



Teilchenschauer über Berlin: Die Montage zeigt, wie aus einem Primärteilchen durch Zusammenstöße mit Luftmolekülen eine ganze Teilchenkaskade entsteht.

NEUE NETZWERKER WILLKOMMEN

## EDITORIAL

## TERMINE

TEILCHENPHYSIK VERMITTELBAR  
Neue Unterrichtsmaterialien – zwei Bände liegen bereits vor

GESICHTER DES NETZWERKS  
„Weiterkommen mit Engagement“

IM FOKUS  
Teilchenspuren sichtbar machen –  
Nebelkammer nachbauen ohne Trockeneis

ÜBER DEN TELLERRAND  
Plätze im S'Cool LAB sind heiß begehrt

NEUES VON DER WELTMASCHINE  
Microcosm: Die Geschichte des CERN  
Was ist eigentlich ein Teilchenstrahl?

## EDITORIAL

Liebe Teilchenphysik-Begeisterte, es ist ganz offensichtlich: Astroteilchen sind angesagt! Die Nachfrage nach Aktivitäten mit kosmischen Teilchen steigt weiterhin stark an. Im Jahr 2015 haben wir mehr als 100 Basis-Veranstaltungen über Astroteilchenphysik durchgeführt, dazu kam die Rekordzahl von 50 Forschungswochen, bei denen die Jugendlichen besonders intensiv mit kosmischen Myonen und anderen Teilchen experimentiert haben. Die Boten aus dem All sind hervorragend geeignet, um die Teilchenphysik ins Klassenzimmer zu bringen. Denn viele Standorte im

Netzwerk Teilchenwelt sind mit Nebelkammersets, CosMO-Experimenten oder Kamiokannen ausgestattet. Das erlaubt einen variablen, auf die Wünsche der Lehrkräfte zugeschnittenen Einsatz – vom Nebelkammerbau, der in eine Unterrichtsstunde integriert werden kann, bis hin zu Projektkursen wie dem am Korbinian-Aigner-Gymnasium Erding, der sich über ein ganzes Schuljahr erstreckte. Und wie Sie im Bericht auf Seite 3 lesen, lassen sich Nebelkammern sogar mit Supermarkt-Artikeln bauen, die jedem zugänglich sind. Sehr passend zum „Astro-Boom“ ist kürzlich der erste Band der Unterrichtsmaterialien

erschienen, die wir in einer Kooperation mit der Joachim Herz Stiftung erstellt haben. Das 32-seitige Heft mit dem Titel „Kosmische Strahlung“ enthält Informationen für Lehrkräfte, Fachtexte für Schüler sowie Arbeitsblätter und Vorschläge für Aktivitäten. Wir freuen uns sehr, dass wir damit die Behandlung von Astroteilchenphysik im Klassenzimmer stärker unterstützen können. Auch der zweite Band der Reihe, „Mikrokurse“, liegt bereits vor, weitere sind in Vorbereitung und erscheinen im Laufe des Jahres. Mehr dazu lesen Sie auf Seite 2.

