

Ein Labor für die Welt

Vor 60 Jahren wurde in Genf das europäische Kernforschungszentrum CERN gegründet. Von Martin Koch

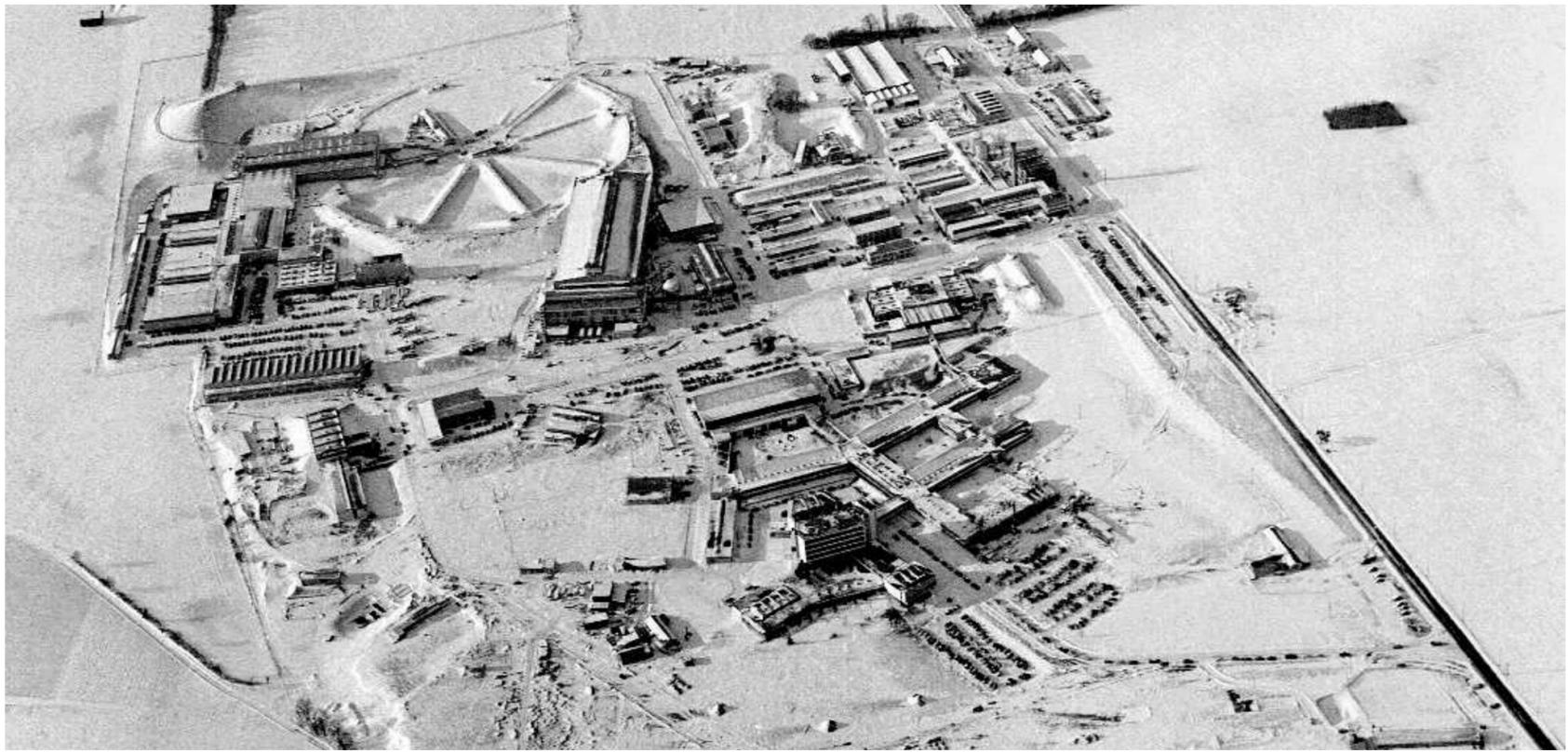
Nicht nur unter Wissenschaftlern, auch weit über die Grenzen der Wissenschaft hinaus genießt es längst einen legendären Ruf: das im Schweizer Kanton Genf gelegene europäische Kernforschungszentrum CERN, das derzeit als größtes Laboratorium der Welt gilt. Hier fahnden Physiker schon seit Jahrzehnten nach den fundamentalen Teilchen der Materie. Von hier nimmt aber auch ein Wissenschaftsthiller seinen Ausgang, der als Buch und Film Millionen von Menschen fasziniert hat. Die Rede ist von Dan Browns Roman »Illuminati« (englischer Originaltitel: Angels & Demons), in dem ein Unbekannter den Vatikan mit einer Antimaterie-Bombe bedroht. Die dafür benötigte größere Menge an Antimaterie wird aus einem CERN-Labor entwendet, wo sie zuvor für andere Zwecke erzeugt und in Behältern aufbewahrt worden war.

