

# LEPTONEN, QUARKS UND BOSONEN

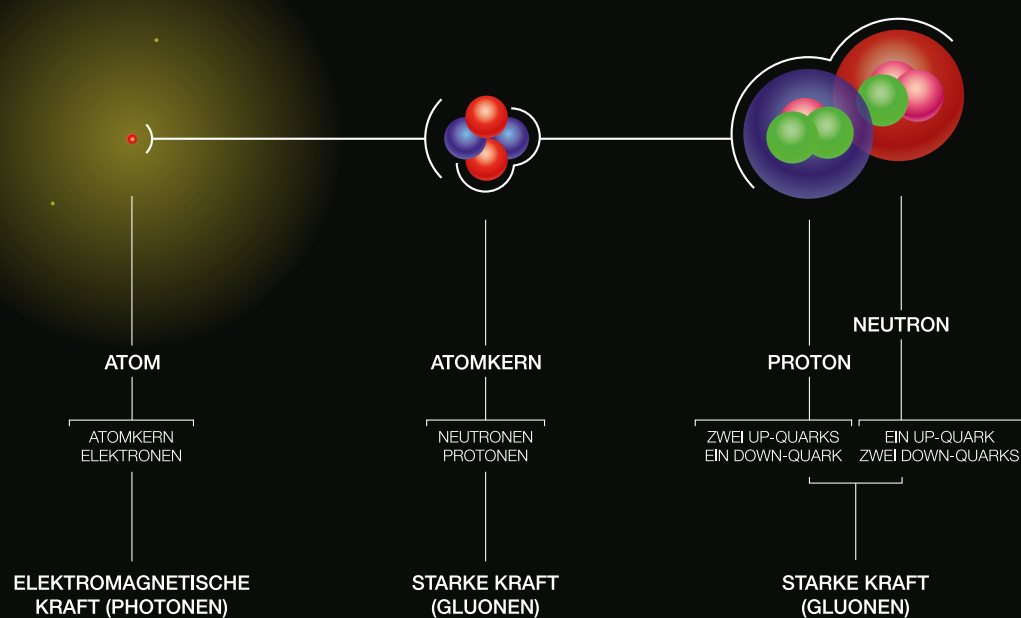
IN JAHRZEHNTELANGER FORSCHUNGSARBEIT  
WURDE EINE ART BAUKASTEN FÜR DAS  
UNIVERSUM ZUSAMMENGESTELLT.

ER TRÄGT DEN NAMEN STANDARDMODELL UND  
UMFASST UNSER GESAMTES VERSTÄNDNIS VON  
TEILCHEN UND WECHSELWIRKUNGEN.

## WORAUS BESTEHT DAS UNIVERSUM?

Bereits die alten Griechen vermuteten, dass die Welt aus kleinen unteilbaren Partikeln besteht – daher der Begriff Atom (von griechisch átomos, „das Unteilbare“).

Bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts galt ein Atom als unteilbar, bis entdeckt wurde, dass auch die Atome aus noch kleineren Teilchen bestehen, welche als Atomkern und die darum befindlichen Elektronen bezeichnet wurden. Mittlerweile wissen wir, dass sich der Atomkern aus Neutronen und Protonen zusammensetzt, die selbst wiederum aus den sogenannten Quarks bestehen.











# DAS STANDARDMODELL DER TEILCHENPHYSIK







## MATERIETEILCHEN

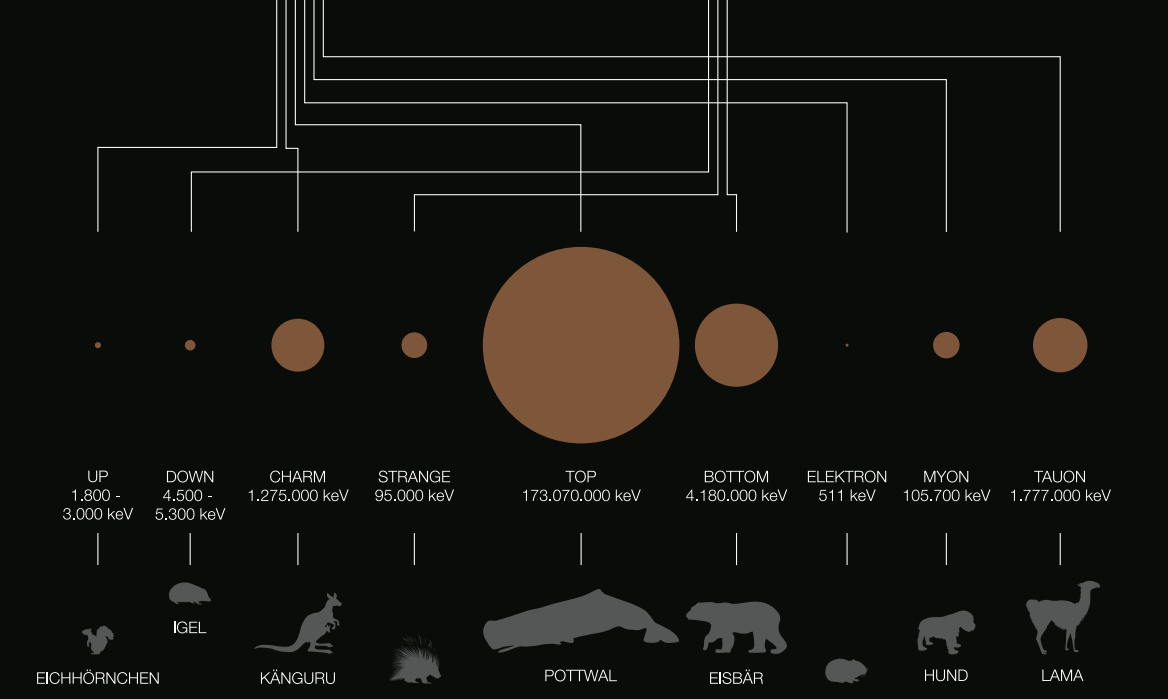
Materie besteht aus 6 Quarks und 6 Leptonen. Man teilt sie in jeweils 3 Generationen (Gewichtsklassen) mit je einem Teilchenpaar ein. Wenn man sich jedoch auf stabile Materie bezieht – also Materie, wie wir sie kennen – dann bestehen sie nur aus den Vertretern der leichtesten Generation, also der 1. Generation: Up- und Down-Quark sowie Elektron.

