

Saturday Morning Physics



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

„Bausteine des Universums: Auf der Suche nach dem Unteilbaren“ Robert Roth

Nach der Frage „Was ist Licht?“, die Gegenstand des ersten SMP-Vortrages war, begeben wir uns in diesem Vortrag auf die Reise ins Innere der Atomkerne. Der Wunsch, den innersten Aufbau der uns umgebenden Materie zu verstehen, ist seit alters her ein Motor für die wissenschaftliche Entwicklung – sowohl im Bereich der Theorie als auch im Experiment. Besonderer Ehrgeiz richtet sich auf die Suche nach den unteilbaren Elementarbausteinen, aus denen Materie aufgebaut ist. Diese Suche nach dem Unteilbaren, d.h. das Vordringen auf immer kleinere Längenskalen, ist der Leitfaden dieses Vortrages.

Wir beginnen mit einer kurzen Zusammenfassung der wichtigsten historischen Schritte und wenden uns dann der mikroskopischen Welt aus der Sicht moderner Experimente und Theorien zu. Nach Zwischenstopps auf den Ebenen der Atome und der Atomkerne dringen wir weiter in die Welt der Kernbausteine – der Protonen und Neutronen – vor. Sie sind Mitglieder einer weit größeren Klasse von Elementarteilchen, den sog. Hadronen, von denen heute mehrere hundert verschiedene bekannt sind. Ein wahrlich unüberschaubarer Zoo der Elementarteilchen. Durch große Beschleunigeranlagen, wie z.B. den Large Hadron Collider (LHC) am Europäischen Kernforschungszentrum CERN, lernen wir praktisch täglich mehr über ihre Eigenschaften.

Erst mit Hilfe moderner Theorien ist es gelungen, Ordnung in den Zoo der Elementarteilchen zu bringen. Ein wichtiger Schritt dabei ist die Erkenntnis, dass Elementarteilchen eben nicht wirklich elementar, sondern aus „noch elementarerer“ Bausteinen, den sog. Quarks, zusammengesetzt sind. Mit einem einfachen Baukasten mit sechs verschiedenen Quark-Sorten (Flavours, siehe Abbildung) und deren Antiteilchen ist es möglich, alle bekannten Hadronen zusammenzu-

setzen. Die Quarks und die zugehörigen Wechselwirkungsboten, die sog. Gluonen, bilden das Grundgerüst des Standardmodells der Elementarteilchen – einer der erfolgreichsten und am besten überprüften Theorie die wir haben. Hinter dem einfachen Baukasten verbirgt sich eine komplexe Quantenfeldtheorie, die sog. Quantenchromodynamik (QCD), deren Lösung eine riesige Herausforderung darstellt. Die leistungsfähigsten Supercomputer der Welt werden derzeit verwendet, um z.B. die Massen von Hadronen im Rahmen der QCD zu berechnen.

Einer der momentan heiß diskutierten Bausteine des Standardmodells ist das Higgs-Teilchen. Seine Existenz ist wichtig, um die Entstehung der Masse der übrigen Elementarteilchen theoretisch beschreiben zu können. Erst vor kurzem ist der experimentelle Nachweis dieses neuen Teilchens beim LHC gelungen. Die ersten theoretischen Vorhersagen dazu von Peter Higgs und anderen stammen aus den 1960ern und wurden 2013 mit dem Nobelpreis für Physik belohnt.

Damit ist die Suche nach dem Unteilbaren aber noch nicht beendet...

	Flavour	"Masse"	el. Ladung
1. Fam.	u up	0.002 GeV	+2/3 e_0
	d down	0.005 GeV	-1/3 e_0
2. Fam.	s strange	0.095 GeV	-1/3 e_0
	c charm	1.25 GeV	+2/3 e_0
3. Fam.	b bottom	4.2 GeV	-1/3 e_0
	t top	174 GeV	+2/3 e_0

+ Anti-Quarks mit umgekehrter Ladung