

Noch ist der riesige ATLAS-Detektor tief unter der französisch-schweizerischen Grenze im Bau. Physiker wollen damit Teilchen aufspüren, die sie brauchen, um erklären zu können, warum es das Universum gibt.

BU 1 Zeile gelängt

Titel provisorisch platziert

Ein
Rätsel
namens

Higgs

Gibt es das „Gottesteilchen“?

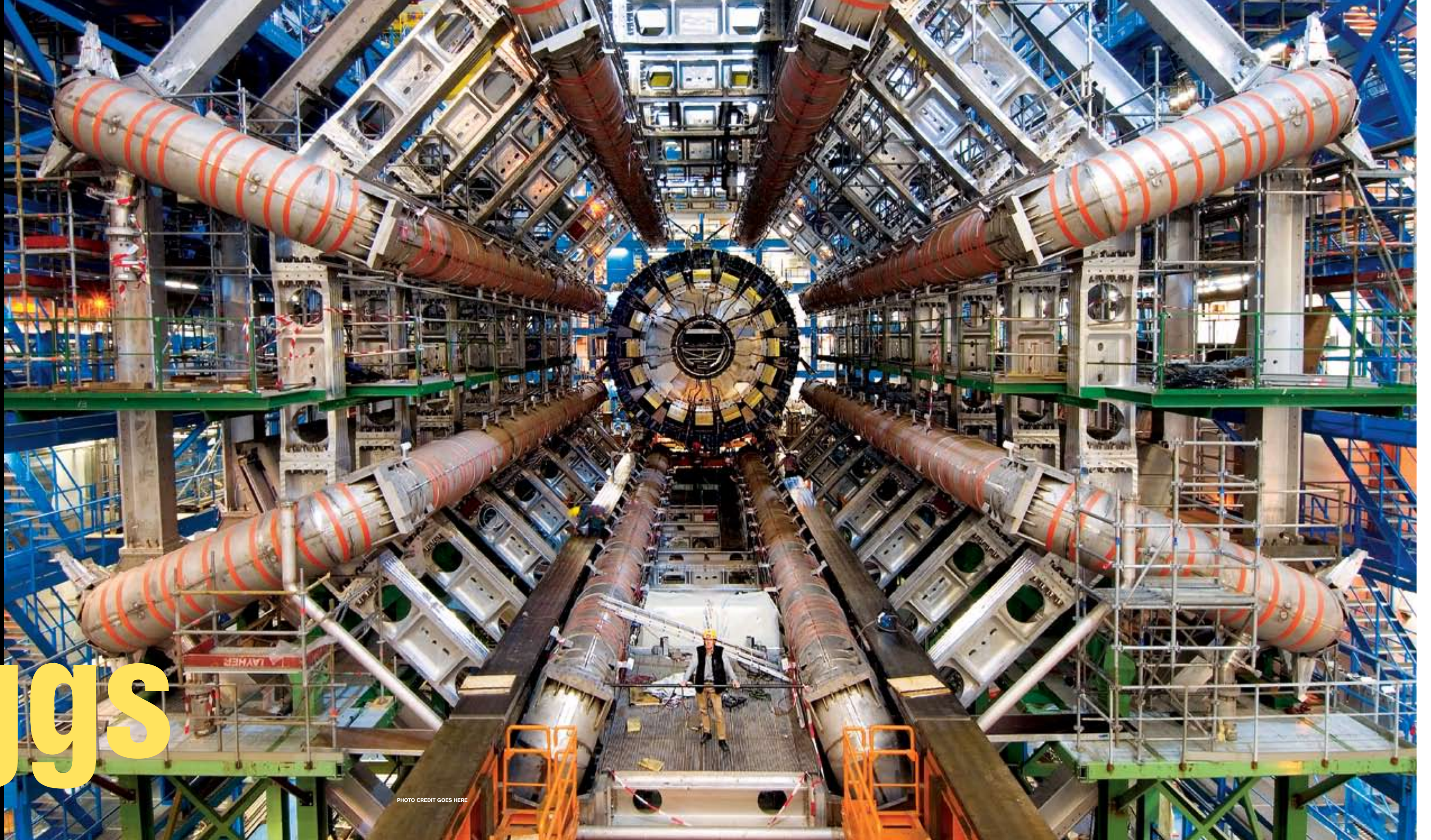


PHOTO CREDIT GOES HERE



In diesem Stahlzylinder wird die größte Magnetspule der Welt installiert. Sie ist Teil des Compact Muon Solenoid (CMS), eines Geräts, mit dem die Physiker bislang noch unbekannte subatomare Teilchen aufspüren wollen – falls es sie gibt.

