

## CERN: Blick zurück in die Zukunft

Nach einer stürmischen Entwicklung in den 25 Jahren zwischen 1960 und 1985, bei der experimentelle Entdeckungen und theoretische Modellbildung Hand in Hand gingen, ist es in der letzten Zeit etwas stiller um die Elementarteilchenphysik geworden. Der seit 2001 stillgelegte LEP-Speicherring am CERN in Genf brachte als wichtigstes Ergebnis in seiner 12-jährigen Laufzeit „nur“ die präzise Bestätigung des in den 70er-Jahren entwickelten Standardmodells der Teilchenphysik. Dieser Erfolg erforderte akribische Detailarbeit, die weder Nobel-Komitees noch die breite Öffentlichkeit vom Hocker reißen. Vier Jahre vor dem geplanten Start des Large Hadron Colliders (LHC) am CERN ist es daher an der Zeit für eine Nabelschau.

Am 16. September veranstaltete das CERN ein Symposium, das genau diesem Zweck diene. Anlass war das Doppeljubiläum der beiden größten Erfolge des CERN: den Nachweis der neutralen Ströme der schwachen Wechselwirkung im Jahr 1973 und die Entdeckung der W- und Z-Bosonen zehn Jahre später. Alle Vortragenden beschworen in ihren Beiträgen die „goldenen Zeiten“ der Teilchenphysik, als Jahr für Jahr neue, wegweisende Entdeckungen gemacht wurden. Doch die Protagonisten des Feldes schwelgten nicht nur in Nostalgie, sondern wagten auch den Blick in die nahe und ferne Zukunft.

### Der Beschleunigerzoo

► **LHC** (Large Hadron Collider): Dieser am CERN im Bau befindliche Speicherring für Proton-Proton-Kollisionen bei einer Schwerpunktsenergie von 7 TeV soll seinen Betrieb voraussichtlich 2007 aufnehmen.

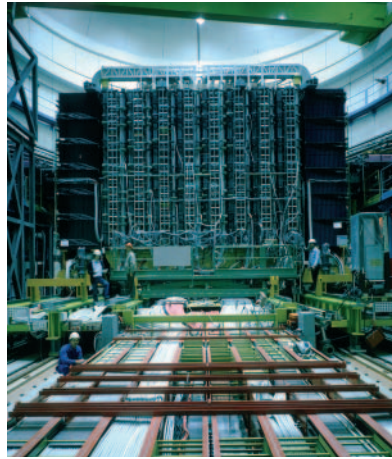
► **TESLA, JLC, NLC**: Diese Beschleunigerprojekte (in Hamburg, Japan oder USA) gehören zur Familie der sub-TeV-Linearbeschleuniger für Elektronen und Positronen. Unter den Teilchenphysikern herrscht Einigkeit darüber, dass nur eines dieser Großprojekte realisiert wird. Inbetriebnahme könnte ca. 2020 sein.

► **CLIC** (CERN Linear Collider): Ein multi-TeV-

Elektronen-Linearbeschleuniger, der auf einem neuartigen Beschleunigungsprinzip beruhen soll, das zurzeit am CERN untersucht wird. Einweihung nach dem Ende von LHC, vermutlich vor 2030.

► **SPL** (Superconducting Proton Linac): Ein auf supraleitender Linearbeschleuniger für Protonen. Er weist eine eher geringe Energie (1–2 GeV) auf, dafür jedoch eine extrem hohe Strahlleistung von 2–4 MW. Seine Bedeutung liegt in der Produktion von intensiven Neutrinostrahlen und von radioaktiven Isotopen. Er könnte schon um 2015 in Betrieb gehen.

Bevor der Large Hadron Collider LHC (vgl. Infokasten „Der Beschleunigerzoo“) im Jahr 2007 ein neues Zeitalter der Entdeckungen einläuten kann, müssen noch einige technische Hürden genommen werden. Lyn Evans, Projektleiter des LHC, schilderte den Fortschritt bei der Konstruktion. So sei gerade die



Mit dem UA1-Detektor, hier noch im Aufbau, wurde vor 25 Jahren das W-Boson entdeckt. (Quelle: CERN)

erste Lieferung der supraleitenden Dipolmagneten am CERN angekommen, und der Test eines der Transfer-Strahlrohre zum Einspeisen von Protonen ins SPS erfolgreich verlaufen.

Jos Engelen, der designierte stellvertretende Generaldirektor des CERN, berichtete über die technischen Herausforderungen an die Detektoren, die aus den  $10^{34}$  Proton-Proton-Kollisionen pro Sekunde die „interessanten“ Ereignisse herausfiltern müssen. Die Aufgabe sollen Pixel-Halbleiterdetektoren mit geometrischen Auflösungen im Mikrometerbereich im Zentrum der Experimente erfüllen. Die Dimension der Experimente stellt alles in der Physik dagewesene in den Schatten: Der ATLAS-Detektor hat eine Länge von 40 und einen Durchmesser von 20 Metern, die Subdetektoren zur Identifikation verschiedener Teilchenarten müssen aber auf  $100 \mu\text{m}$  genau angeordnet werden.

