

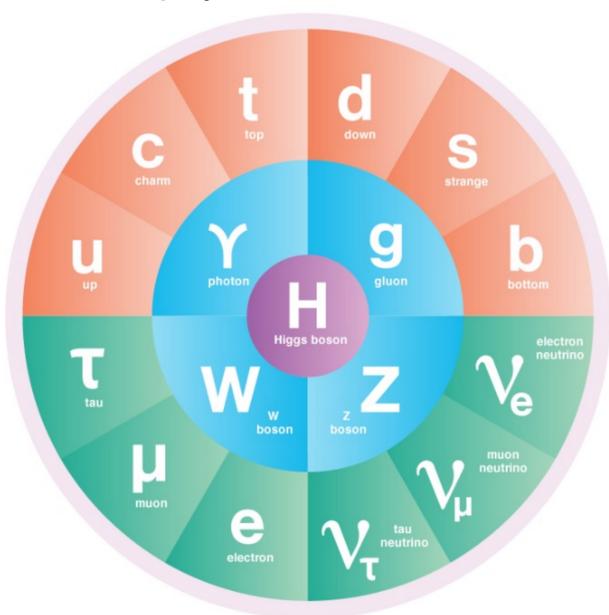
# Higgs Boson



Am 4. Juli 2012 verkündeten die ATLAS und CMS Experimente am Large Hadron Collider (LHC) am CERN die Entdeckung des Higgs-Teilchens. Das Higgs ist das **letzte Puzzlestück des Standardmodell der Teilchenphysik** und ist die quantenmechanische Anregung des **Higgs-Feldes**, das sich durch das ganze Universum zieht. Erst die Wechselwirkung dieses Feldes mit den W und Z Bosonen, den Quarks und den geladenen Leptonen (Elektron, Myon und Tau) **verleiht ihnen eine Masse**. Für die theoretische Vorhersage des Higgs Bosons bekamen Peter Higgs und François Englert im Jahr 2013 den Nobelpreis für Physik.

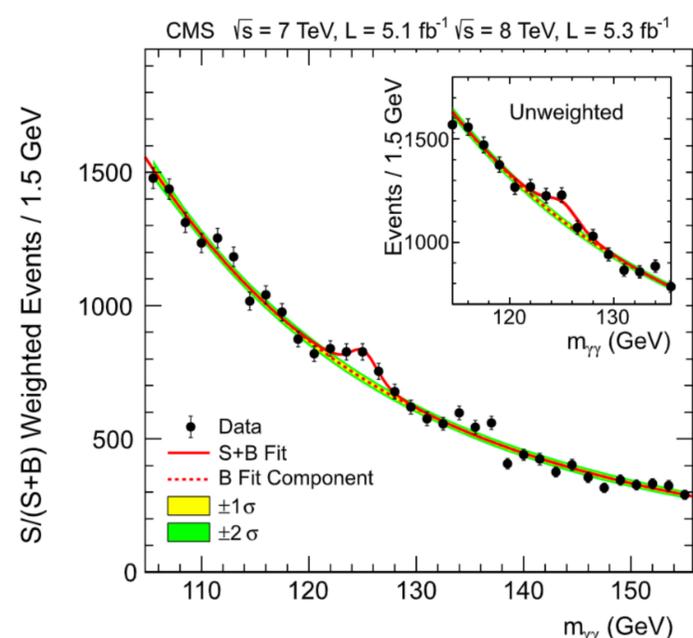
Das Higgs Boson ist sehr schwer und zerfällt schnell (in etwa  $10^{-22}$  s), weswegen es **sehr schwierig nachzuweisen** ist. In den letzten zehn Jahren haben Teilchenphysiker:innen am LHC das Higgs Boson weiter studiert und vieler seiner Wechselwirkungen und Eigenschaften vermessen.