Text Joel Achenbach

Fotos Peter Ginter

Würde jemand mitten in dem idyllischen Dorf

Crozet in Frankreich ein 100 Meter tiefes Loch in die Erde graben, fände er sich in einer Kulisserie wieder, die an den unterirdischen Schlupfwinkel des Bösewichts aus einem James-Bond-Film erinnert: Ein grell erleuchteter Tunnel, vollgestopft mit Drähten, Magneten und Röhren, regelmäßig unterbrochen von Schächten und stählernen Laufstegen, verläuft in einem Bogen, so weit das Auge reicht.

Diese hochtechnisierte Unterwelt ist nichts als ein riesiges wissenschaftliches Instrument – ein Teilchenbeschleuniger, das leistungsfähigste Blasrohr für Atomkerne, das je gebaut worden ist. Die Forscher am europäischen Kernforschungszentrum CERN nennen es Large Hadron Collider (LHC), und das Ziel ihrer Arbeit ist leicht zu formulieren: Sie wollen die letzten Antworten auf die Frage finden, woraus das Universum besteht.

Wenn alles klappt, werden im kommenden Sommer erstmals zwei Teilchenstrahlen in entgegengesetzter Richtung durch den unterirdischen, 27 Kilometern langen Ring rasen. Bei den Teilchen handelt es sich um die Bausteine, aus denen die Atome und alle Materie bestehen. Mehr als 1000 zylinderförmige, supergekühlte Magnete halten die Partikel im Tunnel auf ihrer gekrümmten Bahn. An vier Stellen werden die beiden Strahlen wie mit einem Brennglas gebündelt. Dort prallen die Teilchen beinahe mit Lichtgeschwindigkeit aufeinander. Die gewaltigen Kollisionen verwandeln die Materie zunächst in Energie, die sich dann blitzschnell wieder zu verschiedenen Teilchen verdichtet, von denen man einige noch nie zuvor gesehen hat. So funktioniert experimentelle Teilchenphysik: Man schmettert Sachen aufeinander und guckt, was dabei herauskommt.

Mithilfe der entlang des Tunnels platzierten Apparate werden die entstehenden Teilchennebel untersucht. Die größte Einrichtung heißt ATLAS, ihr Teilchendetektor ist sieben Stockwerke

hoch. Die schwerste ist der CMS-Detektor (CMS steht für Compact Muon Solenoid). Er wiegt mehr als der Eiffelturm.

Doch trotz dieser monströsen Instrumente ist nicht ausgeschlossen, dass die Physiker mit ihren Experimenten nicht finden, was sie suchen. Denn wenn ein Jahrhundert Teilchenphysik eine Einsicht gebracht hat, dann diese: Der Kosmos verrät die Geheimnisse von Energie und Materie nur äußerst zögernd.

Vor etwas mehr als 100 Jahren, am Ende des 19. Jahrhunderts, war die Physik eine etablierte und recht selbstzufriedene Wissenschaft. Viele Forscher glaubten, dass eigentlich nur noch ein paar Feinheiten aus dem großen Bild der Natur herauszuarbeiten seien. Die Dinge hatten eine vernünftige Ordnung. Die Newtonschen Ge-

Das Ziel der Forscher ist leicht zu formulieren: Sie wollen die letzten Antworten auf die Frage finden, woraus das Universum besteht.

setze regelten ein perfekt funktionierendes Universum, Atome galten als Grundlage aller Materie. Atome, das waren die kleinsten denkbaren Teilchen – der Begriff geht auf das griechische Wort $\alpha\tau\omicron\mu\omicron\varsigma$ für unteilbar zurück.

Doch dann stieß man in den Labors auf seltsame Dinge: Röntgenstrahlen, Gammastrahlen und das mysteriöse Phänomen Radioaktivität. Der britische Physiker Joseph John Thomson entdeckte 1897 das Elektron. Atome bestanden also doch aus noch kleineren Teilchen. Waren sie, wie Thomson glaubte, eine Art Pudding, in dem wie Rosinen die Elektronen steckten? Nein. 1911 erklärte Ernest Rutherford, dass Atome größtenteils aus Leerraum bestehen und ihre Masse sich in einem winzigen, von Elektronen umkreisten Kern konzentriert. Es gibt Atome mit mehreren hundert Elektronen.

In der Physik folgte nun eine Revolution auf die andere. Albert Einstein entwickelte zunächst die Spezielle (1905) und daraus die All-

gemeine Relativitätstheorie (1915). Plötzlich waren selbst Raum und Zeit keine festen Größen mehr, sondern Elemente einer verwirrenden Raum-Zeit-Struktur („Wie Einstein unser Bild vom Kosmos formte“, NATIONAL GEOGRAPHIC, Mai 2005): Materie verbiegt den Raum; die Zeit kann schneller oder langsamer vergehen; das Licht ist Teilchen und Welle; Energie und Masse sind austauschbar; die Realität ist eine Frage der Wahrscheinlichkeit und nicht vorherbestimmt. Einstein selber glaubte zwar nicht, dass ein «Gott mit dem Universum Würfel spielt», doch genau das wurde zur gängigen Ansicht in der Wissenschaft.