*Michael Kobel*

## TERMINE ÜBERREGIONAL

## LANGE NACHT DER WISSENSCHAFTEN

3. Juni 2016 | Bonn  
3. Juni 2016 | Frankfurt a. M.  
10. Juni 2016 | Dresden  
11. Juni 2016 | Berlin, Potsdam

## TEILCHENPHYSIK-AKADEMIE

1. - 12. August 2016 | Mainz

## SCHÜLERTAGUNG DER JUNGEN DPG

19. August 2016 | Berlin

## 4. NETZWERK TEILCHENWELT ALUMNI-TREFFEN

22. - 25. September 2016 | Dresden

## INTERNATIONALE PHYSIK OLYMPIADE 2017

Bis 23. September 2016 | Teilnahme an der ersten Runde Deutschlandweit

## MINT-EC-CAMP TEILCHENPHYSIK

25. - 28. September 2016 | Wiesbaden

## HIGHLIGHTS DER PHYSIK „MICROCOSMOS“

27. September - 1. Oktober 2016 | Ulm

## MINT-EC-CAMP TEILCHEN- UND ASTROTEILCHENPHYSIK

24. - 28. Oktober 2016 | Zeuthen

## JUBILÄUM 10 JAHRE JUNGE DPG

28. Oktober - 1. November 2016 | Dresden

## LEHRKRÄFTEFORTBILDUNG TEILCHENPHYSIK

17. November 2016 | Zeuthen

## ALLE REGIONALEN TERMINE VON NETZWERK TEILCHENWELT FINDEN SIE UNTER

[www.teilchenwelt.de/termine](http://www.teilchenwelt.de/termine)

## NEWTICKER

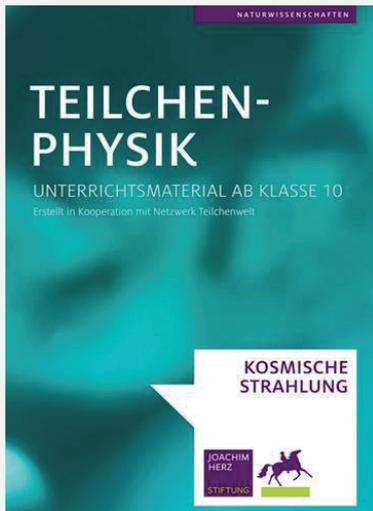
++ TEILCHENWELT-ALUMNA PATRICIA BREUNIG HAT EINE SCHNUPPERCLASS (TEILCHENPHYSIK-WORKSHOP FÜR DIE UNTERSTUFE) AN EINER SCHULE IN NAMIBIA DURCHGEFÜHRT ++ MODERATOR PHILIP HÄUSSER BAUTE FÜR DIE ZDF-SENDUNG „TERRA X LESCH & CO“ EINE NEBELKAMMER NACH

Deutschland  
Land der Ideen



Ausgewählter Ort 2011

## NEUE UNTERRICHTSMATERIALIEN – ZWEI BÄNDE LIEGEN BEREITS VOR



Der Band „Kosmische Strahlung“ kann online heruntergeladen oder kostenfrei bestellt werden.

Myonen, Teilchenschauer, Nebelkammern – mit Experimenten zur Kosmischen Strahlung lassen sich Schüler schnell für dieses Thema im Unterricht begeistern. Doch wie weckt man nicht nur Interesse, sondern vermittelt das Wissen schülergerecht und dennoch fundiert? Um Lehrkräfte dabei zu unterstützen, die Teilchen- und Astroteilchenphysik ins Klassenzimmer zu bringen, haben das Netzwerk Teilchenwelt und die Joachim Herz Stiftung in einer zweijährigen Kooperation eine Reihe von Unterrichtsmaterialien entwickelt.

Das 32-seitige Heft zur Kosmischen Strahlung bietet Hintergrundinformationen sowie Ideen und Anregungen, wie sich das Thema in den Unterricht einbinden lässt. Dabei steht die experimentelle Untersuchung von kosmischen Teilchen am Beispiel der Myonen im Vordergrund.

Der Band „Mikrokurse“ umfasst 28 Seiten und enthält vier Kurse, die auf originelle Weise eine Brücke von klassischen Lehrplanthemen zu aktuellen Forschungsgegenständen schlagen. Zu jedem Kurs werden Einsatzmöglichkeiten und wünschenswerte Vorkenntnisse der Schüler angegeben. Jeder Kurs kann in ein bis zwei Unterrichtsstunden behandelt werden.

Beide Bände können auf [www.teilchenwelt.de/tp](http://www.teilchenwelt.de/tp) kostenfrei heruntergeladen, oder als gedrucktes Exemplar kostenlos angefordert werden. Unser **Forum** bietet Gelegenheit für Diskussionen, Ergänzungen und Erfahrungsberichte zum Einsatz im Unterricht.