Abgesehen davon, dass die CERN-Wissenschaftler im Film klischeehaft mit weißen Kitteln und gestrenger Miene in der Gegend umherlaufen, geht Dan Brown auch mit den physikalischen Fakten recht großzügig um. Richtig ist: Am »Protonen-Synchrotron« des CERN, das bereits 1959 in Betrieb ging, werden regelmäßig Antiteilchen erzeugt und danach in einer speziellen Maschine wieder abgebremst, um sie für die Erforschung von Antimaterie verwenden zu können. Auf diesem Weg gelang es 1995 einem Forscherteam, erstmals neun Antiwasserstoffatome herzustellen. Zwar konnte deren Zahl inzwischen erheblich gesteigert werden. Doch auch Millionen von Antiwasserstoffatomen reichen nicht aus, um damit nennenswerte makroskopische Effekte hervorzurufen. Wäre es beispielsweise möglich, die täglich am CERN erzeugte Antimaterie zu sammeln, bräuchte man mehrere Milliarden Jahre, bis man davon ein Gramm zusammenhätte. Außerdem lässt sich Antimaterie nicht einfach in einem Behälter aufbewahren, denn bei Berührung vernichten sich Materie und Antimaterie sofort gegenseitig. Dass hierbei Energie entsteht, trifft wohl zu. Nur: Würde man sämtliche jemals am CERN hergestellte Antimaterie mit Materie zerstrahlen, reichte die gewonnene Energie gerademal aus, um eine Glühlampe für ein paar Minuten zum Leuchten zu bringen.

So gesehen kann man das in »Illuminati« entworfene Szenario getrost als abwegig bezeichnen. Dennoch haben das Buch und der Film das Augenmerk vieler Menschen auf eine wissenschaftliche Einrichtung gelenkt, die auf der Welt ihresgleichen sucht. Heute hat das CERN 21 Mitgliedsstaaten, die außer Israel, das 2013 als bisher letztes Land seinen Beitritt erklärte, allesamt in Europa liegen. Die Zahl der Mitarbeiter beläuft sich derzeit auf etwa 3200. Darüber hinaus sind an verschiedenen CERN-Experimenten mehr als 10 000 Gastwissenschaftler aus 85 Nationen beteiligt. Das Jahresbudget der Forschungseinrichtung lag 2014 bei rund 1,11 Milliarden Schweizer Franken (ca. 900 Millionen Euro).

Das Akronym CERN leitet sich ab vom französischen Namen jenes Rates, der vor über 60 Jahren mit der Gründung des Laboratoriums betraut worden war: »Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire«. Bekanntlich hatte Europa nach dem Zweiten Weltkrieg seine führende Rolle in der physikalischen Grundlagenforschung eingebüßt. Aufgrund der vielen vor den Nazis geflüchteten Spitzenforscher gaben jetzt die USA in der Physik den Ton an. Wollte man gegen diese schier übermächtige Konkurrenz bestehen, das wussten insbesondere die westeuropäischen Atom- und Kernforscher, mussten sie ihre kreativen Kräfte bündeln. Zumal neue Erkenntnisse über die Struktur der Materie nur dann zu erwarten waren, wenn man dafür große und leistungsstarke Beschleuniger einsetzte.

Den ersten offiziellen Vorschlag zur Gründung eines europäischen Zentrums für Kernforschung machte 1949 der französische Physiknobelpreisträger Louis de Broglie. Auch die UNESCO unterstützte diesen Plan, der jedoch in einem europäischen Land weithin auf Desinteresse stieß: in



Großbritannien. Hier wollte man eigene Wege in der Atomforschung gehen, gemeinsam mit dem Institut von Niels Bohr in Kopenhagen. Im Februar 1952 fanden sich immerhin elf europäische Länder auf einer UNESCO-Tagung in Genf bereit, eine Vereinbarung zur Gründung eines europäischen Kernforschungszentrums zu unterzeichnen, darunter Frankreich, Italien und die BRD, als deren Vertreter Nobelpreisträger Werner Heisenberg angereist war. Obwohl die Briten ihre Unterschrift verweigerten, leisteten sie einen erheblichen Beitrag zum Budget des CERN. Im Juni 1953 traten sie schließlich doch bei.