Dann entwickelte der amerikanische Atomphysiker Ernest Lawrence zu Beginn der dreißiger Jahre den ersten ringförmigen Teilchenbeschleuniger, das sogenannte Zyklotron. Er konnte ihn in einer Hand halten.

Heute betreiben die Vereinigten Staaten am Fermilab westlich von Chicago einen Beschleuniger, der unter mehreren Quadratkilometern Prärie und einer kleinen Büffelherde vergraben ist. Auf einer Schnellstraße in der Nähe von Palo Alto in Kalifornien überquert man einen drei Kilometer langen Linearbeschleuniger. Und der gigantische Kringel des LHC taucht unter der Grenze zwischen der Schweiz und Frankreich durch. Zwar gibt es noch Physiker, die Schreibtischforschung betreiben – also versuchen, mit bescheidenen Mitteln große Antworten zu finden. Doch für die Arbeit an den grundlegenden Problemen aller Existenz braucht man große Apparate.

Heute wissen wir Dinge, die sich Einstein, Rutherford, Max Planck, Niels Bohr, Werner Heisenberg und die anderen großen Physiker vor einem Jahrhundert nicht einmal vorstellen konnten. Aber von einer endgültigen Theorie über das Wesen des Universums sind wir immer noch weit entfernt. Moleküle bestehen aus Atomen. Atome bestehen aus Teilchen namens Protonen, Neutronen und Elektronen. Protonen und Neutronen bilden die Teilchengruppe der Hadronen, nach denen der Beschleuniger benannt ist. Die bestehen ihrerseits aus so seltsamen Dingen wie Quarks und Gluonen aber da wird es schon recht verschwommen. Sind Quarks nun Elementarteilchen oder bestehen sie aus etwas noch Kleinerem? Die Elektronen gelten bislang als elementar, das heißt:



