



Beim Besuch des Atlas-Detektors herrscht auch für unsere Workshop-Teilnehmer Helmpflicht. Ein Team aus Lehrkräften und Wissenschaftlern arbeitete eine Woche lang an Lehrmaterialien für den Einsatz im Unterricht.

NEUE NETZWERKER WILLKOMMEN

## EDITORIAL

### TERMINE

#### IM FOKUS

Lehrer lernen Teilchenphysik

#### GESICHTER DES NETZWERKS

Wer steckt hinter den Masterclasses?

#### ÜBER DEN TELLERRAND

Lebende Atome und springende Neutrinos -  
Aktion „Teilchenphysik im Kindergarten“

#### NEUES VON DER WELTMASCHINE

Herzlichen Glückwunsch! - 60 Jahre CERN

Nachts im Tunnel

Viel zu entdecken

## EDITORIAL

Liebe Teilchenphysik-Begeisterte,  
auf dem Physik-Portal LEIFI, dem an Schulen wohl  
bekanntesten Portal für den Physikunterricht mit  
über 500.000 Besuchern im Monat, ist gerade  
ein komplett neues Kapitel zur Teilchenphysik  
erschienen. Es führt mit knapp 30 Seiten und einer  
Vielzahl an Themen in den aktuellen Stand der Teil-  
chenphysik ein. Diese Materialien sind das Ergeb-  
nis der intensiven Zusammenarbeit des Netzwerks  
Teams, allen voran der Hauptautorin Julia Woithe, mit  
der Joachim Herz Stiftung in den letzten Monaten.

Multimedial untermalt von zahlreichen Abbildun-  
gen, Animationen und Videos werden Ladungen,  
Teilchen und Wechselwirkungen als die fundamen-  
talen Konzepte der Teilchenphysik vorgestellt. Links  
im Text und in Tabellen erläutern an Beispielen alle  
grundlegenden Begriffe. In der Schule durchführ-  
bare Experimente und Anwendungsaufgaben ver-  
tiefen das Thema. Dabei soll es aber nicht bleiben.  
Bei zwei Workshops mit je über 20 Lehrkräften in  
Dresden und am Europäischen Forschungszentrum

CERN wurde ein bunter Strauß an Ideen gesammelt,  
aus dem in den kommenden Monaten geordnet  
nach fünf Themengebieten konkrete, im Unterricht  
einsetzbare Materialien entstehen werden. Wir  
hoffen, dass unser neues Angebot auf der Website  
[www.leifiphysik.de/themenbereiche/teilchenphysik](http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/teilchenphysik)  
jetzt schon viele Jugendliche und Lehrkräfte zur Be-  
schäftigung mit Teilchenphysik ermuntert und freu-  
en uns auf die Rückmeldungen der Nutzer.

Michael Kobel

## TERMINE ÜBERREGIONAL

### BEWERBUNGSZEITRAUM FÜR DEN 9. WORK- SHOP FÜR LEHRKRÄFTE AM CERN

noch bis 6. Juli

### BEWERBUNGSZEITRAUM FÜR DIE 4. PROJEKT- WOCHE FÜR JUGENDLICHE AM CERN UND DEN 9. WORKSHOP FÜR JUGENDLICHE AM CERN

noch bis 30. Juni

### DPG-FORTBILDUNGSKURS FÜR PHYSIKLEHRER „ELEMENTARTEILCHEN“

23. bis 27. Juni | Bad Honnef

### LANGE NACHT DER WISSENSCHAFTEN

27. Juni | Leipzig

4. Juli | Halle (Saale)

4. Juli | Dresden

### SONDERAUSSTELLUNG „TEILCHENZOO“ IM UNIVERSUM BREMEN

noch bis 30. Juni | Bremen

### SONDERAUSSTELLUNG „WOLFGANG PAUL – DER TEILCHENFÄNGER“ IM DEUTSCHEN MUSEUM BONN

noch bis 24. August | Bonn

### WORKSHOP FÜR JUGENDLICHE AM CERN

12. - 15. November 2014 | CERN (Genf)

### WORKSHOP FÜR LEHRKRÄFTE AM CERN

26. - 31. Oktober 2014 | CERN (Genf)