Die weiteren Bände der Reihe – „Wechselwirkungen, Ladungen und Teilchen“ sowie „Forschungsmethoden“ – werden im Laufe des Jahres veröffentlicht.

*Uta Bilow*

### GESICHTER DES NETZWERKS

## „WEITERKOMMEN MIT ENGAGEMENT“

In dieser Rubrik stellen wir Menschen vor, die sich im Netzwerk Teilchenwelt engagieren. Hier finden Sie eine Auswahl an Antworten, die ausführlichen Interviews lesen Sie auf [www.teilchenwelt.de/gesichter](http://www.teilchenwelt.de/gesichter).

**MICHAEL BORNHOLDT (20) STUDIERT ZURZEIT IM VIERTEN SEMESTER PHYSIK IN HAMBURG. DER „INTERNATIONAL COSMIC DAY“ WECKTE SEIN INTERESSE FÜR DIE PHYSIK UND BRACHTE MICHAEL EINE BESONDERE VERBINDUNG ZU DEM NETZWERK.**

#### Was war Dein erster Kontakt mit der Physik?

Schon als kleines Kind haben mich Naturwissenschaften interessiert. Das zeigte sich durch die unendlich vielen Fragen, die ich meinem Umfeld, besonders meinem Vater, gestellt habe, bis er sie mir nicht mehr beantworten konnte.

#### Wie bist Du zum Netzwerk Teilchenwelt gekommen?

Im September 2012 hat mich mein Physiklehrer auf den „International Cosmic Day“ (ICD) geschickt, bei dem ich zum ersten Mal eine Astroteilchen-Masterclass besucht habe.

#### Was hat das Netzwerk in Deinem Leben verändert?

Die Förderung durch Netzwerk Teilchenwelt war sehr wichtig für mich. In der Oberstufe war ich unterfordert, und als Schüler ist einem nicht bewusst, wie viele Möglichkeiten es außerhalb der Schule gibt. Das Netzwerk zeigte mir, dass es viele Menschen gibt, die einen fördern wollen. Man muss sich nur ein wenig engagieren, Leute ansprechen und anrufen. Was daraus erwächst, ist so viel interessanter und hilfreicher für dich als Mensch. Es lohnt sich. In meinem Gehirn hat es „Klick“ gemacht. Ich brauchte einen Anstoß, um den Ball ins Rollen zu bringen, dann klappte es automatisch.

#### Hättest Du Dich ohne den ICD 2012 auf einen anderen Themenbereich fokussiert?

Nein, ich wäre auch in der Physik gelandet. Ich hätte nur nicht so früh angefangen und kein Juniorstudium gemacht. Wahrscheinlich würde ich auch nicht in Hamburg studieren. Ich wäre nicht so weit wie jetzt und hätte auch nicht schon drei Jahre Spaß in der Physik hinter mir, sondern nur drei Semester.

#### Hat es Dir den Einstieg in das Physikstudium im Vergleich zu Deinen Kommilitonen erleichtert?

Ich bin entspannter vor Klausuren und kann mittlerweile den Arbeits- und Lernaufwand während des Semesters besser einschätzen. Ich bin gelassener und habe nicht den Anspruch aus der Schule, alles richtig zu machen und alles können zu müssen. Das geht in der Uni nicht.

#### Was ist Deine Lieblingsbeschäftigung, wenn Du nicht gerade im Netzwerk aktiv bist?

Ich liebe es, neue Zusammenhänge zu verstehen. Es muss nicht physikspezifisch sein. Es kann auch ein neues Buch aus einem anderen Themenbereich betreffen. Wenn ich in Physik irgendetwas lerne, was neue Horizonte öffnet oder das Verständnis von der Welt, in der wir leben, erweitert, dann macht das einfach Spaß.



