



*„Ich glaube, wenn wir aufhören zu forschen, dann sind wir eigentlich nicht mehr Mensch.“*

*Rolf-Dieter Heuer, Generaldirektor am CERN*

Neue Ausstellung

## ORIGIN – DIE ERFORSCHUNG DES URKNALLS

Ab 5. August 2011 / Ars Electronica Center Linz

(Linz, 4.8.2011) Am Anfang war ... was eigentlich? Seit jeher beschäftigt uns Menschen die Frage nach dem Ursprung, unserem eigenen und dem des Universums überhaupt. Und seit jeher fallen unsere Antworten auf diese „Frage aller Fragen“ kontrovers aus. Eine Möglichkeit der Annäherung an den Anfang von Zeit und Raum und Materie repräsentiert CERN, the European Organization for Nuclear Research. Rund 10.000 WissenschaftlerInnen aus aller Welt sind an diesem Forschungszentrum beschäftigt und versuchen das Rätsel des Urknalls zu lösen. Als Labor dient ihnen die größte Forschungsmaschine, die die Menschheit je gebaut hat: der Large Hadron Collider, kurz LHC. Mit einer neuen Ausstellung gibt das Ars Electronica Center Einblick in Geschichte und Organisation, in Alltag und Zielsetzungen von CERN. Die Schau ist ein Plädoyer für die „pure Wissenschaft“ und rückt gleichzeitig eine uns Menschen ureigene Eigenschaft in den Mittelpunkt: die unbändige Lust und grenzenlose Begeisterung daran, Neues zu entdecken. „ORIGIN – Die Erforschung des Urknalls“ ist ab 5. August 2011 im Ars Electronica Center zu sehen.

### CERN – ein Forschungsprojekt der Superlative

1954 gestartet, um der Wissenschaft in Europa nach dem Krieg wieder eine Zukunft zu geben, lag der Fokus von CERN wieder dort, wo seine ForscherInnen auch schon vor dem Krieg herausragende Leistungen vollbracht hatten: auf den Atomkernen und den Kräften, die sie zusammenhalten. Schon damals rekrutierte sich das Team aus der ganzen Welt. Lange vor dem Fall des Eisernen Vorhangs arbeiteten hier WissenschaftlerInnen aus West und Ost zusammen. Mit 10.000 ForscherInnen und Angestellten aus 80 Ländern sowie einem Jahresbudget von einer Milliarde Franken zählt CERN heute zu den größten Forschungszentren weltweit.

### Der Large Hadron Collider – die größte Forschungsmaschine der Welt

Besonders bekannt ist CERN für seinen Teilchenbeschleuniger. Und wirklich: der „Large Hadron Collider“, kurz LHC, ist eine Maschine der Superlative: Der leistungsstärkste Teilchenbeschleuniger der Welt verläuft durch einen 26,659 Kilometer langen unterirdischen

Rückfragehinweis & weitere Informationen

Christopher Ruckerbauer  
Tel: +43.732.7272-38  
christopher.ruckerbauer@aec.at  
www.aec.at/press



Tunnel, in dem zwei Protonenstrahlen in jeweils entgegengesetzter Richtung auf unvorstellbare 99,9999991 % der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und dann in vier Detektoren miteinander gekreuzt werden. Ergebnis sind Teilchenkollisionen, die gigantische Energiedichten produzieren. Energiedichten, wie sie nur für Bruchteile einer Sekunde nach dem Urknall existierten. Mehr als 11.000 Mal in der Sekunde rasen die Protonen dabei durch den 27 Kilometer langen Betonring und werden von riesigen Magnetspulen auf Kurs gehalten. Letztere müssen auf  $-273,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (1,9 Kelvin) gekühlt werden und sind damit kälter als das Weltall! Das also ist der „Große Hadronen-Speicherring“.