Neben Genf wurden anfangs auch Kopenhagen, Liverpool, Arnheim und Paris als mögliche Standorte des CERN gehandelt. Im Oktober 1952 fiel die Wahl endgültig auf Genf bzw. die nahe der Stadt gelegene Gemeinde Meyrin, wo wenige Monate später auf einer grünen Wiese die Bauarbeiten begannen. Am 29. September 1954 ratifizierten sieben der zwölf Mitgliedsländer den Staatsvertrag zur Errichtung des CERN, das damit offiziell als gegründet galt. Generaldirektor wurde der Schweizer Physiknobelpreisträger Felix Bloch, der am 10. Juni 1955 den Grundstein für das Laboratorium legte.

Als erster Beschleuniger wurde 1957 ein »Synchro-Zyklotron« (SC) in Betrieb genommen, an dem Forscher alsbald den seltenen Zerfall eines Pions in ein Elektron und ein Neutrino beobachten konnten. 1959 kam das bereits erwähnte »Protonen-Synchrotron« (PS) hinzu, das mit 28 Gigaelektronenvolt (GeV), die damals weltweit höchste Protonenenergie erreichte. Es arbeitet noch heute als Vorbeschleuniger, unter anderem für den »Large Hadron Collider«, in dem 2012 das lange gesuchte Higgs-Boson entdeckt wurde.

1970/71 nahmen am CERN zwei große Blasenkameras ihren Betrieb auf. Eine davon trug den Namen »Gargamelle« und wurde im Dezember 1972 zum Schauplatz einer der größten physikalischen Entdeckungen überhaupt. Damals gelang es einer Gruppe von CERN-Forschern, sogenannte neutrale Ströme und damit indirekt die elektroschwache Wechselwirkung nachzuweisen, die 1967 von

den US-Physikern Sheldon Glashow, Abdus Salam und Steven Weinberg vorausgesagt und beschrieben worden war. Und die heute als Grundpfeiler des Standardmodells der Elementarteilchenphysik gilt.

Um die elektroschwache Wechselwirkung zu vermitteln, sind laut diesem Modell spezielle Teilchen vonnöten, die man W- und Z-Bosonen nennt. In der Absicht, auch diese Teilchen zuerst nachzuweisen, wurde 1981 am CERN ein Protonen-Antiprotonen-Beschleuniger konstruiert,

1972 gelang es CERN-Forschern, indirekt die elektroschwache Wechselwirkung nachzuweisen, die 1967 von den US-Physikern Sheldon Glashow, Abdus Salam und Steven Weinberg vorausgesagt worden war.

in dem beide Teilchenarten mit hoher Geschwindigkeit aufeinander prallen. Der Erfolg ließ nicht lange auf sich warten. 1983 gingen einem Team um den Italiener Carlo Rubbia die gesuchten W- und Z-Bosonen ins Netz. Zusammen mit Simon van der Meer, die die Technik der stochastischen Kühlung für Antiprotonen entwickelt hatte, erhielt Rubbia bereits 1984 den Physiknobelpreis.

Im August 1989 wurde der »Large Elektron-Positron Collider« (LEP) gestartet. In einem unterirdischen Ringtunnel von 27 Kilometern Länge jagte man darin Elektronen und Antielektronen (Positronen) aufeinander – mit dem Ziel, die Eigenschaften der W- und Z-Bosonen genauer zu bestimmen und so zugleich die Gültigkeit des Standardmodells zu testen. Nachdem dies elf Jahre mit Erfolg geschehen war, baute man die LEP-Detektoren im Jahr 2000 wieder ab, um Platz für die Detektoren des »Large Hadron Collider« (LHC) zu schaffen.