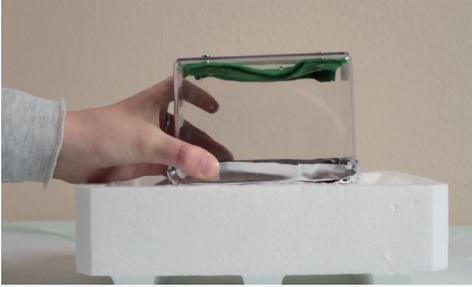
#### Wenn Du Dich mit einem Teilchen und seinen Eigenschaften vergleichen müsstest, welches wäre Dir ähnlich und warum?

Das Photon. Ich wäre nicht gern ein Neutrino, das mit keinem etwas zu tun hat. Lieber habe ich mit allem etwas zu tun, kenne jeden und jeder kennt mich. Dann fühlt man sich zu Hause. Zudem versuche ich immer effizient zu sein. Dazu gehört es, schnell von einem Ort zum anderen zu gelangen. Das Photon ist immer flott unterwegs.

### NEWTICKER

– DAS VIDEO GIBT ES IM YOUTUBE-KANAL DER SENDUNG ++ 2015 SIND MIT HILFE VON NETZWERK TEILCHENWELT 8 SCHÜLER-FORSCHUNGSARBEITEN ENTSTANDEN ++ NEU IM SPRINGER-VERLAG IST DAS BUCH „TEILCHENDETEKTOREN: GRUNDLAGEN UND ANWENDUNGEN“ VON HERMANN KOLANOSKI UND NORBERT WERMES ++ DAS SYMMETRY MAGAZINE HAT EIN TEILCHEN-

## TEILCHENSPIUREN SICHTBAR MACHEN – NEBELKAMMER NACHBAUEN OHNE TROCKENEIS



Die aus Haushaltsmaterialien selbstgebaute Nebelkammer von Maria Mironova.

Als Schülerin wünschte sich Maria Mironova eine Nebelkammer für zu Hause: „Das Experiment vom Netzwerk Teilchenwelt ist immer mit Trockeneis. Trockeneis bekommt man jedoch nur in der Schule. Daheim ist das nicht so leicht, da musste es also eine Alternative geben.“ So entstand die Idee, eine Nebelkammer mit anderen Mitteln zu bauen. Auch die damalige Abiturientin Rowina Caspary begeisterte sich unabhängig von Maria etwa zeitgleich für die Idee. Die beiden Jungforscherinnen haben es geschafft, eine Nebelkammer ausschließlich aus im Haushalt oder Supermarkt erhältlichen Materialien zu bauen. Der Aufbau der Detektoren ist an die Nebelkammern

mit Trockeneis und Isopropanol vom Netzwerk Teilchenwelt angelehnt. Beide Materialien sind jedoch auch für Schulen mitunter schwer zu beschaffen und zu lagern. Rowina und Maria haben es geschafft, diese zu ersetzen. Die Kühlung erfolgt entweder mit Kühlpads aus dem Gefrierschrank oder einem Gemisch aus Eiswürfeln, Ethanol und Brennspiritus aus dem Supermarkt. Und statt das Filz mit Isopropanol zu tränken, wird Brennspiritus verwendet. Der Aufbau der Nebelkammern folgt dem bewährten Schema: Zuerst kommt eine gekühlte Grundplatte, darauf ein Glas- oder Plastikbehälter mit dem getränkten Filz. Der Alkohol im Filz verdunstet allmählich und sättigt die warme Luft im oberen Bereich der Kammer. Sinkt diese gesättigte Luft ab, entsteht im unteren, viel kälteren Bereich eine übersättigte Schicht. Der Alkohol bleibt in Form eines instabilen Nebels am Boden liegen. Wenn nun durch die kosmische Strahlung oder eine radioaktive Quelle geladene Teilchen in die Nebelkammer gelangen, ionisieren sie das übersättigte Gas. Es entstehen entlang der Flugbahn Ionen, die feinste Tröpfchen binden und so eine sichtbare Spur hinterlassen. Anhand der Spur kann die Art des Teilchens bestimmt werden.

