



MINT EC Schulleitertagung

Hannover, 28./29.11.2014

Teilchenphysik für Lehrkräfte und Schüler



1. Unser Konzept



2. Angebote für Schüler ...



3. ... und Lehrkräfte



4. Noch mehr Masterclasses





Netzwerk Teilchenwelt

Ein Netzwerk zwischen Wissenschaftlern, Jugendlichen und Lehrkräften in direktem Kontakt zum CERN

- Mehrstufiges Angebot für Jugendliche + Lehrkräfte
- Zentrale Elemente:
 - Lokale Projekte
 - Vor-Ort-Erfahrung am CERN
 - Materialentwicklung
- Projektziele:
 - Faszination Teilchenphysik erleben
 - Wissenschaft kommunizieren
 - Forschung vor Ort und im Unterricht
 - Wertschätzung von Erkenntnisgewinn durch Grundlagenforschung

27.11.2014

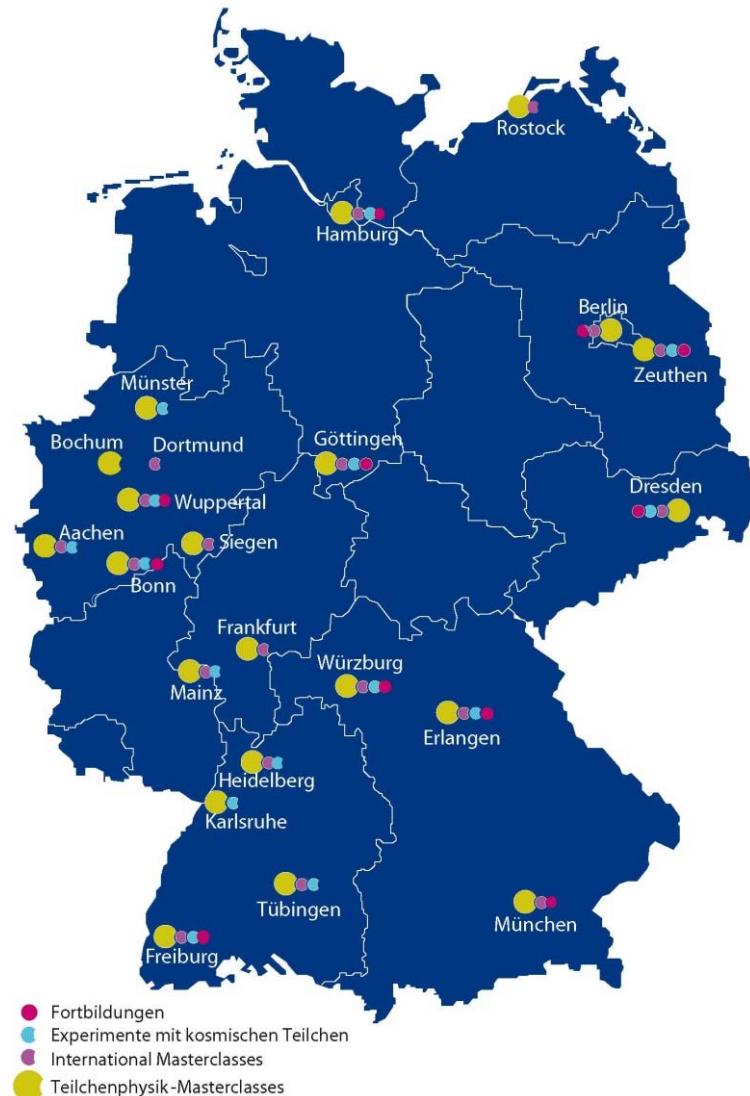
Uta Bilow, TU Dresden





Das Netzwerk

- ▶ 22 Standorte in 11 Bundesländern
 - insgesamt 24 Institute
 - 21 Institute Teilchenphysik-Mastercl.
 - 15 Standorte Astroteilchen-Projekte
 - 8 Standorte Lehrerangebote
 - 19 Institute Int. Masterclasses