Grafische Darstellung des Standardmodells der Teilchenphysik



Graphical representation of the Standard Model of particle physics

CMS Entdeckung des Higgs Boson im Zerfall in zwei Photonen



CMS discovery of the Higgs boson decay into two photons

On the 4th of July 2012, the ATLAS and CMS experiments at the Large Hadron Collider (LHC) at CERN have announced the discovery of the Higgs boson. The Higgs is the **last jigsaw piece of the Standard Model of particle physics** and is the quantum-mechanical excitation of the **Higgs field** that permeates through space. Only the interaction of this field with the W and Z bosons, the quarks and the charged leptons (electron, muon and tau) **gives mass to these particles**. The theoretical prediction of the Higgs boson by Peter Higgs and François Englert was awarded with the Nobel Prize in Physics in 2013.

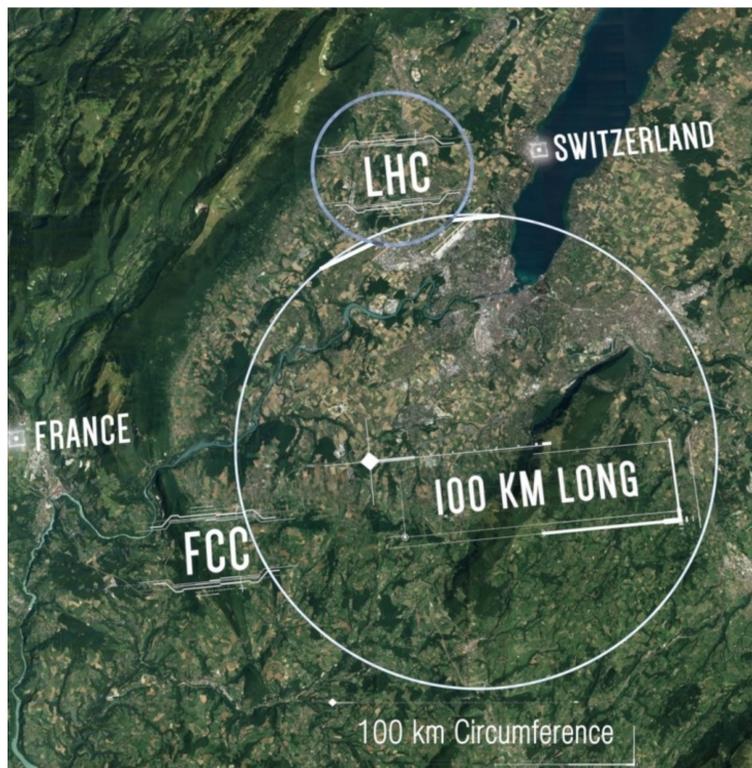
The Higgs boson is very heavy and decays rapidly (in about  $10^{-22}$  s) which makes it **tremendously difficult to detect**. In the last ten years, particle physicists at the LHC have further studied the Higgs boson and have measured many of its interactions and properties.

# Nach dem LHC: Future Circular Collider

Das Standardmodell der Teilchenphysik ist nun zwar vollständig, es erklärt jedoch noch nicht alles, was wir in der Natur beobachten können. So gibt es zum Beispiel viel mehr Materie als Antimaterie und unsichtbare *dunkle Materie* bestimmt die Dynamik von Galaxien.