### CERN-PROJEKTWOCHE FÜR JUGENDLICHE

19. - 31. Oktober 2014 | CERN (Genf)

### ALLE REGIONALEN TERMINE VON NETZWERK TEILCHENWELT FINDEN SIE UNTER

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

## NEWTICKER

++ DAS LYZEUM VON VARVAKIOS IN ATHEN UND DIE HOLLÄNDISCHE DIMINIKUS SCHULE HABEN  
DEN SCHÜLERWETTBEWERB „A BEAMLINER FOR SCHOOLS“ GEWONNEN. ++ ZUM RUNDEN JUBILÄ-  
UM LIEFERT WELTMASCHINE.DE SPANNENDE FAKTEN AUS 60 JAHREN FORSCHUNG AM CERN ++

Deutschland  
Land der Ideen



Ausgewählter Ort 2011

## LEHRER LERNEN TEILCHENPHYSIK

„Fantastisch!“ ist das eine Wort, mit dem Physiklehrer Gordon Krannich die mehrtägige Lehrerfortbildung, die er am CERN erlebt hat, beschreibt. Am meisten beeindruckt habe ihn die Dimensionen der Experimente: „Diese riesigen Anlagen für die aller-kleinsten Teilchen. Fantastisch.“

Krannich war einer von 38 Teilnehmern des Lehrerworkshops während der Herbstferien am CERN. Organisiert vom Netzwerk Teilchenwelt und dem German Teachers Programme des CERN, bietet es den Lehrern eine bunte Mischung aus Vorlesungen, Besuchen und Mitmach-Workshops.

In den Vorlesungen erzählen CERN-Forscher von der Entdeckung des Higgs-Teilchen oder erklären, wie ein Teilchendetektor funktioniert. Dieses Wissen können die Lehrer dann gleich anwenden und im Rahmen einer Masterclass Protonenkollisionen und die dabei entstehenden Teilchen über deren Signale im ATLAS-Detektor analysieren.

Ein Experiment, das auch im Unterricht leicht umzusetzen ist, bauen die Teilnehmer im Nebelkammer-Workshop: Eine durchsichtige Kunststoffbox, eine schwarze Metallplatte, Trockeneis und ein mit Alkohol getränkter Filz reichen aus, um Teilchenspuren



38 Lehrkräfte haben letzten Herbst am CERN-Workshop teilgenommen.

als „Kondensstreifen“ sichtbar zu machen. „Viele Lehrer sind im Studium mit Teilchenphysik nur kurz oder gar nicht in Berührung gekommen“, erzählt Julia Woithe, eine der Organisatorinnen. „Das Thema wird aber in immer mehr Bundesländern Teil des Lehrplans.“ Aber die Lehrer kommen nicht, weil sie müssen, sondern weil sie selbst ein großes Interesse an moderner Physik und aktueller Forschung haben. Sie wohnen auf dem Gelände im CERN-Hostel, sind also unmittelbar in die Forscherwelt eingebettet. „Wir hören immer wieder, dass Lehrer lange von der Motivation zehren, die sie hier im echten Forschungsumfeld erfahren“, sagt

Julia Woithe. Und die Lehrer können auch einen Teil dazu beitragen, dass die Kollegen zu Hause von der Fortbildung profitieren: Lehrerin Anette Zander aus Aachen erzählt, dass sie sofort zugegriffen hat, als sie von der Fortbildung gehört hat. „In Nordrhein-Westfalen kommt Teilchenphysik jetzt auf den Lehrplan und ich wollte sicherstellen, dass ich nach zehn Jahren als Lehrer-Quereinsteigerin auch noch genug darüber weiß“, sagt sie. „Jetzt muss ich das Thema noch auf die Schüler runterbrechen.“ Aber sie ist zuversichtlich, denn die meisten Schüler finden Teilchenphysik fantastisch.

*Barbara Valeriani-Kaminski*

## GESICHTER DES NETZWERKS

## WER STECKT HINTER DEN MASTERCLASSES ?

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).

