

Weiterer Erfolg beim Verständnis des Higgs-Bosons: Kopplung an Bottom-Quarks entdeckt

Am CMS-Experiment am LHC am CERN ist der Nachweis einer wichtigen Eigenschaft des Higgs-Bosons, des erst 2012 entdeckten Elementarteilchens, gelungen. Dabei handelt es sich um dessen Zerfall in weitere Elementarteilchen, die Bottom-Quarks. Physikerinnen und Physiker des Instituts für Experimentelle Teilchenphysik am KIT haben mit ihren Messungen zu diesem Ergebnis beigetragen. Mit diesem Resultat wurde erneut eine zentrale Vorhersage des Standardmodells der Teilchenphysik überprüft. Es steht in einer Reihe mit dem Nachweis der Wechselwirkung des Higgs-Bosons mit Top-Quarks und Tau-Leptonen, der kürzlich unter maßgeblicher Beteiligung durch KIT-Physiker/innen erfolgte.

Das 2012 am LHC entdeckte Higgs-Boson hat eine herausragende Bedeutung für das Standardmodell der Teilchenphysik, welches die bekannten Elementarteilchen und ihre fundamentalen Wechselwirkungen beschreibt. Das Higgs-Boson ist dabei eng mit dem Mechanismus zur Erzeugung der Teilchenmassen verbunden. Die genaue Bestimmung der Eigenschaften des Higgs-Bosons ist eines der Hauptziele des LHC. Eine wichtige Vorhersage des Standardmodells betrifft die charakteristische Wechselwirkung („Kopplung“) des Higgs-Bosons mit den Materieteilchen, den Fermionen: es wird erwartet, dass deren Stärke proportional zur Masse der Fermionen ist. Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang dem Bottom-Quark zu, das schwerste Fermion für das ein Zerfall in ein Fermion-Antifermion-Paar möglich ist. Durch die Vermessung der Rate dieses Zerfalls lässt sich wiederum auf die Kopplungsstärke zurückschließen und die Standardmodellvorhersage überprüfen. Dieser extrem seltene Prozess wurde nun erstmals am CMS-Experiment beobachtet; ein ähnliches Resultat wurde am ATLAS-Experiment erzielt. Das Ergebnis wurde am 28. August 2018 in einem [Seminar am CERN](#) vorgestellt und wird in der Fachzeitschrift Physical Review Letters veröffentlicht werden.

Für die Messung wurden Daten aus etwa 4 Milliarden Proton-Proton-Kollisionen mit Schwerpunktsenergien von 7, 8 und 13 Teraelektronenvolt analysiert, die seit 2011 aufgezeichnet wurden. Ein Kandidat für eine einzelne Kollision, in der ein Higgs-Boson in ein Bottom-Quark-Antiquark-Paar zerfällt, ist in Abb. 1 dargestellt. Die große Datenmenge ist notwendig, um das winzige Signal eindeutig unter der Vielzahl anderer Prozesse zu identifizieren, die für den Detektor praktisch genauso aussehen, aber ungleich häufiger auftreten, und bloße statistische Fluktuationen auszuschließen. Aus demselben Grund wurden die Ergebnisse verschiedener Messungen, welche unterschiedliche Produktionsprozesse des Higgs-Bosons betrachten, kombiniert. Ein wichtiger Beitrag stammt dabei von Ereignissen, in denen ein Higgs-Boson zusammen mit einem Top-Quark-Antiquark-Paar erzeugt wird. Diese wurden unter maßgeblichem Beitrag von Physikern/innen des KIT aus der Gruppe von Prof. Husemann analysiert.

Der Nachweis der Kopplung des Higgs-Bosons an Bottom-Quarks stellt einen weiteren bedeutenden Schritt im Verständnis des Higgs-Bosons dar. Er folgt den kürzlichen Beobachtungen der Higgs-Boson-Kopplung an Top-Quarks und an Tau-Leptonen, an denen KIT-Wissenschaftler/innen des ETP maßgeblich beteiligt waren. Somit sind nun die Kopplungen des Higgs-Bosons an die drei schwersten Fermionen bestätigt. Die gemessenen Kopplungsstärken sind dabei konsistent mit den Vorhersagen des Standardmodells, was einen unerlässlichen Test der Theorie darstellt. Die aktuelle Präzision der Messungen erlaubt jedoch weiterhin auch Effekte neuer Physik jenseits des Standardmodells. In den kommenden Jahren werden deshalb weitere Daten analysiert werden, um die Präzision weiter zu steigern und mögliche neue, unbekannte Eigenschaften des Higgs-Bosons aufzudecken.

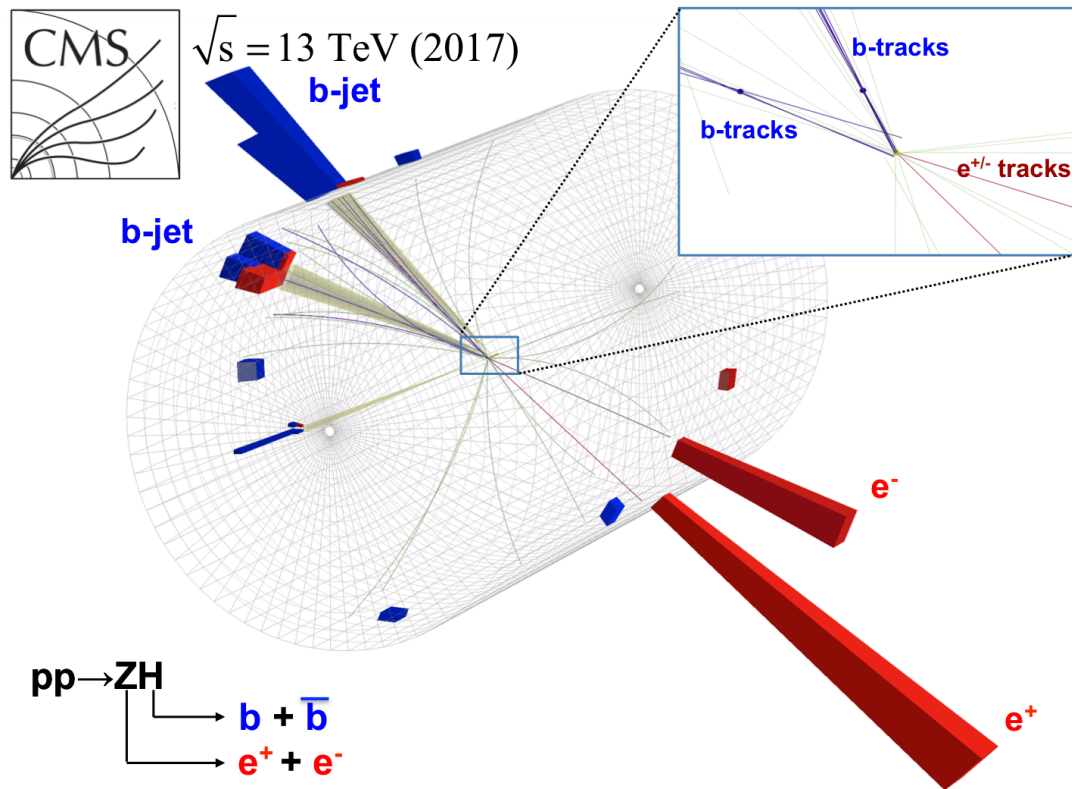


Abb. 1 Darstellung der Signale, die der mögliche Zerfall eines Higgs-Bosons in ein Bottom-Quark-Antiquark-Paar im CMS-Detektor erzeugt.