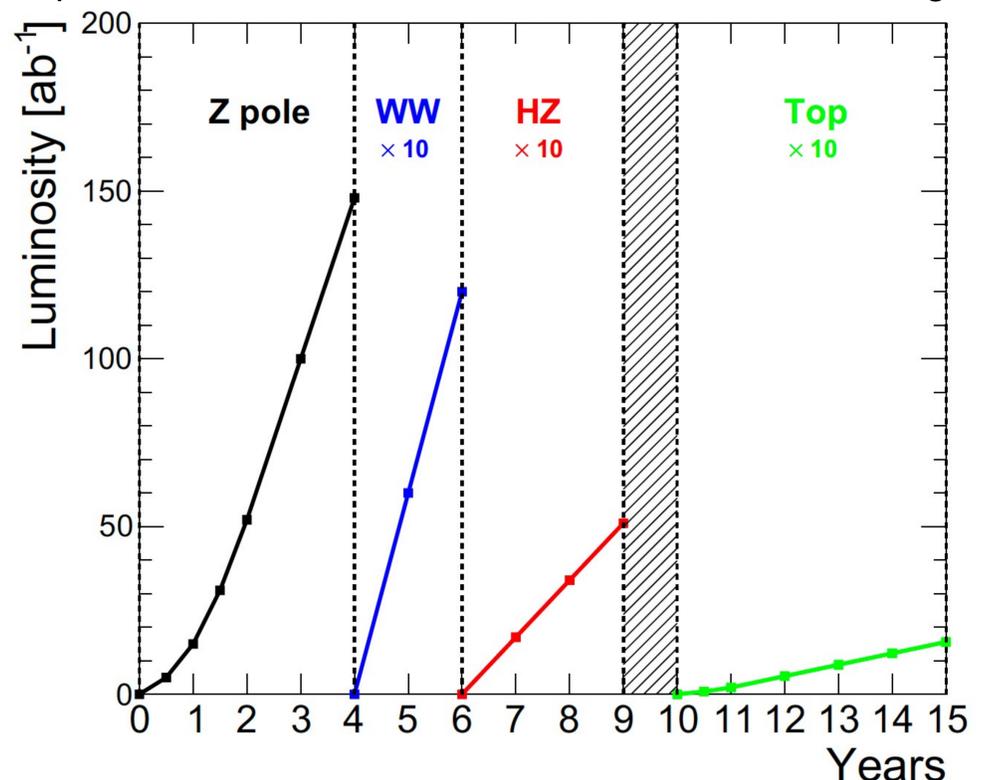
Der Future Circular Collider (FCC) ist ein möglicher Nachfolger des LHC und auch ein kreisförmiger Teilchenbeschleuniger, jedoch mit einem viel grösserem **Umfang von fast 100 km**. Der FCC wird in zwei Phasen geplant: Zuerst werden Elektronen und Positronen (FCC-ee) und danach Protonen (FCC-hh) kollidiert. FCC-ee ermöglicht es, alle Teilchen des Standardmodells in **vielen, sehr reinen Kollisionen** zu erzeugen und fast alle ihre Eigenschaften genauestens zu vermessen. So werden z.B fünf Billionen Z Bosonen und über eine Million Higgs produziert. Der nachfolgende FCC-hh erreicht dann **Kollisionsenergien von bis zu 100 TeV** und ermöglicht es unter anderem die Wechselwirkung des Higgs mit sich selbst genau zu vermessen, was wichtig ist für das Verständnis des Elektroschwachen Phasenübergangs eine zehntel Nanosekunde nach dem Urknall.

Ungefähre Lage des FCC am CERN



Approximate position of the FCC at CERN

Zeitplan des FCC-ee bei verschiedenen Kollisionsenergien



Schedule of the FCC-ee at different collision energies

The standard model of particle physics now is complete, but it does not yet explain everything that we observe in nature. There exists for example much more matter than anti-matter in the universe and some invisible *dark matter* determines the dynamics of galaxies.

The Future Circular Collider (FCC) is a possible successor of the LHC and is also a circular particle accelerator, but with a much larger **circumference of almost 100 km**. The FCC is planned in two stages: Firstly, electrons and positrons (FCC-ee) are collided, and later protons (FCC-hh).

FCC-ee enables us to create all particles of the standard model in **many, very clean collisions** and to measure almost all of their properties precisely. For example, around five trillion Z bosons and more than one million Higgs are produced. The subsequent FCC-hh then reaches **collision energies of up to 100 TeV**. Among others, this enables the measurement of the Higgs particle interaction with itself precisely, which is crucial for our understanding of the electro-weak phase transition that happened a tenth of a nanosecond after the big bang.