Das Konzept

- ▶ Jugendliche handeln als “Forscher für einen Tag”
 - Möglichst nah an aktueller Forschung
 - Nachvollziehen, was die Wissenschaftler gerade tun
 - Eigene „hands-on“ Aktivitäten
 - Hören = vergessen, sehen = erinnern, tun = verstehen
- ▶ Einblick in den Forschungsprozess
 - Benutzen einschlägiger Methoden und Werkzeuge
 - Bezug Experiment $\leftarrow \rightarrow$ Theorie
- ▶ Authentische Erfahrungen
 - Analyse echter Daten
 - Treffen und Diskussion mit Wissenschaftlern

Mehrstufiges Angebot für Jugendliche

Mehrstufiges Angebot für Jugendliche im Überblick

Teilchenphysik erleben

BASIS-
PROGRAMM



Teilnahme

- Teilchenwelt – Masterclasses
- Internationale Masterclasses
- Experimente mit kosmischer Strahlung



Teilchenphysik vermitteln

QUALIFIZIERUNGS-
PROGRAMM



Mitarbeit - Teilchenwelt-BotschafterIn

- TutorIn bei Masterclasses und Cosmic-Experimenten
- Mithilfe bei Vermittlungsangeboten
- Weitergabe der Faszination Teilchenwelt über Präsentationen, Internet & Co



Teilchenphysik erforschen

VERTIEFUNGSPROGRAMM/
FORSCHUNGSMITARBEIT



Projekte an Originalschauplätzen

- Workshops für Teilchenwelt-BotschafterInnen am CERN
- Projektarbeiten an lokalen Forschungseinrichtungen



Mehrstufiges Angebot für Lehrkräfte

Mehrstufiges Angebot für Lehrkräfte im Überblick

Teilchenphysik erleben

1 BASIS-PROGRAMM

Teilnahme

- Lehrertage der „Internationalen Masterclasses“
- Andere einführende Veranstaltungen

Teilchenphysik vermitteln

2 QUALIFIZIERUNGS-PROGRAMM

Mitarbeit - Teilchenwelt-MultiplikatorInn

- Organisation von Projekttagen in Ihrer Einrichtung mit dem Netzwerk Teilchenwelt:
- Teilchenwelt-Masterclasses
 - Experimente mit kosmischer Strahlung

Teilchenphysik erforschen

3 VERTIEFUNGSPROGRAMM/ FORSCHUNGSMITARBEIT

Projekte an Originalschauplätzen

- Workshops für Teilchenwelt-MultiplikatorInnen am CERN
- Forschungsabordnung an lokale Forschungseinrichtungen



