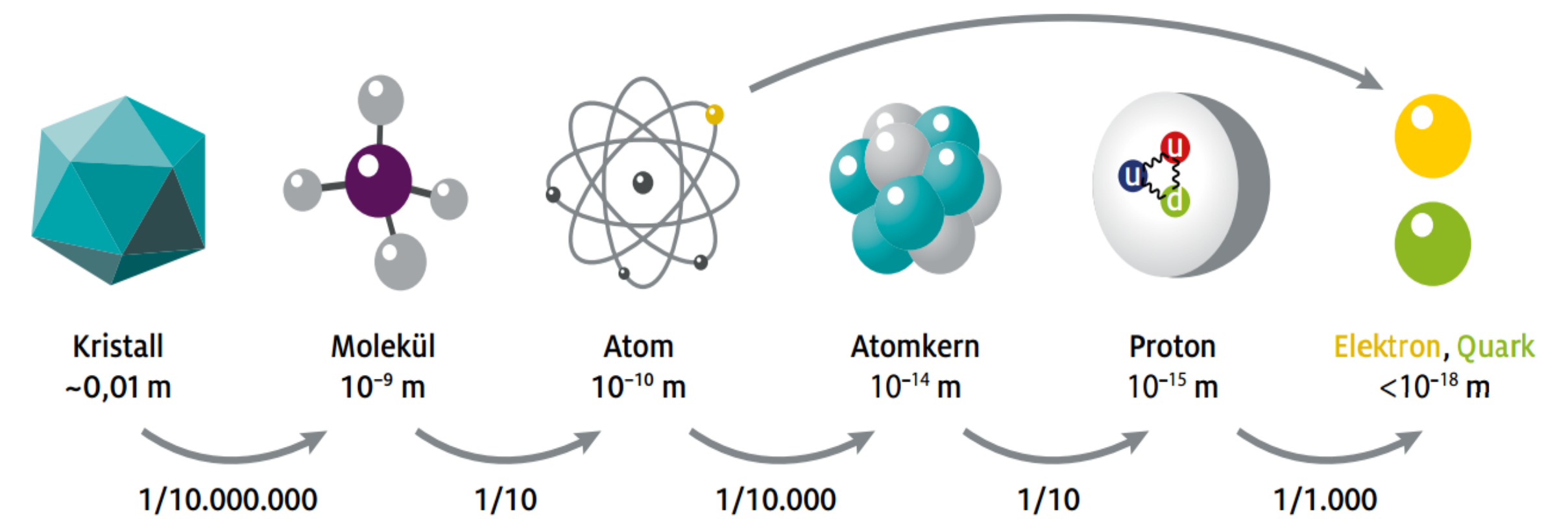


Grundlagen der Teilchenphysik

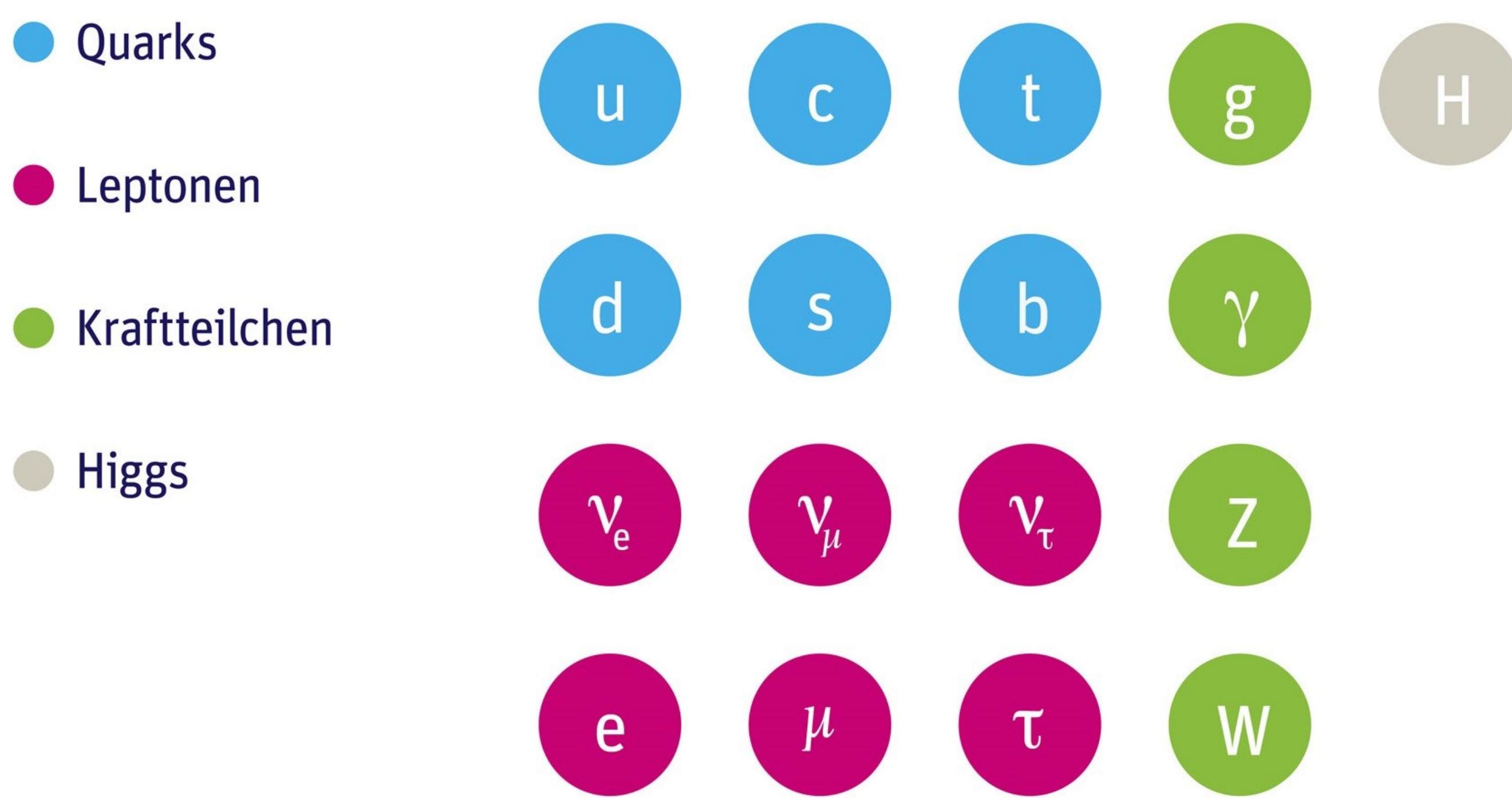
Der Aufbau des Atoms und Größenordnungen des Mikrokosmos