### QUARKS

<b>1. GENERATION</b> Bausteine stabiler Materie, leichteste Vertreter der Quarks	 <b>UP</b> Hat die elektrische Ladung von +2/3; Protonen enthalten zwei Up-Quarks und Neutronen eines.	 <b>DOWN</b> Hat eine elektrische Ladung von -1/3; Protonen enthalten ein und Neutronen zwei Down-Quarks.
<b>2. GENERATION</b> Materieteilchen, mittelschwere Vertreter der Quarks	 <b>CHARM</b> Ein schwerer Verwandter des Up-Quarks, der 1974 entdeckt wurde.	 <b>STRANGE</b> Ein schwererer Verwandter des Down-Quarks, Strange wurde zusammen mit Up und Down 1969 entdeckt.
<b>3. GENERATION</b> Materieteilchen, schwerste Vertreter der Quarks	 <b>TOP</b> Noch schwerer als Charm. Top wurde 1995 entdeckt.	 <b>BOTTOM</b> Noch schwerer als Strange. Bottom wurde 1977 entdeckt.

### LEPTONEN

<b>1. GENERATION</b> Bausteine stabiler Materie, leichteste Vertreter der Leptonen	 <b>ELEKTRON</b> Das Elektron bildet zusammen mit dem Atomkern das Atom. Es wurde 1897 entdeckt.	 <b>ELEKTRON-NEUTRINO</b> Partikel ohne elektrische Ladung und mit sehr kleiner Masse. Der Nachweis gelang 1956.
<b>2. GENERATION</b> Materieteilchen, mittelschwere Vertreter der Leptonen	 <b>MYON</b> Ein schwerer Verwandter des Elektrons, der nur zwei millionstel Sekunden lang existiert. Im Jahr 1947 identifizierte man das Myon.	 <b>MYON-NEUTRINO</b> Entsteht gemeinsam mit den Myonen beim Zerfall einiger Teilchen. Das Myon-Neutrino wurde 1962 entdeckt.
<b>3. GENERATION</b> Materieteilchen, schwerste Vertreter der Leptonen	 <b>TAUON</b> Noch schwerer und extrem instabil. Das Tauon wurde 1975 entdeckt.	 <b>TAUON-NEUTRINO</b> Der Nachweis für das Tauon-Neutrino gelang im Jahr 2000.



## KRÄFTETEILCHEN

Um Materie in jener Form zusammenzuhalten, wie wir sie kennen, benötigt es Wechselwirkungen zwischen den Teilchen, die wir oft auch als Kräfte bezeichnen. Diese Wechselwirkungen werden von Botenteilchen, welche wir Bosonen nennen, vermittelt. Das Standardmodell kennt drei fundamentale Wechselwirkungen.

### STARKE WECHSELWIRKUNG

**GLUONEN**  
 Gluonen halten die Quarks im Neutron und Proton zusammen und sind indirekt für die Anziehung von Proton und Neutron im Atomkern verantwortlich. Die starke Kraft überwindet die enorme elektrische Abstoßung zwischen den Protonen.

### ELEKTROMAGNETISCHE WECHSELWIRKUNG

**PHOTONEN**  
 Die elektronische Wechselwirkung bindet Elektronen an den Atomkern und sorgt auch für die Bindung der Atome in Molekülen. Aus der elektromagnetischen Wechselwirkung resultieren Elektrizität, Magnetismus und chemische Verbindungen.

### SCHWACHE WECHSELWIRKUNG

**W- UND Z-BOSONEN**  
 Die schwache Wechselwirkung ist die Ursache der natürlichen Radioaktivität und verantwortlich für die Kernreaktion im Inneren von Sternen wie unserer Sonne.

**HIGGS-BOSON**  
 Das Higgs-Teilchen gehört zum Brout-Englert-Higgs-(BEH) Mechanismus, der umgangssprachlich oft zu Higgs-Mechanismus abgekürzt wird. Alle Elementarteilchen erhalten demzufolge ihre Masse erst durch die Wechselwirkung mit dem allgegenwärtigen Higgs-Feld.

### DIE MASSENVERHÄLTNISSE DER TEILCHEN IM VERGLEICH

keV = Kiloelektronenvolt (physikalische Einheit von Masse und Energie)