Netzwerk Teilchenwelt: Das Konzept

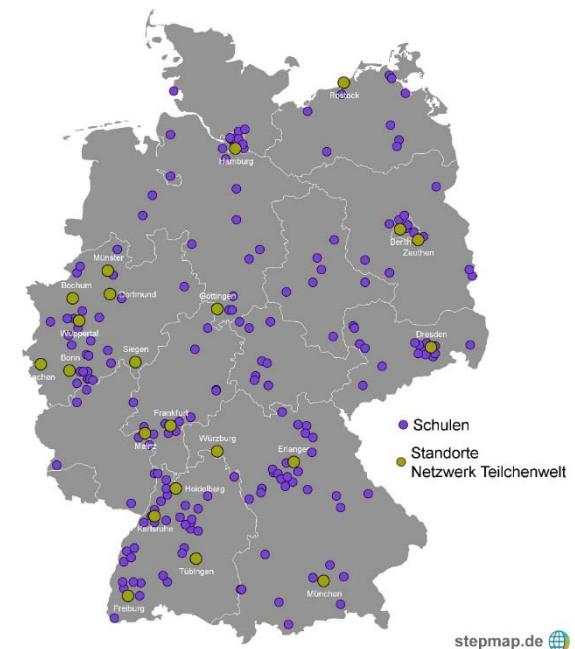




Aktivitäten 1: Teilchenwelt-Masterclasses

► Eintägige Veranstaltung in Schulen

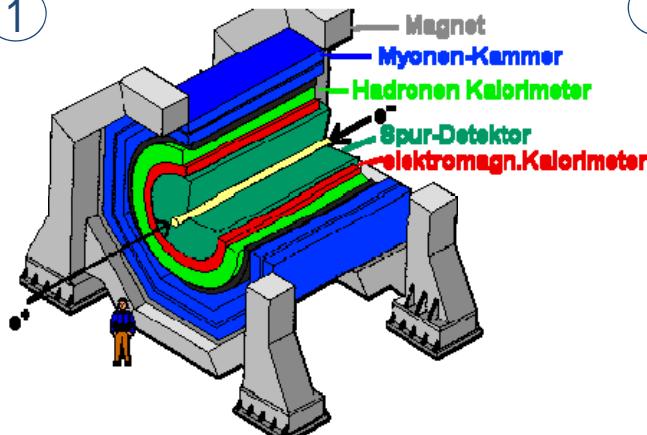
- Durchgeführt von Nachwuchswissenschaftlern
- ~ 100 Teilchenphysik-Masterclasses im Jahr
- Einführungsvorträge
- Eigene Messungen mit Daten der LHC-Detektoren ATLAS, CMS oder ALICE
- Auch als Lehrerfortbildung



Masterclass mit ATLAS Daten (W Pfad)

<http://atlas.physicsmasterclasses.org/en/wpath.htm>

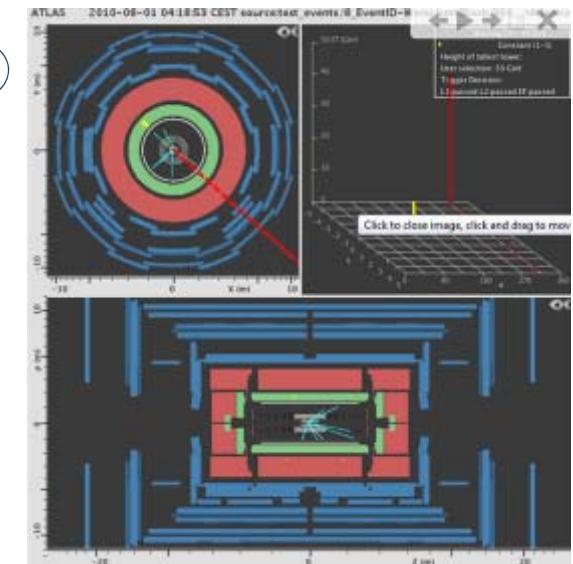
1



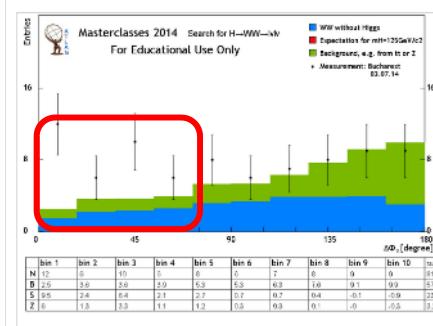
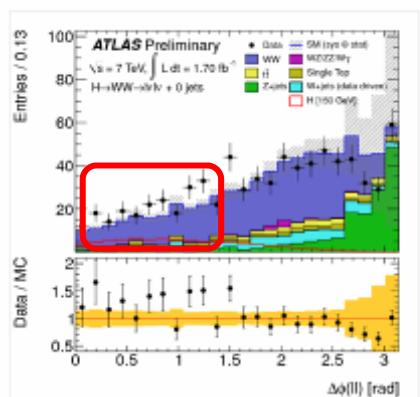
2



