des CMS-Detektors (Compact Muon Solenoid), der schwerer sein wird als der Eiffelturm und derzeit am LHC montiert wird. Neben der Kamera für

die Flugbahnen der Teilchen enthält er Kristalle, die ihre Energie sehr genau messen sollen. CMS wird dabei kein Teilchen entgehen. Die Physiker rechnen damit, das Higgs-Teilchen bis Ende 2009 zu finden. Ein lange Zeit der Vorbereitung würde dann zu Ende gehen: „1983 habe ich als Doktorand Berechnungen zur Physik am damals schon konzipierten LHC vorgenommen. 25 Jahre später beginnen endlich die Messungen“, so Zeppenfeld. Thomas Müller forscht gar schon seit 1979 an den Entdeckungsmaschinen und hofft auf eine reiche Ausbeute im kommenden Jahrzehnt, gerade auch bei der Entdeckung des Higgs-Teilchens, „einem wichtigen Teilgebiet aller Aktivitäten von CERN auf dem Weg zur fundamentalen Erkenntnis über die Natur und ihren Ursprung.“ ■

Info

Das Higgs-Teilchen

Das Standardmodell der kleinsten Teilchen und der Kräfte zwischen ihnen erklärt mittels des Higgs-Mechanismus, warum die Elementarteilchen verschiedene Massen haben und wo die Masse eigentlich herkommt. Der schottische Physiker Peter Higgs schlug 1964 diesen Mechanismus vor, nach dem ein allgegenwärtiges Kraftfeld den Elementarteilchen ihre Masse verleiht. Wie jedes Kraftfeld manifestiert sich dieses Higgs-Feld durch Quanten, also Teilchen. Das Quant des elektromagnetischen Feldes ist zum Beispiel das Photon. Das Quant des Higgs-Feldes ist das Higgs-Teilchen. Das Standardmodell legt die Masse des Higgs-Teilchens selber nicht genau fest. Offenbar ist es schwerer als ein Zinnatom, denn sonst wäre es an den existierenden Teilchenbeschleunigern schon direkt nachgewiesen worden. Indirekte Messungen in Verbindung mit theoretischen Überlegungen legen eine Masse von weniger als zwei Zinnatomen nahe. <cm>

Bund fördert Karlsruher Teilchenphysiker

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert die Grundlagenforschung in der Teilchenphysik in den kommenden drei Jahren mit 75 Millionen Euro.

9,5 Millionen Euro gehen an ein Projekt, an dem die Universität Karlsruhe maßgeblich beteiligt ist: Der Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider am Europäischen Zentrum für Teilchenphysik CERN bei Genf wird ab 2008 Protonen mit bisher unerreichter Energie aufeinander prallen lassen. Der hausgroße, 12.000 Tonnen schwere Elementarteilchen-Detektor CMS (Compact Muon Solenoid) fängt die bei den Kollisionen entstehenden Teilchen auf und identifiziert sie. Die Daten werden anschließend in einem weltweiten Computernetzwerk (Grid) verarbeitet. Herzstück von CMS ist ein Spurendetektor, der die Bahnen der Teilchen aufzeichnet, die explosionsartig den Kollisionspunkt verlassen. Er ist aus 25.000 Siliziumsensoren zusammengesetzt – etwa ein Fünftel haben ihn in elfjähriger Arbeit, Wissenschaftler der Universität und des Forschungszentrums Karlsruhe, entwickelt, hergestellt und getestet. <ele>



Wissenschaftler der Universität und des Forschungszentrums Karlsruhe haben ein Fünftel der Siliziumsensoren entwickelt, hergestellt und getestet, aus denen der neue Spurendetektor am CERN zusammengesetzt ist.