Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 98 (2007)
Heft: 16

Artikel: Das grösste Teilchenmikroskop der Welt
Autor: Walker, Andreas
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-857465

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 25.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Das grösste Teilchenmikroskop der Welt

Projekt in Genf geht 2008 in Betrieb

Im Cern (Centre européen pour la recherche nucléaire) bei Genf werden zurzeit gigantische Anlagen installiert, um der Geschichte des Universums auf die Spur zu kommen.

Andreas Walker

Möglicherweise wird in den nächsten Jahren eines der grössten Geheimnisse des Universums gelüftet werden. Dafür wurde am Cern der grosse Hadronen-Speicherring LHC (Large Hadron Collider) – der leistungsstärkste Teilchenbeschleuniger der Welt – gebaut. Cern-Generaldirektor Robert Aymar geht davon aus, dass das riesige Projekt in den Tunnels 2008 in Betrieb gehen kann.

Der LHC wurde in einem 27 km langen kreisförmigen Tunnel 50 bis 150 m tief unter der Erde installiert. Der Tunnel wurde bereits in den 80er-Jahren für den grossen Elektron-Positron-Speicherring LEP gebaut. Im LHC werden zwei Teilchenstrahlen frontal aufeinandergeschossen, die entweder aus Protonen oder Blei-Ionen bestehen. Dabei werden die Strahlen in einer Kette von Vorbeschleunigern erzeugt und schliesslich in den LHC eingespeist, wo sie in einem Vakuum kreisen. Diese Bedingungen sind ähnlich, wie sie im Weltall vorherrschen. Der Teilchenstrahl wird von supraleitenden Magneten, die bei extrem niedrigen Temperaturen betrieben werden, auf seiner 27 km langen Kreisbahn geführt. Jeder Teilchenstrahl besteht aus fast 3000 Teilchenpaketen, von denen jedes etwa 100 Mrd. Teilchen enthält. Die Teilchen sind allerdings so winzig, dass es sehr unwahrscheinlich ist, dass zwei von ihnen kollidieren. Beim Aufeinandertreffen von zwei Teilchenpaketen ergeben sich lediglich etwa 20 Kollisionen unter den 200 Mrd. Teilchen.

Trotz dieser geringen Kollisionsrate können im LHC bis zu 600 Mio. Kollisionen pro Sekunde erzeugt werden, da sich die Teilchenpakete etwa 30 Mio. Mal pro Sekunde kreuzen. Der LHC wird Teilchenkollisionen von bisher weltweit unerreichbar hoher Energie erzeugen. Dabei werden vier riesige Detektoren die Teilchenkollisionen aufzeichnen. Die kollidierenden Teilchen zerfallen dabei in weitere Teilchen – zudem entstehen auch neue Teilchen. Besonderes interessiert die Physiker die neu entstehenden Teilchen, denn sie erhoffen sich, dadurch einen Blick in die Vergangenheit des Universums zu erhaschen, wie dieses vor 14 Mrd. Jahren nach dem Urknall beschaffen war.

Eine Universalformel für den Kosmos

Es ist ein alter Traum der Physiker, das Universum und dessen Manifestationen in einer grossen vereinheitlichten Theorie beschreiben zu können, aus welcher sich schliesslich die physikalischen Gesetze ableiten lassen. Ein wichtiger Bestandteil dieser Theorie ist die Supersymmetrie der Teilchenphysik.

Die Supersymmetrie erlaubt eine Vereinfachung aller Kräfte in der Natur und liefert eine Erklärung für die sogenannte «dunkle Materie». Im Teilchenbeschleuniger LHC wird die Theorie der Supersymmetrie getestet werden. Dabei versucht man Teilchen zu erzeugen, deren spezielle Eigenschaften die Existenz der Supersymmetrie belegen oder ausschliessen. Von besonderem Interesse sind das Higgs-Boson und das Neutralino-Teilchen, das die dunkle Materie erklären könnte.

Die Entdeckung der Supersymmetrie am LHC wäre eine Revolution für die Teilchenphysik und die Kosmologie. Damit käme man dem Traum von Albert Einstein von einer vereinheitlichten Theorie aller Naturkräfte ziemlich nahe. Schliesslich könnte man damit verstehen lernen, wie sich die riesigen Strukturen der Galaxien und Galaxienhaufen im Weltall geformt haben.