Die Elementarteilchen des Standardmodells sind die kleinsten Bausteine der Natur, von denen wir wissen. Sie sind Teilchen, die nach heutigem Wissensstand unteilbar und punktförmig ohne räumliche Ausdehnung sind.

Die Elektronen befinden sich, wie man heute weiß, in der Atomhülle, welche ungefähr 99% des Volumens des Atoms einnimmt, aber dennoch nur rund 1% der gesamten Masse des Atoms beherbergt. Der Großteil der Atommasse befindet sich im Atomkern, welcher aus Protonen und Neutronen besteht. Auch wenn man nun denken könnte, dass diese Teilchen (p+ und n0) endlich fundamental (im Sinne von nicht weiter teilbar) sind, ist dies immer noch nicht der Fall, denn sie sind aus sogenannten Quarks aufgebaut, von denen bekannt ist, dass sie kleiner als 10^{-18} m sind – also unvorstellbar klein. Eine Übersicht über die Strukturen und Größenordnungen in der Natur sieht man in der Abbildung rechts.



Die Elementarteilchen des Standardmodells



Zuerst erkennt man in der Abbildung links eine grobe Unterteilung in **Quarks**, **Leptonen** und **Kraftteilchen**. Zudem sieht man rechts das sogenannte **Higgs-Boson**. Durch den Nachweis der Existenz dieses Teilchens 2012 und die folgende mediale Präsenz erlangte es einen relativ hohen Bekanntheitsgrad in der Bevölkerung. Die Quarks und Leptonen bilden zusammen die Fermionen – Teilchen mit einem halbzahligem Spin. Von ihnen gibt es jeweils drei Generationen. Die erste enthält das Up- und das Down-Quark, das Elektron-Neutrino und das Elektron. Diese vier Teilchen bilden zusammen die stabile Materie. Die zweite Generation beinhaltet das Charm- und Strange-Quark, das Myon-Neutrino und das Myon. Zuletzt machen das Top- und das Bottom-Quark, das Tau-Neutrino und das Tau die dritte Generation aus. Dabei unterscheiden sich die einzelnen Generationen lediglich in der Masse der Teilchen – je größer die Generation, desto größer die Masse der Teilchen. Zu all diesen Teilchen gibt es noch Antiteilchen mit entgegengesetzten Ladungen. Darüber hinaus existieren auch Bosonen: Elementarteilchen mit einem ganzzahligen Spin. Man kennt von ihnen bisher die Kraftteilchen – also Photon, Gluon (in acht verschiedenen Farbladungskombinationen), W^+ , W^- und Z^0 -Boson – und das Higgs-Boson.

Das CERN und der LHC

Um Elementarteilchen genauer zu untersuchen, gibt es in der Schweiz und in Frankreich ein großes Forschungsinstitut für Physiker – das **Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire** (dt. europäische Organisation für Kernforschung). Des Weiteren wird dort auch nach neuen Teilchen gesucht, um das Standardmodell der Teilchenphysik weiter zu verbessern. Finanziert wird dieses Projekt aus den Steuergeldern der Mitgliedstaaten. Deutschland finanziert beispielsweise mit rund 180 Millionen Euro pro Jahr die Forschung am CERN mit und ist damit größter Geldgeber (vgl. BMBF). Um der Allgemeinheit etwas zurückzugeben, hat sich das CERN verpflichtet, Errungenschaften kostenfrei zur Verfügung zu stellen (zum Beispiel das World Wide Web, dessen Netzwerkprotokoll HTTP dort entwickelt wurde). So ist es auch möglich, Daten der vier großen Experimente des CERN zu analysieren, ohne dabei Mitglied am CERN sein zu müssen.

Das CERN hat seinen Hauptsitz in der Nähe von Genf und liegt noch auf schweizer Seite. Der größte Teilchenbeschleuniger des CERN heißt **Large Hadron Collider**. Der lange kreisförmige Ring, liegt unter der Erde und verläuft unter Frankreich und der Schweiz. Zurzeit werden die Protonen, die im LHC beschleunigt werden, mit einer Schwerpunktsenergie von 13 TeV aufeinander geschossen. Der ATLAS-Detektor (A Torroidal LHC Apparatus) liegt unterhalb des CERN-Geländes und ist eines der großen Experimente am CERN. Die anderen drei großen Experimente (CMS, LHCb, ALICE) liegen auf französischer Seite.