— TUNNEL
 — CERN-BEREICH
 — WALD

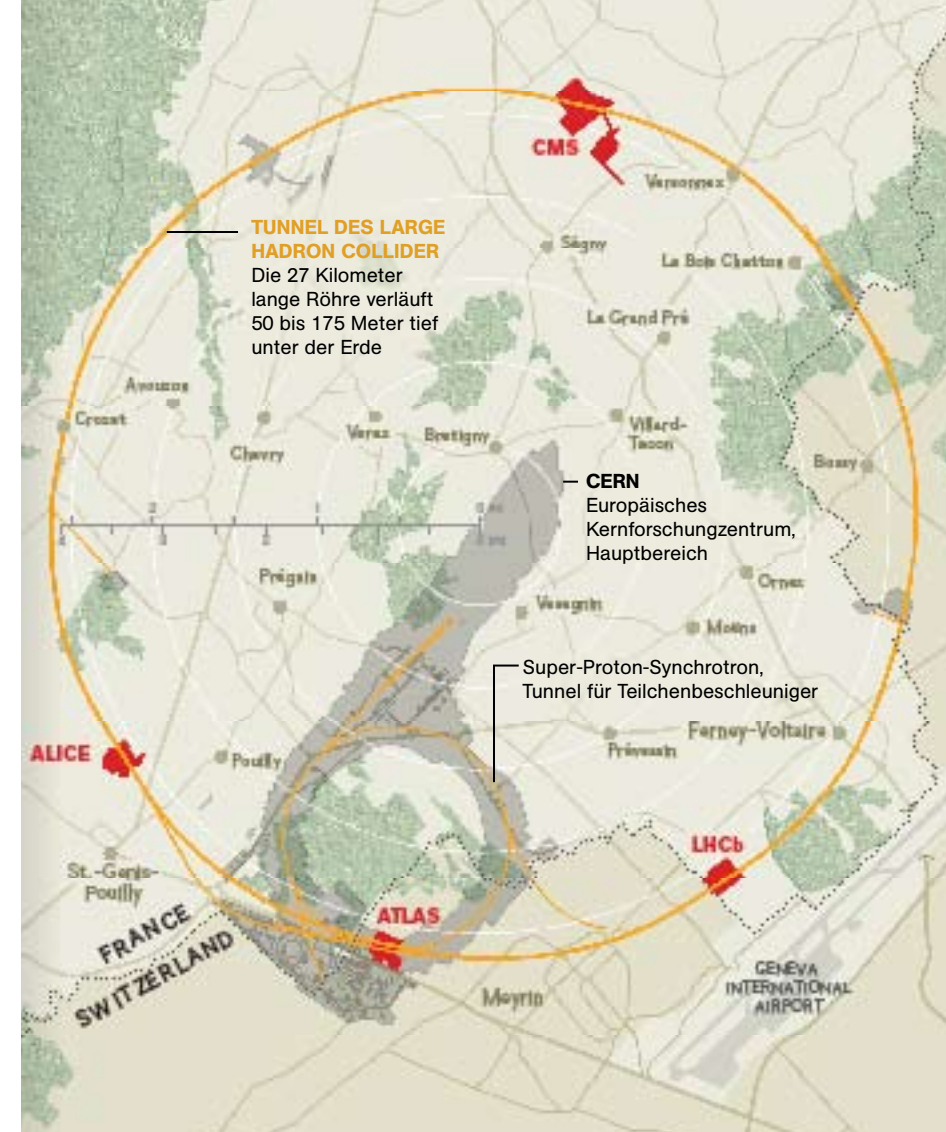
WICHTIGE DETEKTOREN

CMS & ATLAS
 Sollen die fundamentalen Kräfte des Universums und die Beschaffenheit der Materie erforschen

ALICE
 Analysiert nach der Kollision von Bleikernen das Quark-Gluon-Plasma, einen Materiezustand direkt nach dem Urknall

LHCb
 Soll helfen zu klären, warum der Urknall ein Universum erzeugte, in dem es mehr Materie als Antimaterie gibt

QUELLE: CERN
 ILLUSTRATION: SEAN MCNAUGHTON



Der LHC ist das bislang ehrgeizigste Experiment der Physik. Durch einen 27 Kilometer langen Tunnel werden subatomare Partikel beinahe mit Lichtgeschwindigkeit aufeinander geschossen. Als Teilchenlieferant für den LHC dient ein älterer, kleiner Ring, das Super Proton Synchrotron. Einige tausend Wissenschaftler aus fast 50 Staaten arbeiten gemeinsam an dem Projekt.

nicht weiter teilbar, aber man sollte nicht darauf wetten, dass es so bleibt.

Nichts wünschen sich theoretische Physiker mehr als Einfachheit. Sie hätten gern ein Modell der Materie, dessen Einzelteile sauber zusammenpassen. Doch ihr Standardmodell aus den sechziger und siebziger Jahren sieht heute aus wie ein Gerät mit viel zu vielen losen Drähten und Knöpfen. Es enthält nun 57 Elementarteilchen, und viele der Werte, die die Wechselwirkung der Teilchen beschreiben, folgen keiner stimmigen Logik «Wir hatten anfangs

wirklich eine schöne und elegante Theorie», sagt der Fermilab-Physiker Joe Lykken. «Dann kam eins zum anderen, und je komplizierter sie wird, um so hässlicher wird sie.»

Mit dem Standardmodell lassen sich einige große Rätsel des Universums nicht erklären. Ein bahnbrechendes Ergebnis der letzten 100 Forschungsjahre ist immerhin dieses: Der Kosmos, den wir heute sehen, war einst kleiner als ein Atom. Das ist der Grund, warum Teilchenphysiker über Kosmologie und Kosmologen über Teilchenphysik reden. Unser ganzes Sein

Große Forschung am Allerkleinsten

Wenn im Large Hadron Collider (LHC) die beinahe auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigten Protonen der Atomkerne mit unvorstellbarer Energie aufeinanderprallen (unten), entstehen – so hoffen die Forscher – Teilchen und Materieformen, wie es sie nur in den ersten Augenblicken des Universums direkt nach dem Urknall reichlich gab. Zu den gesuchten Teilchen gehören die theoretisch vorhergesagten Higgs-Bosonen, von manchen „Gottesteilchen“ genannt. Man braucht sie, um eine grundlegende Eigenschaft des Universums zu erklären: Woher Elementarteilchen ihre Masse bekommen.

Die Higgs-Bosonen sollen ein Kräftefeld erzeugen, das den Elementarteilchen diese Masse verleiht. Es würde den ganzen Kosmos durchdringen – so wie das elektromagnetische Feld, über das Protonen und Elektronen miteinander agieren.

Kern-Zertrümmerung

Protonen bestehen aus je drei Quarks; die werden von masselosen Gluonen zusammengehalten.

PROTON

GLUON

QUARK

1. Billionen Protonen rasen mit 99,9999991 Prozent der Lichtgeschwindigkeit aufeinander zu.

2. Quarks und Gluonen in den Protonen explodieren mit solcher Energie, dass das flüchtige Higgs-Boson entsteht (rechts).

HIGGS-BOSON

3. Das Higgs-Teilchen ist vermutlich 100- bis 200mal so massereich wie ein Proton und instabil: Es besteht weniger als ein Millionstel eines Milliardstels eines Milliardstels einer Sekunde.

4. Beim Zerfall entstehen charakteristische Spiralen- und Streifenmuster, die von den LHC-Detektoren registriert werden.

Was bringt uns das neue Wissen?