**BARBARA VALERIANI-KAMINSKI (39)** HAT ALS TEILCHENPHYSIKERIN PROMOVIRT. SEIT 2010 IST SIE LOKALE ANSPRECHPARTNERIN DES NETZWERK TEILCHENWELT AM STANDORT BONN UND IST DORT FÜR DIE ORGANISATION DER MASTERCLASSES ZUSTÄNDIG.

**Wie bist Du zur Teilchenphysik gekommen?**

Ich habe Physik an der Universität von Pisa studiert. Während meines ersten Semesters wurde die Entdeckung des Top-Quarks bekannt gegeben. Unser Dozent in Mechanik war auch an der Entdeckung beteiligt und hat mit großer Begeisterung darüber berichtet. Außerdem gab es in Pisa viele Arbeitsgruppen in der Teilchenphysik und das Berechnen von Feynman-Graphen hat mir viel Spaß gemacht.

**Was begeistert Dich am meisten am Netzwerk, was würdest Du gerne verändern?**

Was mich am meisten begeistert, sind der Enthusiasmus und die Energie, die unsere Nachwuchswissenschaftler/innen ins Netzwerk stecken. Trotz wissenschaftlicher Arbeit, trotz Tagungen, Dienstreisen und Lehrverpflichtungen finden sie noch immer ein bisschen Zeit für eine Masterclass. In dieser Hinsicht würde ich gerne etwas verändern. Mein Traum: Studenten und Doktoranden, die im Netzwerk aktiv sind, von weiteren Lehrtätigkeiten befreien zu dürfen. Oder noch besser: Eine Art Wissenschaftskommunikations-Semester für alle Doktoranden als Teil

ihrer wissenschaftlichen Ausbildung einzuführen!

**Was ist Dein Lieblingsthema in der Teilchenphysik?**

Teilchen-Antiteilchen- oder Neutrino-Oszillationen, so wie auch die Paradoxa der Quantenmechanik. Solche Prozesse stoßen an die Grenzen unserer Realitätsvorstellungen, deswegen finde ich sie so faszinierend.

**Warum sollte man sich überhaupt für Teilchenphysik interessieren?**

Teilchenphysik ist spannend und die Arbeit extrem vielfältig. Man kann sich ein spezielles Gebiet aussuchen, je nachdem was man gerne macht, wie zum Beispiel Programmieren, Detektorbau oder Beschäftigung mit Elektronik. Das aber immer mit einem gemeinsamen, weiteren Ziel: verstehen „was die Welt im Innersten zusammenhält“.

**Was macht Dir in Deinem beruflichen Alltag am meisten Freude, was am wenigsten?**

Wenn eine Lehrerin oder ein Lehrer mich jedes Jahr anruft, um eine Masterclass an ihrer oder seiner Schule zu organisieren, denke ich, dass das Projekt



sehr gut läuft. Und wenn ich dann die Rückmeldung bekomme, dass es noch besser als im Vorjahr war, bin ich sehr stolz auf unsere Arbeit. Anfragen der Schulen abzulehnen, das mag ich nicht.

## NEWTICKER

DIE SONDERAUSSTELLUNG TEILCHENZOO IM UNIVERSUM BREMEN LÄUFT NOCH BIS 30. JUNI ++ DIE JOACHIM HERZ STIFTUNG PRÄMIERT GEMEINSAM MIT DEM SPIEGEL DIESES JAHR DEN BESTEN SCHÜLERZEITUNGSARTIKEL ÜBER PHYSIK IM ALLTAG ++

**TIMO ECKSTEIN** STUDIERT IM ZWEITEN SEMESTER PHYSIK AN DER FRIEDRICH-ALEXANDER-UNIVERSITÄT IN ERLANGEN. ALS SCHÜLER HAT ER 2012 SEINE ERSTE MASTERCLASS BESUCHT. MITTLERWEILE IST ER MIT UNTERSTÜTZUNG VON VERMITTLERN AUS HÖHEREN SEMESTERN SELBST AN SCHULEN UNTERWEGS UND HÄLT MASTERCLASSES.