Paul Messina vom Argonne National Laboratory bot einen Ausblick auf die Computersysteme am LHC, die Datenströme der Detektoren von bis zu 1 Gbyte/s bewältigen müssen. Diese Flut werde zwar in mehreren aufeinanderfolgenden Filtern („Trigger“) – in Form schneller Hardware oder flexibler Software – reduziert, trotzdem liefern jedoch

immer noch 5–8 Pbyte ( $10^{15}$  byte) pro Jahr auf, die zur späteren Auswertung gespeichert werden müssten. Die Auswertung werde sich auf das weltweite Computing GRID stützen, das die nötige Rechenleistung durch weltweite Bündelung zahlreicher Prozessoren erzielen wird und dessen erste Prototyp-Phase kürzlich eingeläutet wurde.

Anschließend präsentierte der noch amtierende CERN-Generaldirektor Luciano Maiani seine persönlichen Zukunftsvorstellungen. Er geht davon aus, dass eine baldige Intensitätserhöhung nach Inbetriebnahme des LHC im Jahr 2007 unausweichlich sei. Doch dazu müssten einige der anderen Beschleuniger des CERN weiter ausgebaut oder schlicht ersetzt werden. Eine Erhöhung der Strahlenergie des LHC sei schon komplizierter, da die Dipolmagnete ein höheres Magnetfeld erzielen müssten und hierfür noch keine geeignete Technologie bekannt sei. Trotzdem hält Maiani dies für eine verfolgenswerte Option.

Während der Laufzeit des LHC sollte CERN, so Maiani, den SPL-Beschleuniger bauen, der interessante Perspektiven für die Neutrino- und Kernphysik eröffne. Die meisten Teilchenphysiker sind zudem davon überzeugt, dass nach dem LHC ein Linearkollider für Elektronen und Positronen benötigt wird. Für ein Modell mit einer Energie von weniger als 1 TeV liegen bereits Pläne in den Schubladen, etwa für TESLA am DESY. Maiani sprach sich dafür aus, einen solchen Beschleuniger nicht in Europa zu bauen und stattdessen das CLIC-Entwicklungsprojekt des CERN finanziell zu fördern, um für den Bau eines multi-TeV-Elektronen-kolliders gerüstet zu sein.

Maianis Vorstellungen führten nahtlos zur abschließenden Podiumsdiskussion, an der neben dem designierten CERN-Direktor Robert Aymar (ab 2004) u. a. auch die Nobelpreisträger Steven Weinberg, Martinus Veltmann, Sheldon Glashow und Carlo Rubbia teilnahmen. Nur zwei Beispiele aus dem interessantesten Gedankenaustausch: Entscheidend für das Feld der Teilchenphysik sei es, Nachwuchs zu gewinnen. Es werde immer schwieriger, Doktoranden oder postgraduierte Wissenschaftler zur Mitarbeit an Projekten zu gewinnen, deren Start noch Jahre in der Zukunft liege. Der individuelle wissenschaft-

liche Beitrag eines Nachwuchswissenschaftlers sei nur schwer nachzuweisen in einer Kollaboration mit 2000 Koautoren, dem Umfang der LHC-Kollaborationen. Auf der technischen Seite dürfe LHC nicht der letzte große Beschleuniger bleiben, weitere Großprojekte seien nötig, um die Entdeckungen, die alle Teilnehmer von LHC erwarten, zu bestätigen und zu verfeinern.

THOMAS OTTO

## Österreich: Budgetkrise, leicht entspannt

Ein befürchteter Einbruch bei den Mitteln für die österreichische Forschung scheint vorerst abgewendet. Noch im September hatten renommierte Wissenschaftler, darunter der Wiener Physiker Anton Zeilinger, vor den Folgen einer unzureichenden Finanzierung der Forschung in Österreich gewarnt. Anlass war eine drohende Kürzung des Budgets des österreichischen Wissenschaftsfonds (FWF) um rund 20 Prozent. Der Etat des FWF setzt sich zusammen aus den Mitteln des österreichischen Wissenschaftsministeriums, der Österreichischen Nationalbank und Sondermitteln des Rates für Forschung und Technologieentwicklung. Doch diese Sondermittel entfielen für 2003

komplett, damit sank das FWF-Budget dramatisch von 92,2 Mio. Euro (2002) auf 75,9 Mio. Euro für 2003. Das hätte im Zweifelsfalle zahlreiche laufende Projekte gefährdet oder ein Bewilligungsstopp zur Folge gehabt.

Doch anscheinend hat der Protest der Wissenschaftler Wirkung gezeigt. Verhandlungen des FWF mit Infrastrukturminister Hubert Gorbach (FPÖ) haben die Budgetkrise für 2003 abgewendet: Durch Umschichtungen innerhalb des Ministeriums erhält der FWF nun insgesamt 100 Mio. Euro, das sind 9 % mehr als im Vorjahr.

