

Und wenn sie gar nichts finden?

Ein Grosseperiment am Cern schafft Klarheit darüber, ob es das lange gesuchte **Higgs-Teilchen** tatsächlich gibt

Mit dem Higgs-Teilchen erklären die Physiker die Masse. Wenn es auch mit dem neuen Teilchenbeschleuniger am Cern nicht gefunden wird, so muss die Physik über die Bücher. Nicht alle Forscher hätten etwas dagegen.

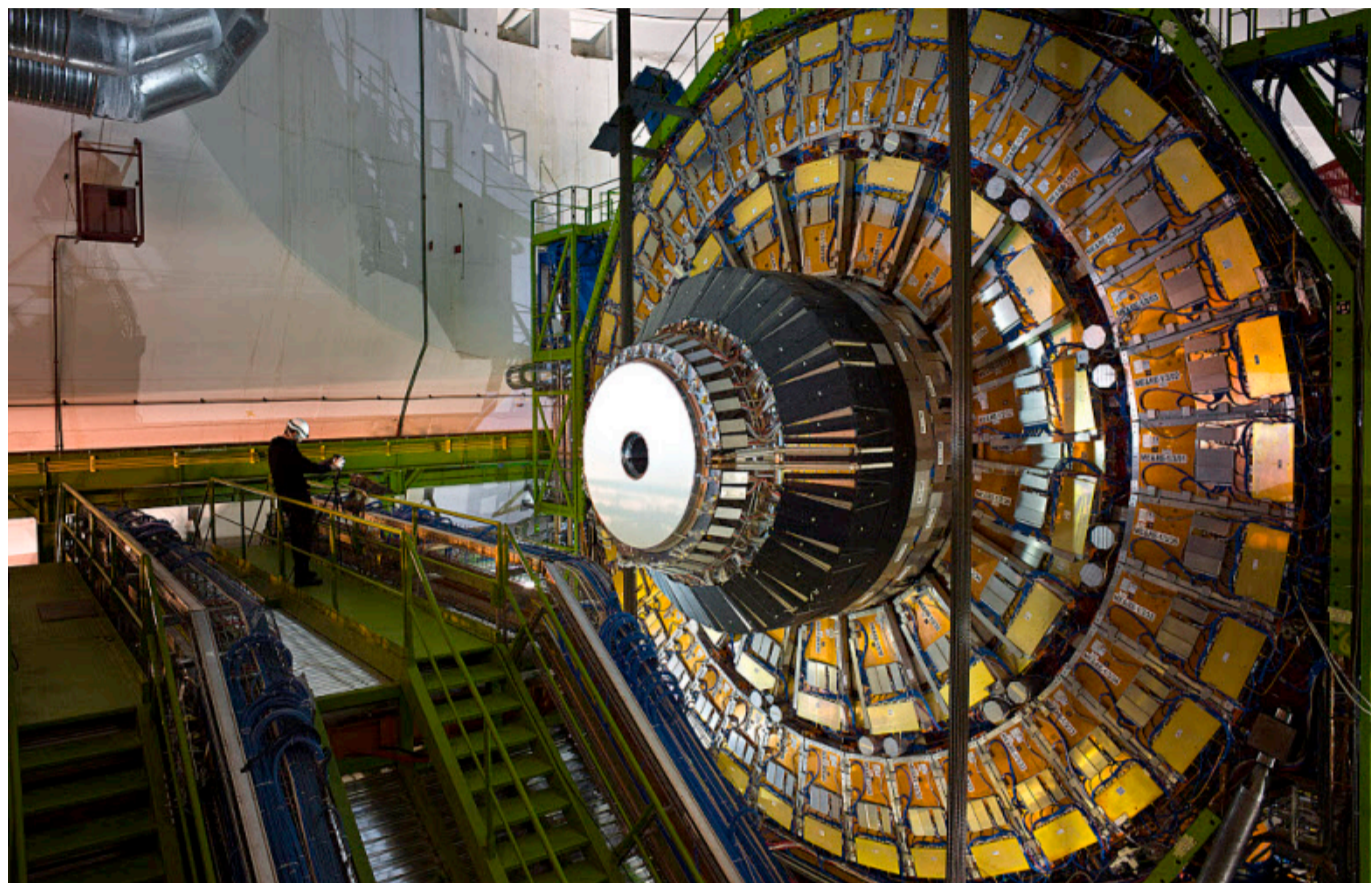
FABIO BERGAMIN

Es ist das letzte fehlende Teilchen im Puzzle der modernen Physik: Das Higgs-Teilchen würde erklären, warum die Bestandteile des Universums überhaupt eine Masse haben. Die führende Theorie der Teilchenphysik sagt die Existenz dieses Higgs-Teilchens voraus. Experimentell nachgewiesen wurde es bisher allerdings nicht, obschon seit 30 Jahren mit grossem Aufwand danach gesucht wird. Mit immer neuen Teilchenbeschleunigern versuchte die Physikergemeinde, das Teilchen habhaft zu werden. Man reizte die mit immer grösseren Energien operierenden gigantischen «Mikroskope» der Teilchenphysiker jeweils bis zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit aus – bis jetzt vergeblich. Das Higgs-Teilchen ist noch immer bloss Theorie.