In den Röhren des LHC werden zwei gegenläufige Protonenstrahlen auf fast Lichtgeschwindigkeit beschleunigt. Mehr als 1000 supraleitende Magnete, die man dazu auf eine Temperatur von -271,25 °C (1,9 K) abkühlt, halten die Teilchen auf ihrer Bahn. An vier Stellen, an denen die Protonenstrahlen zusammenprallen, befinden sich verschiedene Detektoren, welche die bei der Kollision entstehenden Teilchenschauer analysieren. Hierbei konnte 2012 das letzte noch fehlende Teilchen des Stan-

dardmodells nachgewiesen werden: das Higgs-Boson, dessen Existenz mehrere Physiker schon in den 1960er Jahren vorausgesagt hatten.

Neben grundlegenden physikalischen Erkenntnissen brachte das CERN aber auch eine Erfindung hervor, die wie kaum eine andere das Leben in der modernen Gesellschaft verändert hat. Um die Kommunikation zwischen den in Frankreich und der Schweiz gelegenen CERN-Laboratorien zu vereinfachen, entwickelten der britische Physiker Tim Berners-Lee und sein belgischer Kollege Robert Cailliau 1989 ein neues System zur Vernetzung von Computern. Es wurde nach mehreren Namenswechslern zum »World Wide Web« (WWW) und bildete die Grundlage für den Aufbau des Internets. Denn Berners-Lee verzichtete darauf, seine Erfindung patentieren zu lassen. »Das World Wide Web«, so erklärte er gelegentlich, »ist eine großräumige Hypermedia-Initiative zur Informationsbeschaffung mit dem Ziel, den allgemeinen Zugang zu einer großen Sammlung von Dokumenten zu erlauben.« In der Tat dauerte es nur wenige Jahre, bis das über Internet abrufbare System von miteinander verknüpften elektronischen Hypertext-Dokumenten (Webseiten) von einer breiten Öffentlichkeit genutzt werden konnte. Heute bietet das Netz Milliarden von Menschen einen umfassenden und nahezu verzögerungsfreien Austausch von Informationen und ist daher in seiner kulturellen Bedeutung nur mit der Erfindung des Buchdrucks zu vergleichen.

Seit seiner Gründung wurde das CERN von 13 Generaldirektoren geleitet. Unter diesen findet man neben den Nobelpreisträgern Felix Bloch und Carlo Rubbia auch zwei deutsche Physiker: Herwig Schopper und Rolf-Dieter Heuer, der gegenwärtig an der Spitze des CERN steht. Wenn Heuer im Dezember 2015 planmäßig aus dem Amt scheidet, wird erstmals eine Frau die Leitung des weltgrößten Laboratoriums übernehmen, die italienische Teilchenphysikerin Fabiola Gianotti.

In ihrer Amtszeit könnte sich eine Frage entscheiden, die heute immer mehr Physiker aufwerfen: Muss das bewährte Standardmodell der Elementarteilchenphysik am Ende doch einer experimentell besser fundierten Theorie weichen? Zu diesem Zweck erfolgt im Frühjahr 2015 ein Neustart des LHC, bei dem Protonenenergien erreicht werden sollen, die alles bisher Dagewesene weit übertreffen. CERN-Forscher warnen dennoch vor übertriebener Euphorie. Zu gut ist ihnen in Erinnerung, dass der LHC aufgrund einer technischen Panne im Kühlsystem 2008 für ein Jahr abgeschaltet werden musste. Und so geschah es, dass die größte von Menschen je geschaffene Maschine bei ihrer offiziellen Einweihung defekt war.

Das CERN im Winter 1963. Die radförmige Struktur ist das damals vier Jahre alte Protonen-Synchrotron. Anfangs der weltgrößte Teilchenbeschleuniger, ist es heute noch eine Vorstufe der großen LHC-Beschleunigers.

Foto: CERN



Straßenbahn vor dem Bürogebäude des CERN

Foto: Darkzink/CC-Zero



Dieser Computer aus Steve Jobs' kurzlebiger Firma NeXT diente Tim Berners-Lee am CERN als erster Web-Server.

Foto: Science Museum, London



Die italienische Physikerin Fabiola Gianotti (hier noch als Sprecherin der Forschergruppe, die am Teilchendetektor ATLAS arbeitet) wird das europäische Kernforschungszentrum CERN ab Januar 2015 leiten. Sie ist die erste Frau auf diesem Posten seit der Gründung vor 60 Jahren. Gianotti arbeitet seit 1987 am CERN.

Foto: CERN/Claudia Marcelloni