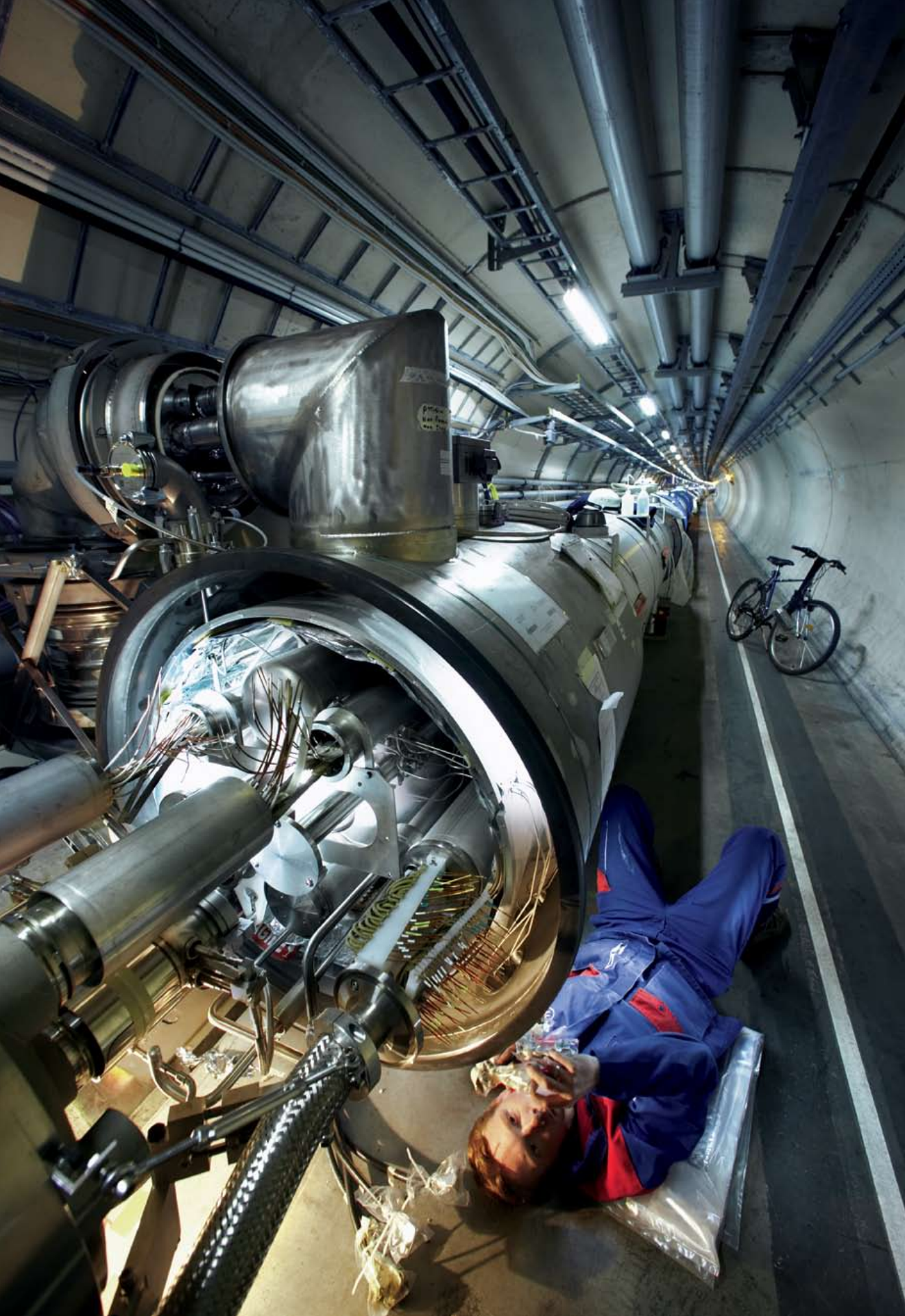
WARUM GIBT ES ÜBERHAUPT ETWAS?

Nach der Theorie sollten im Urknall gleich viel Materie und Antimaterie entstanden sein – und hätten sich gegenseitig sofort vernichtet. Warum also besteht unser Universum, und das fast ausschließlich aus Materie?

WAS IST DIE DUNKLE MATERIE?

Die Bewegungen von Galaxien und Supernovae deuten darauf hin, dass die Weiten des Raums viel mehr Materie und Energie enthalten, als wir sehen. Die Erkenntnisse mit dem LHC könnten Licht in diese Dunkelheit bringen.

QUELLEN: CERN; DANIELE BENEDETTI, CERN; STEPHEN REUCROFT, NORTHEASTERN-UNIVERSITY; MICHAEL S. TURNER, UNIVERSITÄT CHICAGO. ILLUSTRATION: MOONRUNNER DESIGN. TEXT UND DESIGN: SEAN MCNAUGHTON, NATIONAL GEOGRAPHIC MAGAZINE.



ist das Ergebnis von Vorgängen im kleinsten denkbaren Maßstab. Die Urknalltheorie besagt, dass das uns bekannte Universum ursprünglich gar keine Dimensionen hatte, kein oben oder unten, kein links oder rechts, keinen Zeitablauf, dafür aber physikalische Gesetze, die sich unserer Vorstellung entziehen.