### Wie bist Du zum Netzwerk Teilchenwelt gekommen?

Den ersten Kontakt hatte ich bei einer International Masterclass im März 2012. Zusätzlich durfte ich mich in Erlangen für meine Facharbeit an Messungen mit Plastiksintillatoren versuchen. Als ich dann gefragt wurde, ob ich nicht auch als Tutor an der nächsten Masterclass an meiner Schule im Juni teilnehmen wolle, sagte ich bereitwillig ja.

### Du bist mittlerweile auch als Vermittler im Netzwerk aktiv. Wie kam es dazu?

Nachdem ich öfter als Tutor mitgewirkt hatte, durfte ich im November 2013 eine Woche ans CERN. Ein halbes Jahr später folgte noch das Alumni-Treffen mit ehemaligen Teilnehmern aller CERN-Workshops. Zwei wahnsinnig interessante Wochen. Weil ich fast alle Stufen des Netzwerks durchlaufen habe, und deshalb gut davon erzählen kann, wurde ich wahrscheinlich gefragt, diese Erfahrungen mit der nächsten Schülergeneration zu teilen.

### Welche Frage aus der Teilchenphysik hat Dir noch niemand beantworten können?

Zumindest zufriedenstellend konnte mir noch niemand erklären, warum Supersymmetrie existieren sollte, obwohl es noch keinen einzigen experimentellen Nachweis gibt.

### Was ist Dein Lieblingsteilchen und warum?

Wenn ich mich entscheiden muss, wähle ich das Photon. Denn unsere Sehzellen sind vereinfacht gesagt nichts anderes als Photonendetektoren, die uns sehen lassen. Zusätzlich geschieht der für uns lebensnotwendige Energietransport von der Sonne zur Erde hauptsächlich durch Photonen.

### Was würdest Du gerne in fünf Jahren machen?

Forschen. Ich finde, dass zu strikte Lebensplanung der individuellen Freiheit schadet und wegen zu vielen Zufallsfaktoren sowieso nicht vollkommen möglich ist. Dennoch halte ich heute eine Akademikerkarriere für wahrscheinlich, ohne zu sehr Details auszumalen.

### Was würdest Du Dir für die nächsten Jahre für das Netzwerk Teilchenwelt wünschen?

Bisher existiert leider in kaum einem anderen Land ein ähnlicher Zusammenschluss von Universitäten



und Instituten für die Förderung von Teilchenphysik, die im Schulunterricht leider viel zu kurz kommt. Deshalb wünsche ich mir vor allem ausländische Hochschulstandorte überzeugen zu können, dass die Arbeit des Netzwerks eine starke Bereicherung für die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler ist.

## ÜBER DEN TELLERRAND

## AKTION „TEILCHENPHYSIK IM KINDERGARTEN“



**Spielerisch und unkompliziert erlebten die Kinder des Kindergarten Kunterbunt in Schongau, Oberbayern, ihren Erstkontakt mit der Teilchenphysik. Kleine Elektronen, Protonen und Higgs-Bosonen schwirrten einen Tag lang durch den Kindergarten und hatten jede Menge Spaß mit dem Teilchenzoo.**

Obwohl sie vorher nicht wussten, was sie erwartet, waren alle schnell begeistert. Zu Beginn durfte jedes Kind ein Umhängeschildchen aus einer Schachtel ziehen und wurde damit zum Teilchen. Zur besseren Veranschaulichung, bekamen die Kleinen das dazu passende Teilchenkuscheltier aus dem

„Particle-Zoo“. Sofort wurde verglichen, welche Farben und Formen die einzelnen Figuren haben. Nach diesen mussten sich die Kinder anschließend ordnen. Auch nach Masse, Lebensdauer und Entdeckungsjahr der Teilchen wurde sortiert. Anschließend durfte jedes Kind sein Teilchen abmalen, um auch eine Erinnerung nach Hause mitnehmen zu können. Nachdem alle Teilchen fertig gezeichnet und ausgemalt waren, wurden sie erst mal zur Seite gelegt. Denn jetzt waren die Kinder selbst gefragt und wurden zu lebendigen Protonen, Neutronen und Elektronen. Die Protonen- und Neutronenkinder bildeten einen Kern, um den die Elektronenkinder

herumliefen. So formte die ganze Kindergartengruppe ein menschliches Atom. Zum Schluss bekamen je 4-5 Kinder ein Memory-Set und spielten um die meisten Teilchenkarten.