#### Das ATLAS-Experiment

Anfangs bloß Kürzel für „A Toroidal LHC ApparatuS“ wird ATLAS heute als Eigenname für eines der insgesamt vier großen Experimente am LHC geführt. ATLAS ist ein Teilchendetektor, in dem man das für die Erklärung von Masse unerlässliche „Higgs-Teilchen“ erstmals nachweisen will. Darüber hinaus werden hier die kleinsten bekannten Bausteine der Materie, die Leptonen und Quarks, auf eine etwaige Substruktur hin untersucht. Der ATLAS-Detektor selbst ist ein 7000 Tonnen schwerer Zylinder mit 46 Metern Länge und 25 Metern Durchmesser. Halb so groß wie die Kathedrale Notre-Dame in Paris (!) ist er in einer riesigen unterirdischen Betonkaverne installiert, die ihrerseits 53 Meter lang, 35 Meter hoch und 30 Meter breit ist. Rund 3000 ForscherInnen von 173 Universitäten aus knapp 40 Ländern sind allein im ATLAS-Projekt involviert.

#### Das CMS-Experiment

CMS steht für „Compact Muon Solenoid“ und ist das zweite große Experiment, das ganz ähnliche Ziele wie ATLAS verfolgt. Der ebenfalls zylindrische Detektor ist 21 Meter lang, hat einen Durchmesser von 16 Metern und wiegt mit 12.500 Tonnen in etwa so viel wie 30 Jumbojets. Etwa 3000 WissenschaftlerInnen, IngenieurInnen und Studierende von über 180 Instituten in 38 Ländern wollen hier ebenfalls das Higgs-Teilchen finden, suchen zudem aber nach Hinweisen auf die „Supersymmetrie“.

#### Das ALICE-Experiment

ALICE ist die Abkürzung für „A Large Ion Collider Experiment“. Hier arbeitet man mit einem 10.000 Tonnen schweren Detektor von etwa 25 Metern Länge und 16 Metern Breite, in dem der Zustand der Materie unmittelbar nach dem Urknall simuliert werden soll. Für einige Millionstel Sekunden herrschte damals ein Zustand extremer Dichte und Temperatur. Dieses „Quark-Gluon-Plasma“ soll durch die Kollisionen beschleunigter Bleikerne kurzzeitig wiederhergestellt und vermessen werden. 1000 PhysikerInnen, IngenieurInnen und TechnikerInnen sind mit diesem Projekt beschäftigt.



### Das LHCb-Experiment

An die 650 ForscherInnen von 47 Institutionen aus 145 Ländern arbeiten schließlich mit dem „Large Hadron Collider beauty“ Experiment, kurz LHCb. Der Detektor ist 21 Meter lang, 10 Meter hoch, 13 Meter breit und 5.600 Tonnen schwer. Untersucht wird hier die Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie. Zurzeit geht man davon aus, dass ursprünglich stets die gleichen Mengen Materie und Antimaterie existierten. Es gibt jedoch Elementarteilchen, sogenannte B-Mesonen, deren Masse fast zur Gänze aus Antimaterie besteht. Diese B-Mesonen sind extrem instabil und zerfallen in weitere Teilchen, in denen Materie und Antimaterie sich plötzlich wieder die Waage halten. Der Nachweis dieses Prozesses erfolgt im LHCb, in dem man die Zerfallsprodukte der B-Mesonen herauszufiltern versucht, um durch deren Untersuchung den bislang unerklärlichen Materieüberschuss im Universum verstehen zu können.

### Das Worldwide LHC Computing Grid (WLCG)

Unglaubliche 15 Petabyte oder 15 Millionen Gigabyte an Messdaten produziert der LHC pro Jahr. Und das 15 Jahre lang. Würden allein am ATLAS wirklich alle Daten erfasst, würde dies pro Sekunde 100.000 CDs füllen. Um solch gigantische Datenmengen überhaupt sichten und analysieren zu können, schuf man das größte Computer-Netzwerk der Welt. 160 Institutionen aus 33 Ländern beteiligen sich mit mehr als 100.000 Prozessoren an diesem Computing Grid. Allein im CERN-Rechenzentrum stehen mehr als 5.000 PCs mit 20.000 Prozessoren und 8 Petabyte Plattenspeicher sowie 18 Petabyte Bandspeicher.