Es scheint eine Ironie des Schicksals zu sein, dass es erst möglich sein wird, die grundlegenden Entstehungsmechanismen

Teilchenbeschleuniger sehr vielseitig einsetzbar

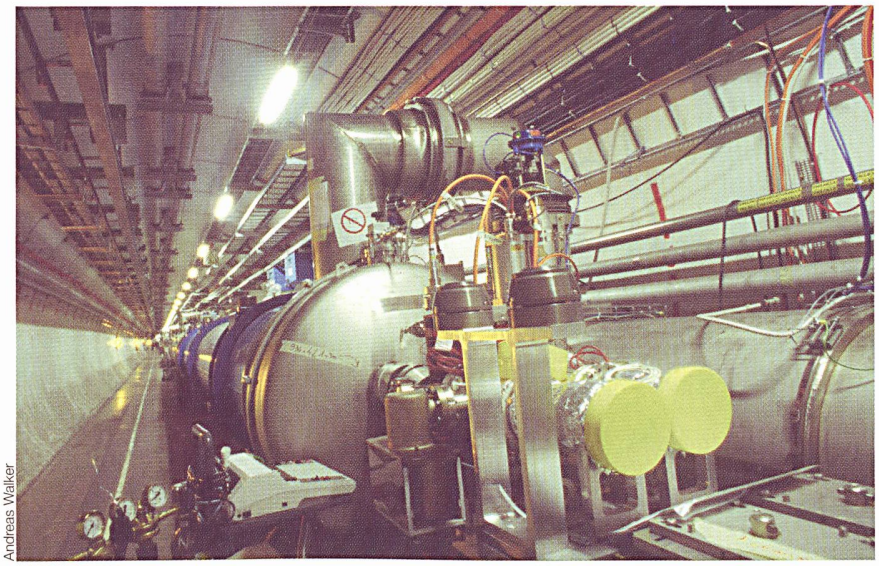
Teilchenbeschleuniger können dazu verwendet werden, in die kleinsten Bausteine der Materie zu blicken. Daraus können schliesslich wiederum Rückschlüsse auf das Universum gezogen werden. Es gibt jedoch auch viele Einsatzgebiete dieser Maschinen, deren Ergebnisse für Industrie, Medizin und Forschung sehr nützlich sind.

In der Medizin wird die Verwendung von Teilchenstrahlen für die Krebstherapie immer wichtiger. Zudem könnten Beschleuniger für Laserskalpelle in der Präzisionschirurgie eingesetzt werden. Es werden bereits chirurgische Laser verwendet, um geschädigtes Gewebe mit grosser Präzision zu entfernen. Freie Elektronenlaser, die durch einen Beschleuniger betrieben werden, haben eine Präzision von Bruchteilen eines Millimeters. Sie könnten die Lösung für die Zukunft sein, um bei heiklen Operationen möglichst wenig vom umgebenden Gewebe zu zerstören.

Auch im Umweltschutz können Teilchenbeschleuniger eingesetzt werden, um langlebige radioaktive Abfälle in stabile und ungefährliche Elemente umzuwandeln.

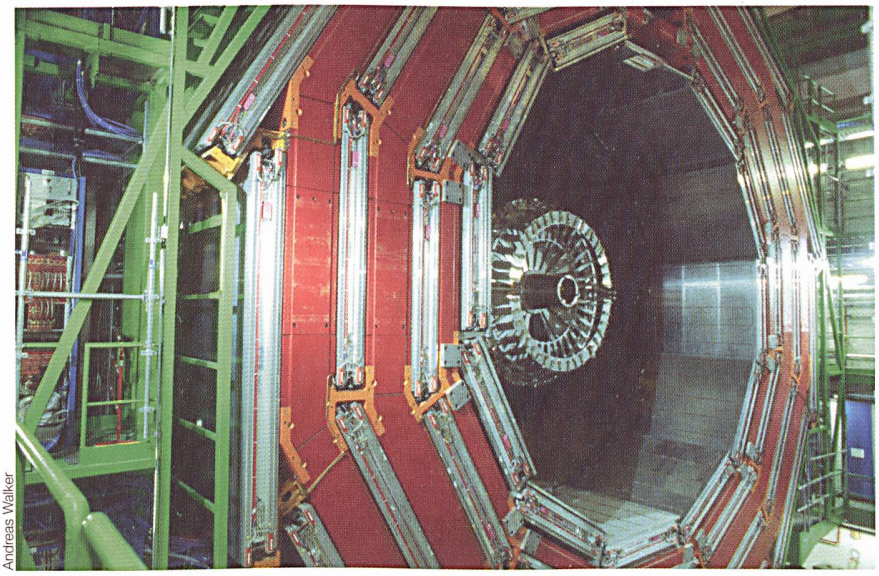
Durch das Vermischen von schädlichen Gasen aus Fabriken mit Ammoniak und die Bestrahlung mit Elektronen können giftige Gase wie Stickoxide oder Schwefeldioxid z.B. in Düngemittel umgewandelt werden.

