

## Higgs & Co.

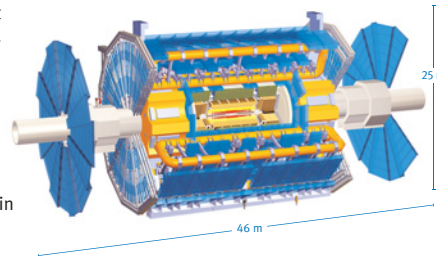
### Experimente am LHC

#### Ein Teilchenbeschleuniger der Superlative

Der Large Hadron Collider (LHC) am Forschungszentrum CERN nahe Genf ist der leistungsfähigste Teilchenbeschleuniger der Welt. In zwei gegenläufigen Ringen werden Protonen auf 99,99% der Lichtgeschwindigkeit gebracht. Wo die Protonenstrahlen sich kreuzen, kommt es zu Zusammenstößen – etwa 40 Millionen Mal pro Sekunde. In jeder Kollision entsteht eine Vielzahl von Teilchen, die möglichst genau vermessen werden sollen. Dazu nutzen Wissenschaftler:innen unter anderem ATLAS, den größten Teilchendetektor der Welt. Er ist wie eine Zwiebel aufgebaut – mit vielen Teilchensensoren in verschiedenen Schichten.



↑ Der LHC-Speicherring. Umfang 27 km. Im Inneren einer der kältesten (-271°C) und leersten ( $10^{-11}$  bar) Orte im Universum. (© 2001-2021 CERN)



↑ Der ATLAS-Detektor. Das MyonSystem ist farblich hervorgehoben: Detektoren (blau), Magnetfeldspulen (orange). Myonen durchqueren als einzige den gesamten Detektor und können nach 10m noch auf ein 10tel mm genau gemessen werden. (© 2001-2021 CERN)

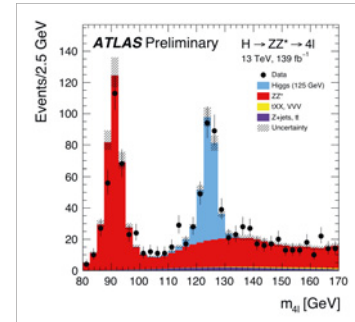


#### Der Nachweis des Higgs-Teilchens

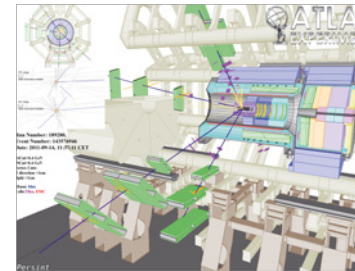
2012 gelang Wissenschaftler:innen unter anderem mit Hilfe von ATLAS ein Durchbruch: Fast 50 Jahre nach dessen Vorhersage gelang am LHC endlich der experimentelle Nachweis des Higgs-Teilchens.

Es existiert nur für einen winzigen Bruchteil einer Sekunde, bevor es z. B. in Paare von Photonen, also Lichtteilchen, oder in mehrere Elektronen und Myonen zerfällt.

Milliarden von Kollisionsereignissen mussten die Wissenschaftler:innen durchforsten, um darin ein paar Hundert mögliche Higgs-Kandidaten zu finden – am Ende mit Erfolg.



↑ Masse von 4 Leptonen (Elektronen oder Myonen). Der Beitrag vom Higgs-Zerfall bei 125 GeV ist in den Daten (Punkte) klar erkennbar. (Bild: ATLAS-Kollaboration)



↑ Ansicht eines Higgs-Zerfalls in 4 Myonen. Die blauen Linien sind die rekonstruierten Myonen. Die grünen Boxen sind die Detektoren, in denen die Myonen gemessen wurden. (Bild: ATLAS-Kollaboration)

#### Die Suche geht weiter

Die Art von Materie, die wir kennen, macht nur etwa 15 Prozent aller Materie in unserem Universum aus. Der Rest ist die unbekannte „Dunkle Materie“.

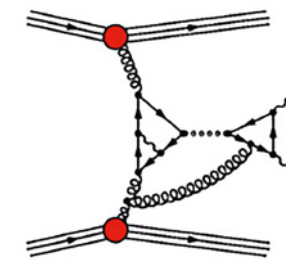
Um deren Struktur zu verstehen, suchen Forschende weiter nach neuen Elementarteilchen: supersymmetrische Teilchen oder Leptoquarks, die bisher nur theoretisch vorgeschlagen wurden.

Neue Erkenntnisse erwartet man auch aus dem Vergleich von verfeinerten theoretischen Vorhersagen mit neuen, noch präziseren Messungen.



↑ Astronomische Messungen, wie hier des „Bullet Clusters“, beweisen die Existenz von „Dunkler Materie“, die sich nur durch ihre Masse bemerkbar macht. (Bild: NASA)

↓ Beispiel einer Strahlungskorrektur zu Higgsproduktion und -Zerfall.



# A2



HIGHLIGHTS  
DER  
PHYSIK