Doch wie wird aus einem unendlich dichten Universum ein weitläufiges Raum-Zeit-Gefüge? Woher kommt die darin enthaltene Materie? Nach der Theorie sollte sich während der Ausdehnung des frühen Universums die Energie zu gleichen Teilen zu Materie und Antimaterie verdichtet haben. Beide hätten sich dann sofort gegenseitig ausgelöscht und wären wieder zu reiner Energie geworden. Eigentlich müsste das Universum leer sein. Aber es ist voller Sterne und Planeten und idyllischer französischer Dörfer. Die Experimente am LHC helfen vielleicht zu klären, warum wir uns glücklicherweise in einem Universum befinden, das mit eben dem richtigen Quäntchen mehr Materie als Antimaterie entstanden ist.

Vielleicht erfahren wir dadurch auch mehr über das Rätsel der Dunklen Materie. Die Beobachtung weit entfernter Galaxien lässt darauf schließen, dass sie stärkerer Schwerkraft ausgesetzt sind, als durch die Masse der sichtbaren Materie zu erklären ist. Wo versteckt sich diese unsichtbare Materie?

Klar, die Physiker haben auch dafür eine Theorie, und zwar die von der Supersymmetrie: Sie besagt, dass jedes Elementarteilchen im frühen Universum ein massereiches Gegenstück besaß. Das Elektron hatte womöglich einen dicken Partner, das Selektron, zum Muon gehörte das Smuon und zum Quark das Squark? Viele dieser supersymmetrischen Partner dürften instabil gewesen sein, doch vielleicht war eine Sorte stabil genug, um seit Anfang der Zeit zu bestehen. Und diese Teilchen passieren vielleicht in diesem Augenblick Ihren Körper, ohne spürbar auf Fleisch und Knochen einzuwirken. Vielleicht sind sie die Dunkle Materie.

Ein Ingenieur prüft einen der mehr als tausend Magneten, die Teilchen zur Kollision zwingen werden. Mit flüssigem Helium gefüllte Röhren werden die Magneten auf minus 271 Grad abkühlen, damit sie mehr Elektrizität transportieren und so stärkere Kräfte ausüben können.

Der LHC schießt Materiebröckchen aufeinander und erzeugt dadurch Energie und Temperaturen, die es seit den ersten Augenblicken des Universums nicht mehr gegeben hat. So kann er vielleicht die Teilchen und Kräfte schaffen, die am Beginn allen Seins waren. Er könnte helfen, die Urfrage jedes denkenden Wesens zu beantworten: Wo sind wir hier?

Das ist sicher ein Grund, warum der deutsche Teilchenphysiker Rolf-Dieter Heuer zu Beginn dieses Jahres ankündigte, er werde die Ergebnisse der Experimente «philosophisch begleiten lassen». Heuer ist derzeit Direktor des Zentrums für Teilchenforschung DESY in Hamburg, wird aber am 1. Januar 2009 der nächste Generaldirektor des CERN – der neue „Herr der Ringe“, wie seine Kollegen sagen. Er hat zu den Gesprächen über Sein und Werden

Die Theorie der Supersymmetrie besagt, dass jedes Teilchen ein massereiches Gegenstück besaß: das Elektron ein Selektron, das Muon ein Smuon.

unserer Welt unter anderem Philosophen vom Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin und Kosmologen vom Albert-Einstein-Institut in Potsdam eingeladen.

Die Physiker sind scharf darauf, ein ganz bestimmtes Teilchen aus den Partikeltrümmern der Hochenergie-Kollisionen des LHC herauszupicken. Manche nennen es das „Gottesteilchen“ – auch wenn, wie Heuer, nicht alle mit dem Begriff glücklich sind. Der Physiknobelpreisträger Leon Lederman schuf den griffigen Namen, und er blieb hängen. Er klingt ja auch besser als Muon oder Z-Boson.

Die meisten Physiker nennen es lieber Higgs-Boson. Peter Higgs von der Universität Edinburgh hatte dessen Existenz vor mehr als 40 Jahren vorhergesagt. Die Physiker glauben, dass es ein Higgs-Feld geben muss, das den gesamten Raum durchdringt. Die Higgs-Teilchen



Der CMS-Detektor ist beinahe fertig. Seine Sensoren werden registrieren, was geschieht, wenn Atomkerne kollidieren. In den Daten könnte dann der Nachweis der flüchtigen Teilchen verborgen sein, nach denen die Physiker suchen.

wären dann die Träger dieses Feldes. Sie sind ein notwendiges Element im Standardmodell der Teilchenphysik. Allerdings hat sie bislang niemand gefunden.

