



24.06., 19:30 h Infos zum LHC (→ Dr. Ch. Ilgner - Vortrag)

Der Large Hadron Collider (LHC, deutsche Bezeichnung Großer Hadronen-Speicherring) ist ein ringförmiger Teilchenbeschleuniger für Hadronen am Europäischen Kernforschungszentrum CERN bei Genf. Im LHC werden in Vakuumröhren Hadronen gegenläufig auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und zur Kollision gebracht, um unterschiedliche Elementarteilchen zu erzeugen. Insbesondere erhoffen sich die Wissenschaftler bei diesen Kollisionen den experimentellen Nachweis des bislang nur hypothetischen Higgs-Bosons. Die unmittelbaren Kosten des LHC beliefen sich auf über drei Milliarden Euro. Die Gesamtkosten wurden über den Etat des CERN gedeckt, der von den 20 Mitgliedstaaten sowie sechs weiteren Staaten mit Beobachterstatus finanziert wurde.

Da die in den Experimenten anfallenden immensen Datenmengen nicht mehr mit vertretbarem Aufwand zentral ausgewertet werden können, wurde parallel zum LHC das LHC Computing Grid (LCG) aufgebaut, in dem die weltweit verteilten Forschergruppen die sie interessierenden Daten dezentral in lokalen Computerclustern auswerten.

Der LHC wurde in einem bereits vorhandenen Tunnel der Europäischen Kernforschungsanlage CERN nahe Genf mit 26,659 km Umfang installiert. Während im LEP Elektronen und Antielektronen (Positronen) zur Kollision gebracht wurden, werden am LHC je nach Betriebsmodus entweder Protonen oder Bleiionen beschleunigt und zur Kollision gebracht. Da diese Hadronen eine viel größere Masse als Elektronen haben, verlieren sie weniger Energie durch Synchrotronstrahlung und können eine weitaus größere Schwerpunktsenergie erreichen. Da nun die Feldstärke der Magneten den limitierenden Faktor darstellt, wären weniger gerade Sektionen und dafür längere, schwächer gekrümmte Bogensektionen besser gewesen. Aus Kostengründen wurde auf einen Tunnelumbau aber verzichtet. Neben der gegenüber älteren Experimenten höheren Schwerpunktsenergie, die die Erforschung neuer Energiebereiche ermöglicht, ist auch die hohe Luminosität, die prinzipiell eine bessere Statistik in kürzerer Zeit ermöglicht, ein herausragendes Merkmal des LHC.

Beim LHC tragen die gegenläufigen Protonen bzw. Bleiionen jedoch die gleiche Ladung. Daher werden sie dort in den beiden Strahlrohren innen und außen in entgegengesetzt gerichteten Sektionen des ringförmig geschlossenen Magnetfelds der Dipolmagnete nach innen abgelenkt. Die Entscheidung für Protonen im zweiten Strahl statt Antiprotonen wie etwa am Tevatron erleichtert das Erreichen einer hohen Luminosität. Die hohe Teilchendichte an den Wechselwirkungspunkten führt zu – erwünschten – hohen Ereignisraten in den Teilchendetektoren. Wegen dieser Substruktur der kollidierenden Protonen stellt der LHC eine sogenannte Entdeckungsmaschine dar: Die streuenden Teilchen sind nicht die Protonen selbst, sondern die darin enthaltenen Partonen, also Gluonen und Quarks. Das wichtigste Ziel des LHC ist der Nachweis des seit Jahrzehnten erfolglos gesuchten Higgs-Bosons, um die Herkunft der Teilchenmassen zu erklären. Das Higgs ist das letzte noch nicht experimentell nachgewiesene Teilchen des Standardmodells der Teilchenphysik. Seine Beobachtung würde die Theorie der spontanen Symmetriebrechung bestätigen, mittels derer die Massen der Quarks und Leptonen sowie der Vektorbosonen in das Standardmodell beziehungsweise in die Glashow-Weinberg-Salam-Theorie der elektroschwachen Wechselwirkung eingeführt werden können. Der Nachweis des Higgs ist insbesondere Aufgabe der Experimente ATLAS und CMS.

(Wikipedia)

Neue Teilchen hat man in Genf allerdings noch nicht aufgespürt. Dafür konnte man innerhalb von zwei Monaten fast alle bekannten Elementarteilchen nachweisen, die die Grundlage des Standardmodells der Teilchenphysik bilden und mit denen man den Aufbau der Materie erklären kann. Darunter waren auch die exotischen W- und die Z-Bosonen – jene massereichen Teilchen, die für die Übermittlung der schwachen Kraft verantwortlich sind. Während das neutrale Z-Teilchen bei der Streuung von Neutrinos an Elektronen von Bedeutung ist, sind die geladenen W-Bosonen für den radioaktiven Beta-Zerfall verantwortlich. „In den kommenden Tagen hoffen wir auch das Top-Quark erzeugen zu können“, sagte Karl Jakobs von der Universität Freiburg. Er ist einer der knapp dreitausend Physiker, die am Atlas-Experiment beteiligt sind, einem der vier Detektoren. „Das wäre dann das erste Mal, dass das schwerste der sechs Quarks in Europa produziert würde.“

Weit oben auf der Agenda steht der Nachweis des sogenannten Higgs-Teilchens. Dieses könnte ein altes Rätsel der Physik lösen. „In unserer heutigen Theorie dürften Teilchen eigentlich gar keine Masse besitzen“, so Joachim Mnich, Direktor am Forschungszentrum Desy in Hamburg. Der Nachweis des Higgs wäre der Beweis für die Existenz eines vom schottischen Physiker Peter Higgs vor vierzig Jahren postulierten Feldes, das den Elementarteilchen überhaupt erst Masse verleiht. Leider weiß man nicht nur, ob das Higgs überhaupt existiert, man kennt auch nicht auf die Entdeckung des Higgs-Teilchens werden die Forscher wohl aber noch eine ganze Weile warten müssen. Sie dürfte erst möglich werden, wenn der „LHC“ die Kollisionsenergie von 14 TeV erreicht. „Unser Plan ist, dass wir bis Ende 2011 bei der halben Energie laufen“, sagte Karl Jakobs. „Dann müssen wir die Maschine ein Jahr lang umrüsten. Erst von 2013 an wird der LHC also sein eigentliches Potential erreichen können – vorausgesetzt, es läuft alles so reibungslos wie in jüngster Zeit.“