3



6



5



4

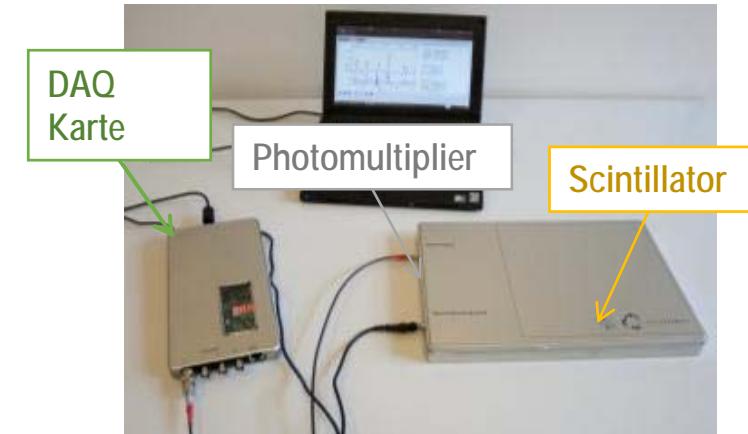
Region	Background	WW	WW + H	WW + Z	WW + tbar/t	WW + ttbar	WW + WW	WW + WW + H	WW + WW + Z	WW + WW + tbar/t	WW + WW + ttbar	WW + WW + WW
group A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
group T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Higgs Signal → Überschuss bei kleinen Winkeln

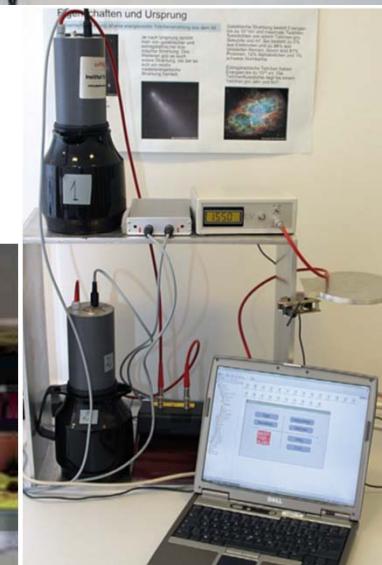
Zerfall von W-Bosonen → Struktur des Protons

Aktivitäten 2: Astroteilchen-Projekte

- ▶ Scintillator Experiment
- ▶ „Kamiokanne“
 - Zur Ausleihe nach vorheriger Fortbildung
 - Geeignet für kleinere Gruppen in allen Programmstufen
 - Messungen (Winkel, Lebensdauer, Abschirmung)



- ▶ Nebelkammer-Sets
- ▶ Web Experimente (Auger Daten)



Aktivitäten 3: CERN-Workshops und Projektwochen

► Schüler

- 60 S. in zwei Workshops pro Jahr (3 Tage)
- Bis zu 10 S. in Projektwochen (2 Wochen)
 - Mit eigenen, selbst vorgeschlagenen Projekten
 - Oft fortgeführt als Facharbeit, Besondere Lernleistung etc.
 - Hohes Niveau, regelmäßige Auszeichnungen

► Lehrkräfte

- 60 L. in zwei Workshops pro Jahr (5 Tage)
- Große Motivation für eigene Aktivitäten
- Sehr effektive Fortbildung



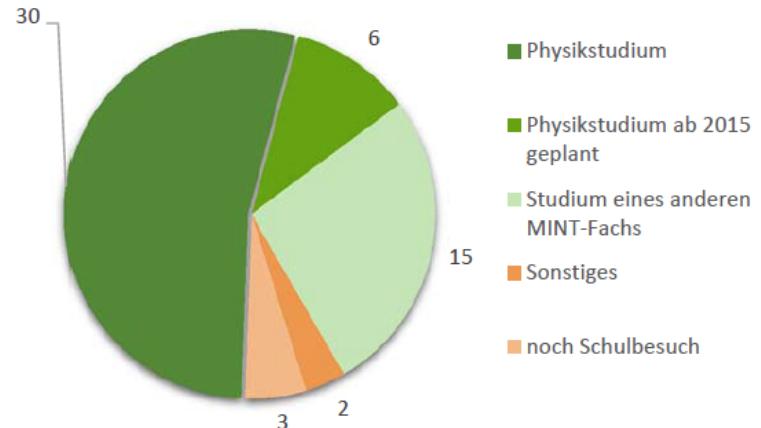


Alumni-Einschätzungen

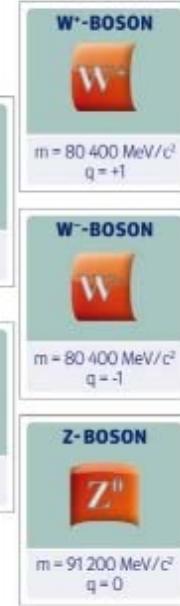
- ▶ Durchweg begeisterte Rückmeldungen
- ▶ Einfluss auf Studienwahl