John Ellis gehört zu den CERN-Forschern, die danach suchen. Er arbeitet zwischen turmhohen Papierstapeln, die den Gesetzen der Schwerkraft trotzen. Mit seinen langen, grauen Haaren und seinem weißen Bart könnte er auch als tibetischer Schamane durchgehen.

Ellis erklärt, warum das Higgs-Feld so wichtig ist: Es soll den Elementarteilchen ihre Masse verleihen. Er vergleicht die verschiedenen Teilchen mit einer Menschenmenge, die durch Schlamm läuft. Manche Teilchen, zum Beispiel die Quarks, tragen Stiefel, an denen viel hängen bleibt; andere, wie die Elektronen, tragen kleine Schuhe, an denen sich kaum Schlamm

«Wir hatten anfangs eine wirklich elegante Theorie», mokiert sich ein Physiker. «Je komplizierter sie wird, um so hässlicher wird sie.»

festsetzt. Photonen sind sogar barfuß – sie gleiten über die Schlammoberfläche, ohne dass etwas haften bleibt. Und das Higgs-Feld ist in diesem Bild der Schlamm.

Im Vergleich zu den meisten subatomaren Teilchen – also den Partikeln, die kleiner sind als ein Atom – gilt das Higgs-Boson als riesig. Es könnte die hundert- bis zweihundertfache Masse eines Protons besitzen. Deswegen ist zur Erzeugung eines Higgs-Teilchens ein so großer Beschleuniger notwendig. Je mehr Energie bei der Kollision frei wird, desto massiver werden die Teilchen in den Trümmern. Je größer sie aber sind, umso instabiler sind sie. Ein Jumbo wie das Higgs-Boson zerfällt innerhalb des Bruchteils eines Bruchteils einer Sekunde in andere Teilchen. Was der LHC leisten soll, ist, ein Higgs so lange existieren zu lassen, dass die Zeit reicht, es zu identifizieren.

Damit die Teilchen mit der nötigen Wucht und Zielgenauigkeit kollidieren, hat man mehr

als 1600 gigantische Magnete installiert. Die meisten sind gut 14 Meter lang und 35 Tonnen schwer. Sie sind nicht dazu da, die Teilchen zu beschleunigen, sondern um die Partikelstrahlen durch die Krümmung des 27 Kilometer langen Ringes zu biegen. Denn eigentlich kennen Teilchen, die sich mit annähernder Lichtgeschwindigkeit bewegen, nur eine Richtung: geradeaus. Deshalb muss der Strahl Schritt für Schritt gebogen werden, und deshalb ist der Ring notwendigerweise so groß.

Sobald die aus entgegengesetzter Richtung aufeinander zurasenden Teilchen zusammenstoßen, entsteht ein Trümmerregen, wenn sich die Kollisionsenergie wieder in Masse rückverwandelt. Die Physiker werden das Higgs-Teilchen in diesem Regen nicht direkt sehen. Doch zwei der vier Versuchsanordnungen im LHC sollen die Überreste des sich zersetzenden Higgs registrieren, auch wenn nur sehr wenige Zusammenstöße – vielleicht einer unter Billionen – so ein Teilchen erzeugen. Die Spuren seines Zerfalls müssen die Computer aus unvorstellbaren Datenmengen herausfiltern.

Eine wichtige Frage für die Wissenschaftler am CERN wird es dabei sein, zu entscheiden, ob man wirklich ein Higgs entdeckt hat. Was zählt als Beweis? Man lässt zwei Versuchsanordnungen – ATLAS und CMS – nach demselben Teilchen suchen. Dürfen die Forscher die Entdeckung des Higgs-Teilchens durch ein Gerät verkünden, auch wenn sie noch nicht von dem anderen bestätigt worden ist?

Das Verhältnis zwischen ATLAS und CMS ist so ähnlich wie das zwischen Coke und Pepsi. Beide verfolgen das gleiche Ziel, aber mit unterschiedlichen Mitteln. Die jeweiligen Mitarbeiter sehen sich als Konkurrenten. Als ich ATLAS besuche, bekommt der Leiter Peter Jenni mit, dass ich bereits das CMS angeschaut habe. «Jetzt sehen Sie etwas Größeres», sagt er, und es klingt ein bisschen nach «mein Detektor ist besser als seiner».

Mit dem Start des LHC wird Europa schlagartig der weltweit führende Standort in der Teilchenphysik sein. Die Vereinigten Staaten kommen unter Zugzwang, wenn sie weiterhin von Bedeutung bleiben wollen. Es zählt in der Welt der Forschung eben nicht nur der nüchterne Erkenntnisgewinn. Seit dem Manhattan-Pro-

jekt – dabei ging es bekanntlich um den Bau der ersten Atombombe – wurde den USA die Vormachtstellung in der Physik eingeräumt. Viele Spitzenleute der Forschung arbeiten am Fermilab bei Chicago. Der Beschleuniger, den sie dort betreiben – das Tevatron – hat wichtige Elementarteilchen gefunden, doch er hat wahrscheinlich nicht genug Power, um dem Higgs-Boson auf die Spur zu kommen.