### Auf der Suche nach dem Higgs-Teilchen ...

Mit ihren Experimenten am LHC möchten die CERN-PhysikerInnen eine Odyssee vollenden, die vor rund 340 Jahren mit Isaac Newton und der Beschreibung der Schwerkraft begann. Die Schwerkraft und ihre Wirkung auf Masse ist zwar jeder und jedem von uns vertraut, warum wir allerdings überhaupt Masse besitzen, weiß bis heute kein Mensch. Geht es nach der Theorie des britischen Physikers Peter Higgs und anderen, ist dafür ein ganz bestimmtes, nach ihm benanntes Teilchen notwendig. Kann dieses Teilchen auch in der Praxis nachgewiesen werden, gilt eine Grundannahme der Physik als erwiesen. Wenn nicht, muss deren derzeit gültiges Standardmodell von Grund auf in Zweifel gezogen werden. Doch was hat es mit diesem Higgs-Teilchen eigentlich auf sich?

### Das Higgs-Teilchen oder Albert Einstein auf einer Cocktail-Party

Man stelle sich vor, Albert Einstein hätte sich zu einer Cocktail-Party angesagt. Natürlich können es alle anderen, schon vor ihm eingetroffenen Gäste kaum noch erwarten, den großen Denker persönlich zu treffen. Dann endlich ist es soweit: er kommt! Albert Einstein



betrifft den Raum und ganz plötzlich streben die eben noch gleichmäßig im Raum verteilten Gäste, ohne Ausnahme auf ihn zu. Immer mehr Leute scharen sich um ihn, eine Menschentraube, die immer größer und größer wird. Egal wo er sich hinbewegt, er hat seine Bewunderer stets im Schleptau. Man könnte fast meinen, er erhalte immer mehr Gewicht... Ganz genau das, was der Auftritt des berühmten Albert Einstein bei seinen vielen Bewunderern ausgelöst haben mag, soll auch das Higgs-Teilchen bei anderen Elementarteilchen bewirken. Masse wäre demnach also das Ergebnis einer Wechselwirkung.

### CERN-Sidesteps: das Retinal Project

CERN steht für Grundlagenforschung, dennoch hat auch angewandte Forschung ihren Platz hier. So untersuchen ATLAS-PhysikerInnen gemeinsam mit NeurobiologInnen etwa die Information, die von unserem Auge an das Gehirn weitergeleitet wird. Unsere Netzhaut ist nichts anderes als ein biologischer Pixel-Detektor, der ein visuelles Bild in elektrische Signale, die sogenannten „spikes“, umwandelt. Diese „spikes“ dienen als Code und kommunizieren die Eigenschaften eines Bildes an das Sehzentrum in unserem Gehirn. Um diesen Code zu knacken, untersuchte man das Netzhautgewebe und entwickelte ein System zur Erfassung neuronaler Aktivität. Als Basis dafür dienten jene Silicium-Mikrostreifen, die im ATLAS-Detektor zur Anwendung kommen. Ziel dieser Forschung ist es, zu verstehen, wie unsere neuronalen Systeme arbeiten und Information kodieren. Würde dies gelingen, könnte blinden Menschen zu künstlichem Augenlicht verholfen werden.

### Ein CERN-„Abfallprodukt“: das World Wide Web

Viele Dinge entstehen am CERN ganz nebenbei. Das bekannteste Beispiel ist das World Wide Web. Erfunden wurde es vom Briten Tim Berners-Lee, einem Informatiker am CERN, um Forschungen um Forschungsergebnisse endlich einfach und schnell mit KollegInnen austauschen zu können. Eine dabei angewandte Methode war das „Verflechten“, das „Verlinken“ von wissenschaftlichen Artikeln. Nach und nach entstand so ein Daten-Netz, in dem alles mit allem verknüpft werden konnte. Am 30. April 1993 stellte CERN das Web der Öffentlichkeit zur Verfügung, um zu gewährleisten, dass es als offener Standard weiterhin frei zur Verfügung stehen sollte. Der Rest der Geschichte ist bekannt ...

---

CERN: <http://public.web.cern.ch/public/>  
Ars Electronica Center: [www.aec.at/center](http://www.aec.at/center)  
Ars Electronica Festival 2011: [www.aec.at/origin](http://www.aec.at/origin)