„Das NTW hat mir sehr bei meiner Entscheidung Physik zu studieren geholfen. Durch den CERN-Workshop und das Alumnitreffen habe ich erfahren, wie spannend Physik auch außerhalb der Schule sein kann.“

Wie ist Deine derzeitige Ausbildungssituation?



AUSTAUSCHTEILCHEN



Aktivitäten 4: Materialentwicklung

Teilchensteckbriefe

- ▶ 2 Varianten
- ▶ Gelegenheit zu eigenen Aktivitäten
- ▶ Ordnen, diskutieren, vertraut werden



Aktivitäten 4: Materialentwicklung

Materialsammlung

- ▶ Broschüre, 72 S.
- ▶ Hintergrundinformationen und Arbeitsblätter zu

- Methoden
- Anwendungen
- Kosmologie
-

- ▶ Erhältlich als...
 - Gedruckte Version
 - Download als pdf

www.teilchenwelt.de/material

<http://ippog.web.cern.ch/resources/types/brochure-flyer-leaflet>



The image shows two pages of an 'ARBEITSBLATT' for the ATLAS-DETEKTOR. The left page is titled 'DER ATLAS-DETEKTOR ARBEITSBLATT 3: ZUSAMMENFASSUNG' and contains four sections: 1a. Halbleiter-Spurdetektor, 1b. Übergangsstrahlungsdetektor, 2a. Elektromagnetisches Kalorimeter, and 2b. Hadronisches Kalorimeter. Each section includes fields for 'Nachgewiesene Teilchen', 'Physikalische Größe(n)', and 'Beschreibung des Prozesses'. The right page is titled 'DER TEILCHENPHYSIK' and contains a detailed description of PET therapy. It explains that PET uses a radioactive isotope ^{18}F to track metabolic activity in tumors. It also describes how PET detectors detect annihilation photons and how signal processing leads to a reconstructed image. Two small brain scan images are shown at the bottom.

Aktivitäten 4: Materialentwicklung

LEIFI

www.leifiphysik.de/themenbereiche/teilchenphysik

- seit 9/2013 mit Joachim Herz Stiftung
- über 40 Seiten Texte u. Animationen

The 12 Bauteilchen lassen sich zunächst in drei Generation (oder auch: Familien, in der Tabelle rechts, die drei Spalten) einteilen. Die drei Generationen beinhalten jeweils sehr ähnliche Teilchen, lediglich die Masse der Teilchen ändert sich zwischen den Generationen erheblich.

Am gutausgestattet sind die Mitglieder der 1. Generation in der 1. Spalte, denn sie sind die Grundbausteine der Materie, mit der man gewöhnlich in Berührung kommt: Für den Aufbau der Nukleonen und somit des Atomkerns dienen die Quarks u und d. Von den Leptonen gehört zur 1. Generation das Elektron e, das die Hülle eines Atoms aufbaut, sowie das nahezu masselose Elektron-Neutrino ν_e , das von den 8-Zerfallen her bekannt ist und in großer Zahl von der Sonne zur Erde gelangt.

Die Mitglieder der 2. und 3. Generation in der 2. und 3. Spalte nur unter extremen Bedingungen auf, wie sie z.B. in Teilchenbeschleunigern oder in den oberen Schichten unseres Planeten vorkommen, wo sie durch die Energie des Stoßes aus dem unteren Teil unserer Atmosphäre mit. Die Mitglieder der 3. Generation besitzen im Vergleich zu ihren Verwandten eine sehr große Masse und können daher nur in Teilchenbeschleunigern nachgewiesen werden, denn man benötigt sehr hohe Energien um diese Teilchen zu erzeugen.