Problematisch bei der Vereinfachung des Experiments war die Suche nach dem passenden Behälter, dem geeigneten Kühlmittel und dem richtigen Kühlmittelverhältnis für niedrige Temperaturen. Maria und Rowina haben viel experimentiert. Der Arbeitsaufwand hat sich für die beiden heutigen Studentinnen gelohnt. Die damit verbundenen Facharbeiten wurden jeweils ausgezeichnet. So erhielt Maria, die inzwischen Mathematik und Physik an der Universität in Göttingen studiert, den 3. Platz beim Landeswettbewerb von Jugend forscht sowie den Sonderpreis vom Zonta Club, der sich für Förderungen von Frauen in der Forschung einsetzt. Rowina, die ebenfalls ihrer Leidenschaft treu geblieben ist und nun Physik in Hamburg studiert, erhielt für ihre Besondere Lernleistung einen Von Ardenne Physikpreis, der an die besten Jungphysiker Sachsens vergeben wird.

„Eine Nebelkammer bietet eine tolle Möglichkeit, grundlegende Bestandteile des Universums sichtbar zu machen“, so Marias Fazit. „Es ist ein einfacher Aufbau, aber es tun sich viele Fragen und Forschungsmöglichkeiten auf!“

*Merle Schröder*

### ÜBER DEN TELLERRAND

## PLÄTZE IM S'COOL LAB SIND HEISS BEGEHRT

Das Schülerlabor am CERN nimmt Fahrt auf. Schulklassen und Physikkurse können seit einigen Monaten am S'Cool LAB ein einzigartiges Programm erleben: Experimentieren, mit Forscherinnen und Forschern diskutieren und ausgewählte Experimente am CERN besichtigen. Diese Mischung kommt gut an: Die Tage im Schülerlabor sind stark nachgefragt.

Schon vor 10 Jahren stand die Idee, ein Forschungslabor für Jugendliche einzurichten. Konkret wurde der Plan Anfang 2013 mit einer großzügigen Spende der Lotterie Romande; Bau und Entwicklung dauerten dann noch einmal zweieinhalb Jahre. Seit 2015 ist das Ganztagsprogramm des S'Cool LABs in Betrieb, und wird seitdem ständig weiter entwickelt. Experimente zur Supraleitung und zu Paul-Fallen sind zur Zeit in Planung. Ab September sollen außerdem mehr Termine für Schulklassen verfügbar sein. Die Zielgruppe sind Jugendliche von 16 - 19 Jahren, die ein straffes Tagesprogramm erwartet. Von 8:45 bis 17:30 Uhr ist der S'Cool Lab Day vollgepackt mit Vorträgen, Besichtigungen und Experimentierphasen. Von den Lehrkräften wird erwartet, dass sie ihre Schulklassen auf den Besuch vorbereiten, denn die Jugendlichen arbeiten selbstständig in kleinen Gruppen an Experimenten, zum Beispiel mit Nebelkammern, Röntgenstrahlung oder Elektronenstrahlen.

Aus ganz Europa und sogar aus Israel, Brasilien, Singapur oder Pakistan kommen inzwischen Anfragen für das Programm. Entsprechend hart umkämpft sind



In kleinen Gruppen arbeiten Jugendliche selbstständig mit Experimenten im S'Cool Lab am CERN.

die Plätze. Auf einen freien Tag im S'Cool LAB bewerben sich im Schnitt fünf Schulklassen; daher lohnt es sich, genau darzulegen, warum man mit seiner Klasse ans CERN fahren möchte und welchen langfristigen Nutzen der Besuch hat. Anfang Juni öffnet die nächste Bewerbungsphase für die Workshops von Februar bis Juni 2017. Interessierte Lehrkräfte finden auf der S'Cool LAB Website (<http://cern.ch/s-cool-lab>) weitere Informationen und können sich dort auch für den Newsletter eintragen, der unter anderem über die aktuellen Bewerbungszeiträume informiert.