In Zukunft könnte mit einer Kombination von Teilchenbeschleuniger und Kernreaktor eine saubere und nahezu unerschöpfliche Energiequelle erschlossen werden.



Andreas Walker

Am Cern wird der grosse Hadronen-Speicherring LHC (Large Hadron Collider) – der leistungsstärkste Teilchenbeschleuniger der Welt – gebaut. Er ist in einem 27 km langen kreisförmigen Tunnel 50 bis 150 m tief unter der Erde installiert.



Andreas Walker

Der CMS-Detektor, einer der 4 Teilchendetektoren im grossen Hadronen-Speicherring, die die Teilchenkollisionen aufzeichnen.

Andreas Walker

Das Rechenzentrum, welches die Datenflut verarbeitet, ist mit einem weltweiten Netz von Rechnern über das Internet verbunden. Das World Wide Web wurde vom Cern erfunden.

des Universums zu verstehen, wenn die Geheimnisse der kleinsten Teilchen gelüftet worden sind.

Dunkle Materie

Bereits 1933 fand der Schweizer Fritz Zwicky vom California Institute of Technology einen Galaxienhaufen, der sich sehr ungewöhnlich verhielt. Die Gravitation der sichtbaren Materie konnte nicht als Erklärung dienen, um ihn zusammenzuhalten. Irgendeine «dunkle Materie», die unsichtbar ist, musste dafür verantwortlich sein.

Zurzeit gehen die Forscher davon aus, dass der sichtbare Teil des Kosmos nur etwa 4% des gesamten Universums darstellt. Der Rest teilt sich auf in 23% dunkle Materie und 73% dunkle Energie. Ohne die Existenz der dunklen Materie ist es nicht möglich, das Zusammenhalten von Galaxienhaufen zu erklären, weil die Gravitation der sichtbaren Materie dafür nicht ausreicht. An der Existenz der dunklen Materie zweifelt man heute nicht mehr, allerdings weiss niemand, was sie genau ist. Mit dem Teilchenbeschleuniger LHC wird man das Unbekannte nicht suchen, sondern produzieren. Rocky Kolb von der University of Chigago fasst zusammen: «Entweder werden wir in fünf Jahren wissen, was dunkle Materie ist, oder wir werden es nie wissen.»

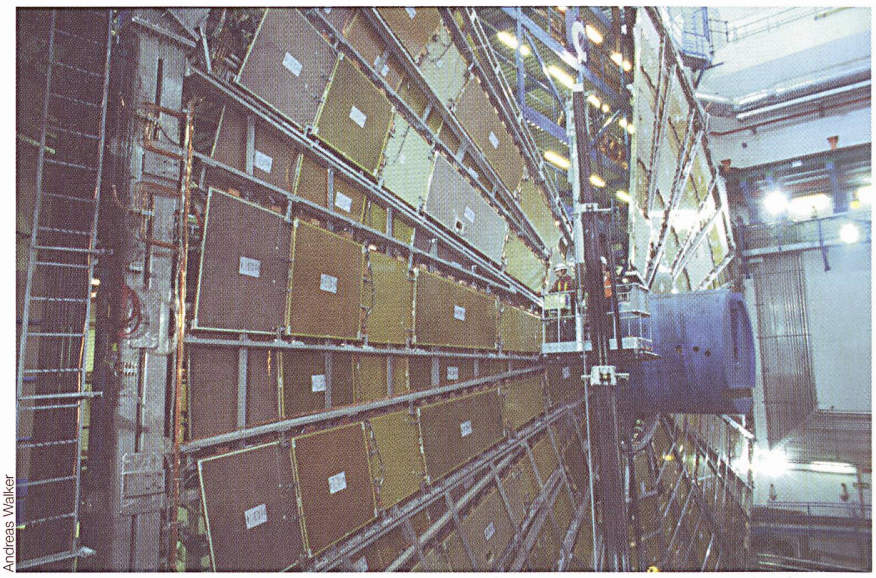
Energiegewinnung für die Zukunft

Eine weitere vielversprechende Anwendung von Teilchenbeschleunigern in der Zukunft ist, diese mit einem Kernreaktor zu kombinieren. Damit wäre die Erschliessung einer sicheren, sauberen und fast unerschöpflichen Energiequelle gewährleistet. Die Idee stammt von Carlo Rubbia, Physik-Nobelpreisträger und ehemaliger Generaldirektor am Cern.

