

## Zeit der Ernte

Seit Ende März kollidieren im Large Hadron Collider am CERN Protonen mit Rekordenergie. Die eigentliche Arbeit hat damit erst begonnen.

+) Für den Nachweis von einigen wenigen dieser W- sowie der Z-Bosonen am Beschleuniger SPS, der heute als Vorbeschleuniger für den LHC dient, erhielten Carlo Rubbia und Simon van der Meer 1984 den Physik-Nobelpreis.

30. März, 12 Uhr 50: Im ATLAS-Kontrollraum hält es niemanden mehr auf den Stühlen. Alle stehen dicht gedrängt, den Blick auf die großen Wandmonitore geheftet. Seit Minuten läuft der Large Hadron Collider (LHC) stabil bei einer Energie von 3,5 TeV. Nur wenige Augenblicke später sollen 100 Meter tiefer, im riesigen ATLAS-Detektor, erstmals Protonen mit dieser Energie aufeinander prallen. Auf einem Monitor nähern sich eine blaue und eine rote Linie einander. Sie repräsentieren die Protonenstrahlen. Sekunden später, die Uhr zeigt 12:58, zündet auf anderen Monitoren ein Feuerwerk: Eine bunte Linienschar zeigt eindrucksvoll die Spuren der Teilchen, die bei der ersten Kollision entstanden sind. Jubel bricht aus, nach mehrstündigem Bangen fällt die Anspannung von den Physikern ab. Auch die anderen Detektoren – CMS, Alice und LHCb – zeichnen Kollisionen auf, und Rolf-Dieter Heuer, Generaldirektor des CERN, ist wenig später sichtlich erleichtert: „Dies ist ein großer Tag für die Teilchenphysiker, auf den viele lange gewartet haben.“

Zu diesem Zeitpunkt sind die zwei vergeblichen Anläufe an die-



Im Kontrollraum des CMS-Detektors feiern Mitglieder der Kollaboration die

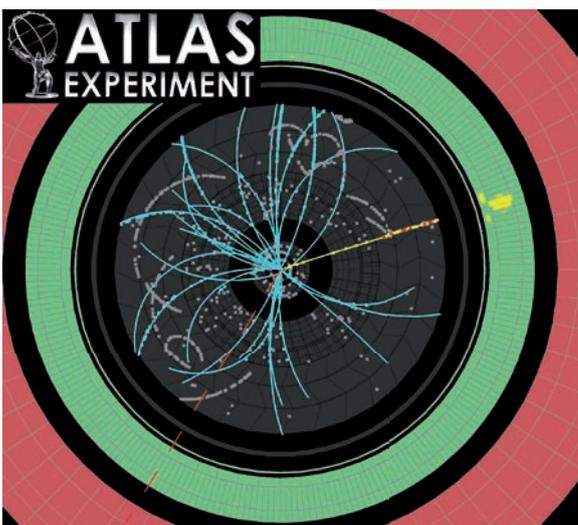
ersten Kollisionen von Protonen mit einer Energie von 3,5 TeV.

sem Morgen schon fast vergessen: Kurz nach 6 Uhr hatte die erste Fehlermeldung eines Magneten einen „beam dump“ ausgelöst, das „Rauskicken“ der Protonenstrahlen aus dem LHC. Da die Beschleunigmagnete auch ohne Teilchen bis zum Betriebsstrom hoch- und anschließend kontrolliert heruntergefahren werden, heißt das zwei Stunden warten. Kurz vor 9 Uhr unterbricht ein weiterer Fehler den zweiten Anlauf. „Das ist nicht inszeniert“, betont sichtlich angespannt Michael Hauschild, Mitglied der ATLAS-Kollaboration. Offenbar funktioniert das Sicherheitssystem, das nach dem Unfall im September 2008 deutlich verbessert wurde. Die Betriebsmannschaft des LHC geht auf Nummer sicher und hat daher auch nur wenige Protonen auf die Rennbahn geschickt: In jeder Richtung sind zwei Teilchenpakete mit jeweils etwa  $10^{10}$  Protonen unterwegs. Später sollen 3000 Pakete mit der zehnfachen Teilchenzahl auf Kollisionskurs gehen. „Die Energie in jedem Strahl entspricht dann derjenigen von 120 flüchtenden Elefanten“, veranschaulicht es Hauschild eindrucksvoll. Und statt der 50 Kollisionen pro Sekunde, welche die Detektoren nach dem erfolgreichen dritten Anlauf

am 30. März aufzeichnen, werden dann 800 Millionen Kollisionen pro Sekunde die Auswertelektronik strapazieren.

Doch bis dahin ist es noch ein weiter Weg. Seit Anfang April führt die LHC-Mannschaft meist tagsüber weitere Tests durch, um einen stabilen Betrieb und höhere Kollisionsraten zu erreichen. So gelang es an Ostern, den Strahl 21 Stunden lang im Beschleuniger zu halten. Um tatsächlich Kollisionen aufzuzeichnen und Daten zu generieren, läuft der LHC in der Regel nachts. Bislang sehen die Physiker – wie nicht anders zu erwarten – altbekannte Prozesse des Standardmodells und nutzen diese, um die Detektoren besser zu kalibrieren und zu verstehen. „Es ist faszinierend zu sehen, wie gut bereits jetzt Daten und Simulationen übereinstimmen“, sagt Hauschild und erinnert daran, dass dies beim Vorgängerbeschleuniger LEP Jahre gedauert habe. Womöglich hat ATLAS bis Mitte April unter den über 17 Millionen registrierten Ereignissen auch bereits zwei erste Zerfälle eines W-Bosons aufgezeichnet.<sup>†)</sup>

Sobald die Inbetriebnahme abgeschlossen ist, soll der LHC praktisch ununterbrochen 18 bis 24 Monate lang Daten liefern. Die



Dieses im ATLAS-Detektor aufgezeichnete Ereignis vom 5. April zeigt vermutlich den Zerfall eines W-Bosons in ein Elektron (gelbe Linie) sowie ein Neutrino, das sich nur indirekt durch fehlende Energie in Richtung der roten Linie bemerkbar macht. Die blauen Linien zeigen Hadronen, die bei der Kollision entstanden sind, sie wurden noch nicht weiter analysiert.