*Franziska Viebach*

### IMPRESSUM

©Technische Universität Dresden

V.i.s.d.P.: Michael Kobel

Redaktion: Uta Bilow, Flora Brinckmann, Franziska Viebach

AutorInnen dieser Ausgabe: Uta Bilow, Nina Laskowski, Michael Kobel, Merte Schröder, Franziska Viebach, Barbara Warmbein

Layout: Büro Quer

Bildnachweis: ©iStock.com/Holger Mette (S. 1); Netzwerk Teilchenwelt (S. 2); Privat (S. 2, 3); © 2016 CERN / Jeff Wiener (S. 3), CERN (S. 4)

### NEWTICKER

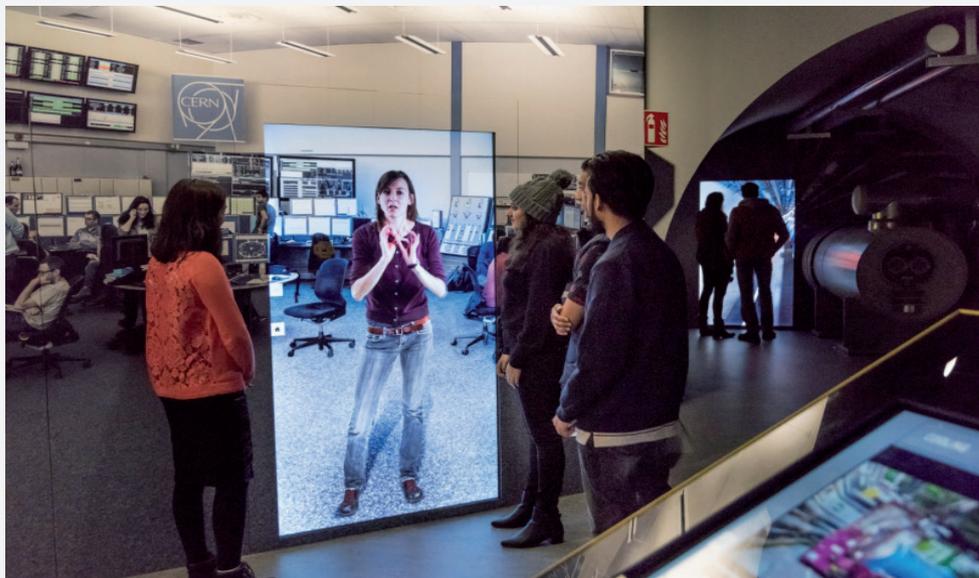
PHYSIK ABC HERAUSGEBRACHT – “A” IS FOR ACCELERATOR, WHICH MAKES THINGS MOVE FAST, “B” IS FOR BLACK HOLES, THEY HAVE LOTS OF MASS ++ NETZWERK TEILCHENWELT UND WELTMASCHINE KÖNNT IHR AUCH AUF FACEBOOK FOLGEN ++

# WELT MASCHINE



## NEUES VON DER WELTMASCHINE

WELTMASCHINE.DE IST DIE INTERNETSEITE DER DEUTSCHEN TEILCHENPHYSIKER. GEMEINSAM MIT DER WANDERAUSSTELLUNG WELTMASCHINE INFORMIERT SIE ÜBER DIE FORSCHUNG AM LHC, DAS CERN, DIE RÄTSEL DES UNIVERSUMS UND DER MODERNEN PHYSIK, DIE TECHNIK UND DIE MENSCHEN.



Echte CERN-Physikerinnen und -Physiker geben im CERN-Museum Microcosm auf lebensgroßen Bildschirmen Auskunft über ihre Arbeit – und zwar in mehreren Sprachen.