Doch das soll sich nun ändern. Der neueste Teilchenbeschleuniger am Cern bei Genf ist der stärkste je gebaute Beschleuniger. Er sollte, wenn die theoretischen Prognosen stimmen, endlich die technischen Voraussetzungen mitbringen, um das Higgs-Teilchen nachweisen zu können. In drei Monaten geht der Large Hadron Collider (LHC) in Betrieb. Geladene Teilchen werden dabei 100 Meter unter der Erde in einem 27 Kilometer langen Ringtunnel beinahe auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und anschliessend aufeinander geschossen. Die Zerfallsprodukte, die bei der Kollision zweier Teilchen entstehen, werden von riesigen, bis zu fünf Stockwerken hohen Detektoren registriert. Die meisten dieser Zerfallsprodukte werden bereits bekannte Partikel sein. Doch falls es das Higgs-Teilchen tatsächlich gibt, müsste sich auch dieses im registrierten Datenschwung finden lassen.

Masse des Teilchens unbekannt

Die Jagd nach dem Higgs-Teilchen kommt allerdings auch mit dem LHC der sprichwörtlichen Suche nach einer Nadel in einem Heuhaufen gleich. Zum einen dürfte das Teilchen sehr instabil sein und zerfallen, kurz nachdem es entstanden ist, zum anderen müssen Hin-



Mit riesigen Detektoren auf die Jagd nach dem Higgs-Teilchen: Der ganze Beschleuniger kostete 10 Milliarden Franken. MAXIMILIEN BRICE

weise auf das Higgs-Teilchen aus dem Hintergrundrauschen herausgefiltert werden, das von anderen Zerfallsprodukten verursacht wird. Erschwerend kommt dazu, dass die gängige Theorie der Teilchenphysik zwar die Existenz des Higgs-Teilchens voraussagt, nicht jedoch seine Masse. Aufgrund von Berechnungen und bisherigen Messungen mit anderen Beschleunigern haben sich Physiker lediglich eine grobe Ahnung, in welchem Bereich sie liegen muss. «Der LHC liefert genügend

Energie, um diesen ganzen Massenbereich abzudecken», sagt Günther Dissertori, Teilchenphysiker an der ETH Zürich. «Wenn es ein Higgs-Teilchen gibt, werden wir es mit dem LHC entdecken.» Die Gemeinschaft der Physiker wartet gespannt darauf, das Teilchen experimentell nachweisen zu können. Dass es überhaupt existiert, ist jedoch keineswegs sicher. «Das Higgs-Teilchen ist die simpelste Art und Weise, wie sich Physiker das Vorhandensein von Masse erklä-

ren», sagt Hanspeter Beck, Hochenergiephysiker an der Uni Bern. «Weil man davon ausgeht, die Natur habe im Kern eine einfache Erklärung, hat man diese Theorie am liebsten.»

Erste Ergebnisse im Herbst

Wie schnell man das Teilchen am Cern finden wird – wenn es denn existiert –, hängt von seiner Masse ab. Denn je nach Massenbereich gibt es mit dem LHC mehr oder weniger Hintergrundrauschen durch

den Zerfall anderer Elementarteilchen. Je mehr Hintergrundaktivität, desto länger muss der LHC laufen, um das Higgs-Teilchen mit statistischen Mitteln eindeutig nachzuweisen. «Wir erwarten bereits im Herbst die ersten Daten», so Dissertori. Wenn das Higgs-Teilchen allerdings sehr leicht sei, dann könne es zwei oder drei Jahre länger dauern.

Was ist, wenn der neue Beschleuniger am Cern keine neuen Hinweise auf das Higgs-Teilchen liefert? «Wenn wir es mit dem LHC

nicht finden, wissen wir, dass es nicht da ist», sagt Dissertori. «Funktioniert alles wie geplant, reichen dazu vermutlich vier bis fünf Jahre.» Ohne das Higgs-Teilchen würde die derzeit gängigste Erklärung, wie Masse entsteht, in sich zusammenbrechen. Die Teilchenphysiker müssten über die Bücher.