Mit der Aufstockung des allzu geringen Haushalts für 2003 ergibt sich nach Ansicht des FWF jedoch keine nachhaltige Lösung der finanziellen Probleme, da die Antragssumme wesentlich schneller wachse als die zur Verfügung stehenden Mittel, bei den Einzelprojekten seien dies etwa 20 %. Diese grundsätzliche Sorge teilt auch Anton Zeilinger: „Es geht letztendlich um die Planungssicherheit im Wissenschaftsbereich, das heißt die Finanzierung des FWF muss unabhängig von der Tagespolitik mehrere Jahre im Voraus feststehen. Am besten wäre eine jährliche Steigerungsrate von etwa 5 Prozent. Denn wenn es keine Planungssicherheit gibt, gehen die jungen Leute einfach weg.“ (AP)

## Klick ins Web

Infos zu Promotionen, Graduiertenkollegs und Juniorprofessuren findet der wissenschaftliche Nachwuchs unter [www.bildungsserver.de/zeigen.html](http://www.bildungsserver.de/zeigen.html) **seite=1714**. Dort findet man z. B., was ein Abschluss im Ausland wert ist oder Tipps zu speziellen Förderprogrammen für Frauen.

Wie heißt der erste chinesische Raumfahrer? Was passierte letzte Woche auf der ISS? Die gut gemachte Seite [www.raumfahrer.net](http://www.raumfahrer.net) gibt Antworten auf solche Fragen aus Raumfahrt und Astronomie.

Eine hervorragende Darstellung der Geschichte der Elektrochemie findet sich unter [www.geocities.com/bio-electrochemistry](http://www.geocities.com/bio-electrochemistry). Neben Biografien – von Otto von Guericke bis heute – findet sich auch ein virtuelles Museum historischer Apparate.

Auf der Seite [www.educeth.ch/physik](http://www.educeth.ch/physik) stellt die ETH Zürich Lehrmaterialien ins Netz (ab 10. Klasse). Lehrerinnen und Lehrer, die z. B. das Rastertunnelmikroskop vorstellen oder die Quantenmechanik einführen wollen, finden hier beste Anregungen.

*Eigene Funde sind willkommen.  
E-Mail bitte an [info@pro-physik.de](mailto:info@pro-physik.de).*

## Physik Journal

Das Physik Journal ist die Mitgliederzeitschrift der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e. V. (DPG), Nachfolger der Zeitschrift „Physikalische Blätter“ (1943–2001). Die DPG knüpft an die Traditionen von früheren, bis auf das Jahr 1845 zurückgehenden physikalischen Gesellschaften an. Sie hat heute mehr als 47 000 Mitglieder.

### Physik Journal

Boschstraße 12, 69469 Weinheim  
Telefon (+49-6201) 606-243  
Telefax (+49-6201) 606-550/-328  
[redaktion@physik-journal.de](mailto:redaktion@physik-journal.de)  
[www.physik-journal.de](http://www.physik-journal.de)

### Redaktion

Stefan Jorda (verantwortlich)  
Alexander Pawlak

### Redaktionsassistenten

Anja Raggan

### Herstellung

Marita Beyer



### DPG-Geschäftsstelle

Hauptstraße 5, 53604 Bad Honnef  
Telefon (+49-2224) 9232-0  
Telefax (+49-2224) 9232-50  
[dpg@dpg-physik.de](mailto:dpg@dpg-physik.de)  
[www.dpg-physik.de](http://www.dpg-physik.de)

### Herausgeber

Georg Botz, München  
Siegfried Großmann, Marburg  
Augustin Siegel, Oberkochen  
Herbert Walther, München

### Kuratoren

Dieter Bäuerle, Linz; Kurt Binder, Mainz;  
Wolfgang Ertmer, Hannover; Fritz Haake,  
Essen; Stephan Koch, Marburg; Rudolf  
Lehn, Saugau; Joachim Luther, Freiburg;  
Jürgen Renn, Berlin; Achim Richter, Darm-  
stadt; Jens Rieger, Ludwigshafen; Erich  
Sackmann, München; Gisela Schütz, Stutt-  
gart; Dietmar Theis, München; Albrecht  
Wagner, Hamburg; Hermann-Friedrich  
Wagner, Bonn; Simon White, Garching

### DPG-Pressestelle

Hauptstraße 20a, 53604 Bad Honnef  
Telefon: (+49-2224) 95195-18  
Telefax: (+49-2224) 95195-19  
[presse@dpg-physik.de](mailto:presse@dpg-physik.de)



### Verlag

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA  
Boschstraße 12, 69469 Weinheim  
Postfach 10 11 61, 69451 Weinheim  
Telefon (06201) 606-0

### Anzeigen

Änne Anders (-552)  
Silvia Edam (-570)

### Abo-Service

[service@wiley-vch.de](mailto:service@wiley-vch.de)

### Gestaltungskonzept und Typographie

Gorbach GmbH, Buchendorf

© 2003 WILEY-VCH Verlag  
GmbH & Co. KGaA, Weinheim

ISSN 1617-9439 Physik Journal 2 (11)

**Adressänderungen und Reklamationen  
bitte an die DPG-Geschäftsstelle richten.  
Achtung: Bei der Post eingereichte  
Nachsendeanträge schließen nicht die  
Nachsendung von Zeitschriften im Post-  
zeitungsdienst ein.**