### MICROCOSM: DIE GESCHICHTE DES CERN

Mit seinen mehr als 8000 Wissenschaftlern aus über 85 Nationen ist das CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) Laboratorium eines der größten Zentren für physikalische Grundlagenforschung. Die Organisation sucht mit den weltweit größten und komplexesten Geräten nach Antworten auf Fragen wie dem Aufbau der Materie oder der Wechselwirkung zwischen den Elementarteilchen. Um einen Einblick über das Zentrum zu geben, hat CERN für seine zahlreichen Besucher ein Museum errichtet – das Microcosm.

Seit einem Umbau im Jahr 2015 nimmt das Microcosm-Museum seine Besucher mit auf eine außergewöhnliche Reise durch die wichtigsten Labore am CERN. Auf über 500 m<sup>2</sup> lässt sich entdecken, was sich hinter dem leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider (LHC) verbirgt und welche Aufgaben die verschiedenen Forscher haben, die am Bau und im Betrieb eingebunden sind. Interaktive Bildschirme, auf denen Besucher auswählen können, in welcher Sprache

sie sich das CERN erklären lassen wollen, zeigen Physikerinnen und Physiker in Lebensgröße. Auf der Reise durch das Microcosm trifft man immer wieder auf solche Bildschirme und auf Geschichten der Physiker, die mit voller Leidenschaft am LHC arbeiten und forschen.

*Nina Laskowski*

### WAS IST EIN TEILCHENSTRAHL?

Seit Mitte 2015 kreisen im Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider (LHC) am CERN wieder die Protonen, und das mit höherer Energie als je zuvor. Allerdings gibt es keinen An- und Aus-Schalter, auf den die Operateure drücken und der die Teilchen kollidieren lässt – am Teilchenstrahl wird hart gearbeitet und an etlichen Parameter-Rädchen gedreht, um ihn genau in das Format zu bringen, das für den Regelbetrieb vorgesehen ist.

Zwei der Rädchen, an denen sie drehen müssen, sind die Anzahl der Teilchenpakete und die Anzahl der Teilchen in diesen Paketen. Denn im LHC werden nicht etwa einzelne Protonen gegeneinander geschossen, und es rauscht auch kein kontinuierlicher „Protonenfluss“ durch die Magnete. Vielmehr ist der Teilchenstrahl in viele Pakete eingeteilt, die in genau festgelegten Abständen durch den Beschleuniger sausen. Jedes dieser Pakete enthält eine bestimmte Anzahl von Protonen, die von Paket zu Paket variieren kann – ein bisschen wie Zugwaggons mit Passagieren. Wenn ein nomineller LHC-Strahl also ein Zug wäre, hätte er 2808 Waggons, in denen jeweils bis zu 120.000.000.000 (120 Milliarden oder  $1,2 \times 10^{11}$ ) Passagiere sitzen können und die mit einem Abstand von 25 Nanosekunden – also etwa acht Metern – mit annähernd Lichtgeschwindigkeit durch den LHC jagen.

*Barbara Warmbein*



Von diesem Kontrollzentrum werden die Teilchenstrahlen gesteuert.

### FAKT DER WOCHE

++ AM 1. JANUAR NAHM DAS NEUE CERN-MANAGEMENT SEINEN DIENST AUF. DIE ITALIENISCHE TEILCHENPHYSIKERIN FABIOLA GIANOTTI IST NUN DIE ERSTE GENERALDIREKTORIN DES CERN. ++ NEUER FORSCHUNGSDIREKTOR IST ECKHARD ELSÉN VOM FORSCHUNGSZENTRUM DESY ++ EIN MARDER HAT ENDE APRIL EINEN KURZSCHLUSS AN EINEM OBERIRDISCH GELEGENEN TRANSFORMATOR VERURSACHT UND DEN LHC AUSSER BETRIEB GESETZT, INZWISCHEN LÄUFT DER BESCHLEUNIGER WIEDER ++ WELTMASCHINE IN EINEM TWEET ERKLÄRT: #SUBATOMARERTEILCHENBESCHLEUNIGUNGSNATURGESETZMÄSSIGKEITSUNTERSUCHUNGSMASCHINE++