Ein Higgs-Teilchen oder mehrere

Bereits in den letzten Jahren haben sich Wissenschaftler alternative Mechanismen ausgedacht, mit denen sie Masse auch ohne ein Higgs-Teilchen erklären. Zum Teil sagen diese voraus, dass das Higgs-Teilchen kein eigentliches Elementarteilchen ist, sondern aus anderen Teilchen zusammengesetzt ist. Andere Theoretiker machen Effekte in zusätzlichen Dimensionen für die Masse in den sichtbaren Dimensionen verantwortlich. Und eine dritte Theorie – die von vielen Physikern als plausibel angesehen wird – sieht nicht nur ein einziges, sondern mehrere Higgs-Teilchen von unterschiedlicher Masse vor.

Ein Beispiel für die letzte Theorie ist die sogenannte Supersymmetrie. Sie sagt nicht nur mehrere Higgs-Teilchen voraus, sondern auch, dass jedes Elementarteilchen – wie Elektronen oder Quarks – ein Partnerteilchen mit ähnlichen Eigenschaften, aber unterschiedlicher Masse hat. Die Anzahl Elementarteilchen im «Zoo» der Teilchenphysiker würde sich damit verdoppeln.

Wie das Higgs-Teilchen hat man auch diese supersymmetrischen Teilchen noch nicht entdeckt, weil sie zu schwer sind, um mit den bisherigen Teilchenbeschleunigern hergestellt zu werden. Beim LHC könnte die Energie ausreichen. «Neben dem Higgs-Programm ist die Suche nach supersymmetrischen Teilchen das zweitgrösste Physikprogramm am LHC», sagt Dissertori. Die Supersymmetrie ist auch deshalb sehr bedeutend, weil es in dieser Theorie Teilchen gibt, die als Kandidaten für die vor 75 Jahren postulierte dunkle Materie infrage kommen. Von der dunklen Materie hängen wichtige Theorien der Kosmologie ab.

Die am LHC beteiligten Physiker hoffen deshalb, mit dem neuen Beschleuniger nicht nur eines oder allenfalls mehrere Higgs-Teilchen zu finden, sondern auch Hinweise auf die Supersymmetrie. «Wenn wir nur das Higgs-Teilchen finden und sonst nichts, wäre das fast enttäuschend», sagt Hanspeter Beck. «Kein Higgs-Teilchen zu finden wäre hingegen spannend. Das würde heissen, wir müssen nach einem anderen Mechanismus suchen.»

DAS GÖTTLICHE TEILCHEN

Theorie und Praxis der Masse

«The goddam particle» wollte der Nobelpreisträger Leon Lederman sein Buch über das Higgs-Teilchen ursprünglich nennen – das gottverdammte Teilchen. Doch sein Verleger entschied sich für einen anderen Titel: «Das göttliche Teilchen». Dies brachte den schottischen Physiker Peter Higgs, der das Teilchen vor über 40 Jahren postulierte, in Verlegenheit: Er ist ein überzeugter Atheist. Dennoch wird das Higgs-Teilchen seither landläufig als «göttliches Teilchen» bezeichnet.

In den Sechzigerjahren beschäftigte sich Higgs mit dem sogenannten Standardmodell der Teilchenphysik. Diese Theorie erklärt alle bekannten Teilchen sowie die Kräfte, die zwischen ihnen wirken. Sie hat jedoch einen Fehler: Nach ihr sind alle Partikel, aus denen die Welt zusammengesetzt ist, masselos, und sie bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit. Dies ist aber offensichtlich nicht der Fall: Wir alle bewegen etwas und bewegen uns eher gemächlich.

Peter Higgs sowie praktisch zeitgleich unabhängig von ihm die beiden belgischen Physiker Robert Brout und François Englert präsentierten 1964 einen Lösungsvorschlag. Nach ihnen bremsen ein das ganze Universum durchdringendes Feld die Elementarteilchen ab. Verursacht wird dieses – bisher nicht nachgewiesene – Feld durch die Higgs-Teilchen. Higgs vergleicht die Wirkung der nach ihm benannten Teilchen mit Partygästen: So wie eine wichtige Person, die

an eine Party geht, von den anderen Gästen umgeben wird und so «an Masse gewinnt», werden auch Elementarteilchen schwerer, die sich im Higgs-Feld bewegen.

Solange das Higgs-Teilchen jedoch nicht nachgewiesen ist, ist auch die Theorie vom Higgs-Feld nicht bewiesen. Sollte die Suche nach dem Higgs-Teilchen in den nächsten Jahren von Erfolg gekrönt sein, wäre Peter Higgs allerdings ein ernsthafter Kandidat für den Nobelpreis in Physik. (bef)

WISSENTIPP

Keine Rabeneltern

Raben und Krähen sind schlaue Biester mit schlechtem Ruf. Wegen ihrer sehr guten Auffassungsgabe und Lernfähigkeit gehören sie zu den **intelligentesten Vögeln** überhaupt. Ihr Ruf ist in verschiedenen Kulturen allerdings ganz unterschiedlich: Bei einigen Völkern waren sie **Götterboten** oder heilige Tiere, bei anderen Kulturen galten Raben als Unheilsbringer und Hexenvögel. Auch sind Rabenvögel keine Rabeneltern: Eine Rabenfamilie hält für längere Zeit zusammen, teilweise bis zur nächsten Brutzeit.