ATLAS-Kollaboration erwartet bis dahin rund drei Millionen Mal mehr Kollisionen als in den ersten beiden Wochen; ähnliches gilt für CMS. Die Hoffnungen sind groß, dabei neue Teilchen zu entdecken. Das Higgs-Boson, der letzte ausstehende Baustein im Standardmodell der Teilchenphysik, steht dabei nicht unbedingt im Fokus: Nur falls seine Masse in der Nähe von  $160 \text{ GeV}/c^2$  liegt, gibt es eine realistische Chance auf seine Entdeckung. Weicht die Masse hingegen stärker davon ab, kann der LHC das Higgs-Boson zwar auch erzeugen, diesem stehen dann aber andere Zerfallskanäle offen, die schwerer vom Untergrundsignal zu trennen sind. Zuversichtlicher sind die Teilchen-

physiker im Hinblick auf supersymmetrische Teilchen – falls diese existieren und die Masse des leichtesten Vertreters dieser neuen Teilchenklasse kleiner als  $800 \text{ GeV}/c^2$  ist. „Der LHC hat innerhalb der nächsten beiden Jahre eine realistische Chance, supersymmetrische Teilchen zu entdecken“, ist Heuer überzeugt. Da das leichteste stabile dieser Teilchen ein Kandidat für die ominöse Dunkle Materie ist, die ein Viertel des Universums ausmacht, hätte eine solche Entdeckung auch große Bedeutung für die Kosmologie. Selbst Hinweise auf zusätzliche Raumdimensionen über die bekannten drei hinaus, in die neue Teilchen „entkommen“ könnten, liegen im Bereich des Möglichen.

Was auch immer die Physiker nun erwartet, im Jahr 2012 steht eine Zwangspause an für reguläre Wartungsarbeiten sowie den weiteren Ausbau der Sicherheitssysteme. Ab 2013 soll der LHC Protonenstrahlen von 7 TeV bzw. Kollisionen bei einer Schwerpunktenenergie von 14 TeV ermöglichen. Dann sollte auch das Higgs-Boson in die Falle gehen. Doch zunächst fiebern die Teilchenphysiker den nächsten beiden Jahren entgegen. „Wir fühlen uns, als würden wir zum ersten Mal den Blick vom Boden abwenden und in den Himmel richten“, bringt Guido Tonelli, Sprecher der CMS-Kollaboration, die Stimmung auf den Punkt.

Stefan Jorda

## ■ Für eine Welt ohne Atomwaffen

**Die DPG ruft die Staatengemeinschaft auf, die weltweite atomare Abrüstung voranzutreiben.**

Die Diskussion über den Abbau von Atomwaffen ist wieder in Bewegung geraten: Am 8. April haben Russland und die USA ein neues strategisches Abrüstungsabkommen unterzeichnet, das ein erster Schritt zu weiteren Verhandlungen sein soll. Darin verpflichten sich die beiden Staaten, die Zahl ihrer nuklearen Sprengköpfe in den kommenden sieben Jahren von 2200 auf 1550 zu verringern sowie die Zahl der Trägersysteme auf jeweils 800 zu halbieren. Bundesaußenminister Guido Westerwelle nannte die Unterzeichnung des Abkommens einen „Meilenstein der weltweiten Abrüstungsbemühungen“.

Doch auch wenn seit Mitte der 1980er-Jahre von den damals vorhandenen über 70 000 Atomwaffen ein Großteil abgebaut worden ist, reichen die heute noch stationierten weiterhin aus, die moderne Zivilisation auszulöschen, warnt die DPG in ihrem Appell aus Anlass der im Mai in New York stattfindenden Überprüfungskonferenz des Atomwaffensperrvertrags (Nuclear Proliferation Treaty).<sup>#)</sup> Die Bedrohung sei nicht zuletzt durch neue Atom-

mächte und die Möglichkeit von Nuklearterrorismus gewachsen. An der grundsätzlichen Inhumanität der „Atomrüstungen“ habe sich nichts geändert. Ihr Einsatz würde militärische Ziele und die Zivilbevölkerung unterschiedslos treffen und wäre nach dem Rechtsgutachten des Internationalen Gerichtshofs generell unvereinbar mit dem bestehenden Völkerrecht.

Angesichts der unveränderten Bedrohung ruft die DPG die Staatengemeinschaft dazu auf, die weltweite atomare Abrüstung weiter voranzutreiben, und appelliert insbesondere an die Atommächte, sich ihrer Verantwortung für die volle Umsetzung des Nichtverbreitungsvertrages zu stellen. In

dessen Artikel VI haben sie sich schon 1970 verpflichtet, „in redlicher Absicht Verhandlungen zu führen über wirksame Maßnahmen zur Beendigung des nuklearen Wettrüstens in naher Zukunft und zur nuklearen Abrüstung.“ Die DPG appelliert daher an die über 180 Teilnehmerstaaten der alle



#) [www.un.org/en/conf/npt/2010/](http://www.un.org/en/conf/npt/2010/)