Bisher beschäftigt sich das Netzwerk hauptsächlich damit, Schülern ab der 10. Klasse die Teilchenphysik näher zu bringen. Damit auch die ganz Kleinen etwas von den Teilchen erfahren, startete die Aktion „Teilchenphysik im Kindergarten“. Die Kinder aus Schongau waren die ersten „Mini-Teilchenphysiker“. Nach dem Probelauf wird das Konzept weiter verfeinert und optimiert, damit bald bundesweit Kindergartenkinder ein bisschen von der „Physik des Allerkleinsten“ lernen können.

*Patricia Breunig*

### IMPRESSUM

©Technische Universität Dresden

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

Redaktion: Flora Brinckmann, Franziska Viebach

AutorInnen dieser Ausgabe: Gerrit Hörentrup, Michael Kobel, Lisa Leander, Barbara Valeriani-Kaminski, Barbara Warmbein, Patricia Breunig, Flora Brinckmann, Franziska Viebach

Layout: Büro Quer

Bildnachweis: CERN (S. 4), privat (S. 1, 2, 3)

Wenn Sie den Newsletter bestellen oder abbestellen möchten, schicken Sie bitte eine E-Mail an [info@teilchenwelt.de](mailto:info@teilchenwelt.de).

## NEWTICKER

FORSCHER HABEN ZUM ERSTEN MAL STREUUNG VON W-BOSONEN BEOBACHTET. MEHR DAZU ERFAHRT IHR IM NÄCHSTEN NEWSLETTER ++ **NETZWERK TEILCHENWELT UND WELTMASCHINE KÖNNT IHR AUCH AUF FACEBOOK UND TWITTER FOLGEN** ++

# WELT MASCHINE



## HERZLICHEN GLÜCKWUNSCH! - 60 JAHRE CERN

Was heute mehr als 13.000 Wissenschaftler aus über 90 Nationen sind, die alle gemeinsam forschen, um den Geheimnissen der Natur etwas näher zu rücken, war vor etwas mehr als 60 Jahren nur eine Idee – die Idee, die europäische Forschung nach dem zweiten Weltkrieg zu stärken, zu



Die ersten Erdarbeiten beim Bau des CERN im Mai 1955.  
Foto: CERN

verhindern, dass immer mehr Forscher in die USA abwanderten, und wieder Forschung auf Augenhöhe mit den USA zu ermöglichen. All dies sollte als reine Grundlagenforschung ohne militärische Ziele geschehen. 1954 gründeten 12 Staaten die Europäische Organisation für Kernforschung – das CERN. In den 60 Jahren seit der Gründung ist viel passiert: Über die Jahre sind weitere neun Staaten dem CERN beigetreten, Israel gerade erst letztes Jahr. Neue Detektortechnologien wurden entwickelt, Teilchen entdeckt (zum Beispiel 2012 das Higgs-Teilchen) und so die Teilchenphysik im Ganzen vorangetrieben. Ganz nebenbei beeinflusste die Teilchenphysik auch noch unser tägliches Leben, zum Beispiel mit dem World Wide Web. Schon seit der Gründung ist die Geschichte des CERN geprägt durch Zusammenarbeit über Ländergrenzen hinweg. So ist es verständlich, dass das Motto „60 Jahre Wissenschaft für die Frieden“ im Mittelpunkt des Geburtstagsjahres steht. Happy Birthday, CERN! *Gerrit Hörentrup*