Die Gesamtkosten des LHC belaufen sich auf mehrere Milliarden Dollar. Auf eine genaue Angabe – ob fünf oder zehn – will sich niemand festlegen lassen (die Physik ist exakt, doch das Rechnungswesen scheint sich eher an der Unschärferelation eines Werner Heisenberg zu orientieren). Zwar wird der LHC zum Teil von den USA mitfinanziert. Europäische Institute erbringen aber den Großteil der Ingenieurleistungen. «Die Abwanderung von Wissenschaftlern aus Europa nach Amerika hat sich definitiv umgekehrt», sagt Jürgen Schukraft, der am LHC für die Versuchsanordnung ALICE zuständig ist. Damit sollen die kosmologischen Gegebenheiten unmittelbar nach dem Urknall nachgebildet werden.

Es gibt natürlich Leute, die sagen, dass das alles keinen praktischen Nutzen hat und dass man das Geld und die Intelligenz, die in all diese Teilchenkanonen investiert werden, besser verwenden könnte. Andererseits leben wir in einer von der Physik bestimmten Zivilisation. Wir wissen, dass die den Atomen innewohnenden Kräfte so gewaltig sind, dass sie in einem Blitz ganze Städte auslöschen können – oder ihre Bewohner mit Elektrizität versorgen. Der Laptop, auf dem ich diesen Artikel schreibe, verwendet Mikroprozessoren, die es ohne die Entdeckungen der Quantenphysik nicht gäbe. Er wird via Internet im World Wide Web zu lesen sein, das vom CERN-Informatiker Tim Berners-Lee entwickelt wurde. Vielleicht lesen Sie ihn, während Sie auf Ihrem iPod Musik hören. Den gäbe es gar nicht ohne Nutzung des sogenannten Riesenmagnetowiderstands. Zwei Physiker – der Franzose Albert Fert und der Deutsche Peter Grünberg vom Forschungszentrum Jülich – entdeckten das Phänomen Ende der achtziger Jahre, ohne sich groß Gedanken über eine mögliche Anwendung zu machen. Es entpuppte sich als entscheidend

zur Herstellung winziger Geräte in der Unterhaltungselektronik, die magnetisierte Festplatten enthalten. 2007 bekamen die beiden dafür den Nobelpreis. Und Sie haben nun für Ihre Lieblingsmusik ein schickes Gerät, das nicht mal so groß ist wie ein Schokoriegel.

Davon abgesehen gibt es aber noch andere Gründe für diese Art von Forschung, sagt ATLAS-Chef Peter Jenni: «Die Menschheit ist kein Ameisenstaat. Wir wollen die Mechanismen des Lebens und des Universums verstehen.»

Und wer glaubt, diese Maschinen seien für ihre Forscher nichts als seelenlose Werkzeuge, sollte Richard Jacobsson zuhören. Der LHC wird einen Teilchendetektor ablösen, mit dem der Physiker zehn Jahre lang gearbeitet hat. Er kannte jeden Zentimeter dieses Geräts und verstand dessen Launen und Eigenheiten. An dem Tag, als die Ingenieure kamen, um es zu zerlegen, «hatte ich Tränen in den Augen», erzählt er. «Als sie die Kabel durchschnitten, fürchtete ich, es würde Blut daraus fließen.»

Auch mit dem LHC sind über die Jahrzehnte von Planung und Bau seit den achtziger Jahren ganze Lebenswege verwoben. Am CERN hoffen viele Forscher, dass sie mehr als nur physikalische Antworten erhalten: Sie würden gern ein paar Mysterien des Kosmos entschlüsseln. John Ellis gesteht dagegen, ihm würde es nicht einmal etwas ausmachen, wenn der LHC kein Higgs fände. «Einige denken, ein Fehlschlag wäre sogar noch interessanter als die Entdeckung eines Teilchens, dessen Existenz Theoretiker vor 45 Jahren vorhergesagt haben.»

Neue Rätsel wird es ganz sicher geben. Ich fragte einmal den Kosmologen George Smoot, der 2006 für seine Forschungen zur Entstehung des Universums den Nobelpreis erhalten hat, ob er glaube, dass unsere grundlegenden Fragen jemals beantwortet würden.

«Das hängt immer davon ab, wie ich mich gerade fühle», sagt er. «Aber jeden neuen Tag im Labor beginne ich mit der Überzeugung, dass das Universum schlicht, symmetrisch und ästhetisch ist – so simpel, das auch wir Menschen mit unserer beschränkten Sichtweise es eines Tages verstehen werden.» □

Auf unserer Website Besuchen sie virtuell den Large Hadron Collider und probieren sie aus, wie er funktioniert unter nationalgeographics.de/links