Das Prinzip zur Energiegewinnung unterscheidet sich von einem konventionellen Kernkraftwerk in zwei entscheidenden Kriterien. Anstelle von Uran kann als Kernbrennstoff Thorium verwendet werden. Dieses Element ist im Gegensatz zu Uran relativ einfach zu gewinnen und kommt etwa dreimal häufiger vor. Um die Neutronen zu erzeugen, welche die Kernspaltung auslösen, wird ein Teilchenbeschleuniger verwendet. Der grösste Vorteil dieser Methode liegt darin, dass die Reaktion der Kernspaltung nicht selbsterhaltend ist. Deshalb ist eine ausser Kontrolle geratene Kettenreaktion unmöglich. Im Unterschied zu einem konventionellen Kernkraftwerk braucht diese Art von Maschine Energie für die Betreibung der Kernspaltung. Allerdings ist die Menge der produzierten

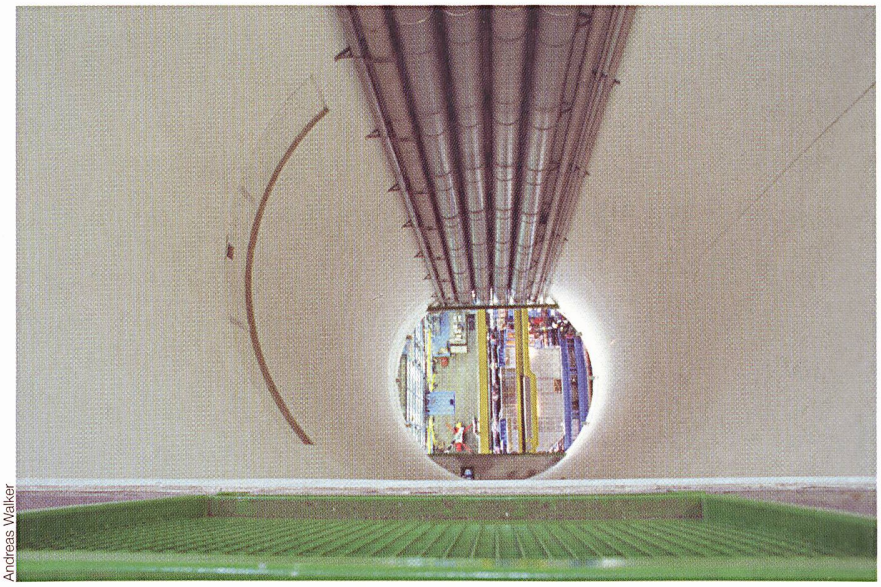
Energie etwa 30-mal grösser als die aufgewendete Energie, deshalb wird diese Maschine auch Energieverstärker genannt. Im Energieverstärker werden die Neutronen von den Thorium-Kernen absorbiert und diese gespalten unter Freisetzung von Energie. Dabei werden wiederum Neutronen produziert – allerdings nicht genug davon, um die Kernspaltung aufrechtzuerhalten. Bleibt der externe Zufluss von Neutronen aus, hört die Kernspaltung sofort auf.

Eine Erweiterung dieses Konzeptes sieht eine Umwandlung von langlebigem radioaktivem Abfall vor. Dabei soll ein Gemisch von Thorium-Kernbrennstoff mit Plutonium aus radioaktiven Abfällen verwendet werden. Bei diesem Prozess wird das gefährliche und sehr langlebige Plutonium ebenfalls gespalten und in harmlose Elemente umgewandelt. Tests zeigten, dass der radioaktive Abfall umgewandelt wurde. Zudem entstanden als Nebenprodukte Isotope, die in der Medizin angewendet werden können.