## NACHTS IM TUNNEL

Wenn es in Genf Nacht wird und Techniker, Ingenieure und Physiker ihre Arbeit im LHC-Tunnel beenden, um nach Hause zu gehen, übernimmt Gunter Kniesche mit seinen Kollegen das Regime. Kniesche ist Zerstörungsfreier Werkstoffprüfer. Man könnte ihn und seine Kollegen auch „mobile Röntgenexperten“ nennen, denn das tun sie nachts im Tunnel: Dinge röntgen, um zu sehen, ob die Qualität stimmt. Im LHC-Tunnel herrschen erschwerte Bedingungen. Die 27 Kilometer LHC, bestehend aus tonnenschweren Magneten und Beschleunigungsstrecken, lassen sich nicht mal eben an die Oberfläche transportieren, um sie dort zu untersuchen. Untersucht werden muss aber im Rahmen der langen Betriebspause LS1 vieles – unter anderem die vielen neu verlöteten und gesicherten Verbindungen zwischen den Magneten, Schweißnähte, Rohrleitung oder Kompensatoren in der Kühlmittelversorgung. Für den Wiederanlauf des LHC nach der Betriebspause muss jedes Teil perfekt funktionieren. Ab 19 Uhr fahren die Werkstoffprüfer mit ihrer mobilen Röntgenquelle in den Untergrund, denn parallel dürfen keine anderen Arbeiten stattfinden. Während LS1 ist das mobile Röntgengerät aber ständig im Einsatz. Etwa eine halbe Stunde dauert es, eine Magnetverbindung mit dem mobilen Röntgengerät zu inspizieren. Alle Daten werden gespeichert, so dass auch später während des Betriebs zu jeder Verbindung Informationen vorliegen. Auch alle Kompensatoren werden mobil geröntgt, um weitere fehlerhafte Kompensatoren oder zukünftige Problemstellen zu identifizieren. Um vier Uhr morgens ist die Röntgensicht wieder vorbei. *Barbara Warmbein*

## VIEL ZU ENTDECKEN

Im Jahr 2012 haben ATLAS und CMS gemeinsam die Entdeckung des lang gesuchten Higgs-Teilchens verkündet. Im Jahr 2013 bekamen die „Väter“ dieses Teilchens, die theoretischen Physiker Englert und Higgs, den Nobelpreis für ihre Arbeit verliehen. 2014 wird ohne ein solches Highlight auskommen



Wenn die Tagesschicht vorbei ist, kommen die zerstörungsfreien Werkstoffprüfer im LHC zum Zug. Bild: Gunter Kniesche

müssen. Doch die Arbeit am CERN steht nicht still, weil der Beschleuniger still steht; im Gegenteil arbeiten Techniker und Ingenieure nach einem festen und randvollen Terminplan. An den Vorbeschleunigern werden ebenso Wartungs- und Reparaturarbeiten durchgeführt wie am LHC selbst. Alle Tests sollen bis zum Ende des Jahres abgeschlossen sein. Die vier großen Detektoren folgen dem Zeitplan des Beschleunigers. Ab November werden ATLAS und CMS wieder betriebsbereit sein, dicht gefolgt von ALICE und LHCb. In der Zwischenzeit sind auch die Physiker, die nicht aktiv an den Arbeiten beteiligt sind, nicht träge. Sie sitzen über den Daten, die bis 2013 genommen wurden, schreiben Analysen und bereiten neue Simulationen vor. Immerhin, so CERN-Physikerin Paulin Gagnon in ihrem Blog, gibt es „noch ein ganzes Universum zu entdecken“ – denn mit dem Higgs-Teilchen sind gerade mal fünf Prozent unseres Universum entdeckt. 95% liegen noch vor uns. *Barbara Warmbein*

## FAKT DER WOCHE

++BUNDESPRÄSIDENT JOACHIM GAUCK BESICHTIGTE WÄHREND SEINES ZWEITÄGIGEN BESUCHS IN DER SCHWEIZ ANFANG APRIL AUCH DAS CERN ++ CERN IST LAUT DER REISE-WEBSEITE TRIP ADVISOR DIE BEI TOURISTEN DRITTBELIEBTESTE AKTIVITÄT IN GENÈVE ++ AB 2015 SOLLEN AM LHC PROTONEN BEI EINER GESAMTENERGIE VON 13 TEV KOLLIDIEREN. DIE PROTONEN WERDEN NICHT EINZELN, SONDERN IN PAKETEN VON 100 MILLIARDEN PROTONEN BESCHLEUNIGT ++ AM 14. NOVEMBER WURDE IM NEUEN LINEARBESCHLEUNIGER LINAC4 DER ERSTE H-MINUS-TEILCHENSTRAHL AUF EINE ENERGIE VON 3 MEV BESCHLEUNIGT++