Eine Ausstellung im **Naturmuseum Solothurn** vermittelt einen Einblick in die Lebensweise der Rabenvögel, klärt Mythen auf und nennt die Gründe für Konflikte mit diesen Vögeln. Am Klosterplatz 2 bis am 5. Oktober. Weitere Informationen: www.naturmuseum-so.ch. Der Eintritt ins Naturmuseum ist frei. (pd)

KÖRPERSPRACHE

Die Venen der Venus

Früher nannte man die Geschlechtskrankheiten, insbesondere die Syphilis, «Venerische Krankheiten», eine wenig schmeichelhafte Ehrenbezeichnung an Venus, die Liebesgöttin. Johann Heinrich Zedler gibt in seinem Universallexikon von 1754 eine ebenso kluge wie lebhaft Schilderung davon, wie das Leiden nach Europa gekommen ist: Er sieht den Ursprung auf der von Kolumbus zuerst besuchten «Insul Hispaniola» – eine Einschätzung, die bis heute Bestand hat.

Es sei «leicht zu begreifen, dass die Matrosen auf dieser Insel mit den Einwohnern derselben in eine verbotene und gar zu genaue Gemeinschaft sich werden eingelassen haben». Die Franzosen, die bisweilen auch als Namensgeber herhalten mussten («französische Krankheit»), treffe keine Schuld, die Seuche sei zunächst «unter den Spaniern und nachher Neapoli-

tanern heimlich und gleichsam einzeln herum gegangen», um dann in der französischen Armee das erste Mal als grosse Epidemie aufzutreten. Wie das zugegangen ist, malt Zedler wiederum in satten Farben: Die Franzosen wurden «Meister von Neapolis, mithin auch von dem Neapolitanischen Frauenzimmer; und da diese vorher von den Spaniern mit einem hässlichen Lohne heimlich waren bezahlet worden, so war es billig, dass sie solchen den Franzosen, also ihren Ueberwindern, wieder zukommen liessen».

Es läge nahe, in dem Zusammenhang die Venen zu denken, durch die das «venerische Gift» zirkulierte. Auch einige Vampir-Mythen bedienen das venerisch-sinnliche Motiv, und der Blutsauger zapft ja gern die (ausser liegenden) Venen an. Doch die beiden Begriffe haben sprach-

geschichtlich nichts miteinander zu tun. Tatsächlich waren im Mittelalter, als die venerischen Krankheiten ihre hohe Zeit hatten, die anatomischen Begriffe Arterie und Vene nicht bekannt. Auch die Brüder Grimm verzeichnen um 1854 in ihrem Wörterbuch unter diesen Stichworten noch nichts.



Venensauger, Aderlasser? ADI

Beide Begriffe haben aber zweifelsohne Wurzeln in der Antike. Die Vene findet sich unter anderem bei Cicero, und zwar klar unterschieden von der Arterie. Der Wortsprung liegt im Dunkeln, mitunter wird eine Verwandtschaft mit lateinisch «venire» vermutet, weil in den Venen das Blut aus dem Körper zum Herz zurückkommt.

Die Arterie geht zurück auf das griechische «arteria», das ursprünglich eine Luftröhre bezeichnete. Die Arterie war bei den Griechen mehr als der Kanal zwischen Mund und Lunge, denn sie glaubten, die Luft zirkuliere weiter durch die Arterien, während sich das Blut nur in den Venen finde.

Im Deutschen werden die Begriffe im Medizinjargon erst im 19. Jahrhundert wieder eingeführt, von da finden sie den Weg in den allgemeinen Sprachgebrauch. Daraus darf

man aber nicht schliessen, dass man vorher den Unterschied zwischen Arterie und Vene ein paar Jahrhunderte lang einfach vergessen hatte. Das alte deutsche Wort für Blutgefäss ist Ader (griech. «etor» Herz, «etron» Unterleib), und schon lange existierten auch das spezifischere Blutader (für Vene) und Puls- oder Schlagader (für Arterie). Die unspezifische Ader bezeichnete zunächst allgemein Gefässe und Stränge (deshalb auch Wasser-, Goldader) und innerhalb des Körpers allerlei Organe und Gefässe, dann «diejenigen Röhren oder Canäle in den thierischen Körpern, worin gewisse Säfte ihren Umlauf haben» (Adelung, 1811).

Erst im Neuhochdeutschen wird die Ader ausschliesslich zum Blutgefäss. Grund war die Verbreitung des Aderlasses, der also auch einem schwer befrachteten Begriff einige Erleichterung verschafft hat.

Roland Fischer