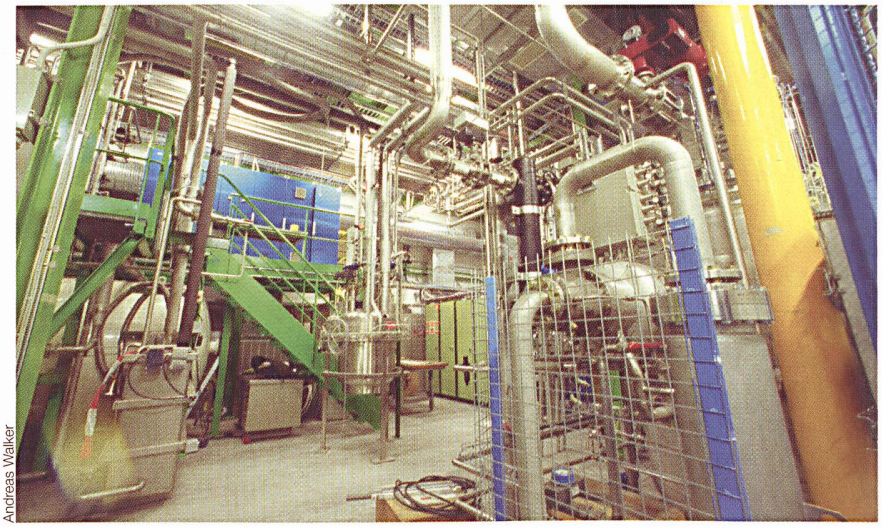
Andreas Walker

End-Kappen-Myonen-Detektoren des Atlas-Detektors, einer der 4 Teilchendetektoren im grossen Hadronen-Speicherring, die die Teilchenkollisionen aufzeichnen.



Andreas Walker

Durch diesen Schacht wurden die Teile des insgesamt 7000 t schweren Detektors für das Atlas-Experiment heruntergelassen. Die Einzelteile wogen bis zu 250 t.



Andreas Walker

Kühlkammer mit Flüssiggas. Mit flüssigem Helium werden Supraleiter auf extrem tiefen Temperaturen gehalten.

Angaben zum Autor

Andreas Walker hat Geografie, Meteorologie und Fotografie an der Universität und der ETH Zürich studiert. Während und nach seinem Studium hat er an mehreren wissenschaftlichen Projekten und Expeditionen teilgenommen. 1992 schloss er seine Doktorarbeit über aussergewöhnliche Starkgewitter in unseren Breiten ab. Seit 1994 arbeitet er als freier Wissenschaftsjournalist, hält Kurse und Vorträge über Wetterkunde in Schulen, Firmen usw. ab und ist Inhaber einer Bildagentur mit über 50 000 selbst aufgenommenen Farbdias über Natur- und Wetterphänomene.
5705 Hallwil, andreaswalker@gmx.ch, www.meteobild.ch

Résumé

Le plus grand microscope de particules du monde

Des installations gigantesques sont actuellement installées au Cern à Genève pour faire toute la lumière sur l'histoire de l'univers. Il se pourrait qu'au cours des prochaines années, un des plus grands secrets de l'univers soit dévoilé. Dans ce but, le Cern a construit le grand collisionneur de hadrons LHC (Large Hadron Collider), l'accélérateur de particules le plus puissant du monde. Le directeur général du Cern, Robert Aymar, part du principe que ce projet gigantesque pourra être mis en exploitation dans les tunnels en 2008.

Versicherungen
Vorsorge
Risikomanagement

Was, wenn Ihre Betriebsversicherung viel schneller abschlussreif ist als Ihr Produkt?

Spitzenqualität im Handumdrehen.

Jetzt anrufen
0800 80 80 80

Betriebsversicherungen vom weltweit grössten Schweizer Versicherer bieten Ihnen schnell und unkompliziert massgeschneiderte Lösungen für Ihren gesamten Betrieb. • Umfassend: Von der Sach- über die Haftpflicht- bis zur Unfall- und Krankenlohnausfallversicherung. • Flexibel: Ob Start-up oder etabliert, wir kennen Ihre Bedürfnisse. • Massgeschneidert: Individuelle Beratung und branchenspezifische Lösungen. • Effizient: In einer einzigen Sitzung zum Abschluss, dank kompetenter Mitarbeiter. Unsere Experten beraten Sie gerne zu unseren Betriebsversicherungen und vielen weiteren Versicherungs- und Finanzinnovationen.

Mehr erfahren Sie unter **www.zurich.ch/firmen**

Because change happenz®

ZURICH®