Man kann die 12 Teilchen aber auch nach ihrer Ladung in verschiedene Gruppen einteilen (in der Tabelle rechts die drei Zellen), wodurch ein erstaunlich übersichtliches Schema entsteht. Je höher die Teilchen in der Tabelle stehen, desto mehr unterschiedliche Ladungen besitzen sie:

Die elektrisch neutralen Leptonen in der untersten Zeile tragen lediglich eine schwache Ladung. Somit werden sie "nur" von der schwachen Wechselwirkung beeinflusst und tauschen "nur" die Potentiale W^+ , W^- und Z^0 aus.

Die elektrisch geladenen Leptonen in der mittleren Zeile tragen zusätzlich eine elektrische Ladung. Somit werden sie auch von der elektromagnetischen Wechselwirkung beeinflusst und tauschen neben W^+ , W^- und Z^0 auch Photonen als Botenteilchen aus.

Die Quarks in der obersten Zeile schließlich tragen noch eine starke Ladung. Sie werden also zusätzlich von der starken Wechselwirkung beeinflusst und tauschen somit außer Photonen und W^+ , W^- und Z^0 Gluonen als Botenteilchen aus.

Das gleiche Bild ergibt sich für die jeweiligen Antiteilchen, hier sind lediglich alle Ladungen umgekehrt, statt einer elektrischen Ladung von $+ \frac{1}{3}$ trägt das

Photon - das Botenteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung

Das Botenteilchen der elektromagnetischen Wechselwirkung ist das Photon.

Die folgende Animation soll die elektromagnetische Wechselwirkung zwischen zwei geladenen Elementarteilchen durch den Austausch von Photonen darstellen.

PHYSIK

Starke Ladung (Farbleitung)

Bei sterke Ladung (Farbleitung) eines Elementarteilchens bzw. eines Teilchensystems bestimmt, ob es der weichen Wechselwirkung unterliegt.

Es gibt vier verschiedene Farbleitungen: rot, grün, blau, weiß (grün positiv, blau negativ, rot negativ). Für die Farbleitung der physikalischen Größe "Farbleitung" gilt es, dass es vier verschiedene Möglichkeiten, die rote Darstellung durch Farben und die weiße Darstellung, die wir hier beide alternativ anwenden. Im Augenblick setzt die rote Farbleitung ein.

Die 8 Gluonen tragen jeweils verschiedene Kombinationen aus Farbleitungen.

Alle anderen Elementarteilchen tragen keine starke Ladung und antworten somit nicht der starken Wechselwirkung.

Aktivitäten 4: Materialentwicklung

Unterrichtsmaterial

- mit Joachim Herz Stiftung bis 6/2015
- Texte und insb. Aufgaben/Aktivitäten
- enge Kooperation mit Lehrkräften (NTW Alumni)
- 2 Workshops in Dresden und CERN

The screenshot shows a form for a CERN workshop submission. The form includes fields for author, email, story type, difficulty level, theme, and teaching material reference. Below the form is a section titled 'Auflösung' (Solution) which contains text and a diagram illustrating the interaction between the LHC and the Moon.

Verfasser: CERN Workshop Apr 2014 AG3
Email (optional): _____

Story-Gattung:
 lustig
 wissenschaftlich
 ohne Vorkenntnisse
 mit Vorkenntnissen
.....

Schwierigkeitsgrad:
 leicht
 mittel
 schwer

Thema:
 Beschleuniger
 Detektor
 Teilchenstrahl
.....

(evtl.) Lehrwerkbezug:
Lehrwerk: _____
Kapitel: _____

Auflösung
Durch die Gravitationswirkung auf die Gelege verschiebt sich der LHC mit der Mondphase um ca. 25cm, der Ring wird ca. 1mm länger. Die Gravitationswirkung auf den Teilchenstrahl ist vernachlässigbar klein. Daher muss der Strahl abhängig von der Mondphase nachjustiert werden. Der verantwortliche Operateur ist eingespannt. Das Notstromsystem schüttet den Strahl aus dem LHC in den **Dump**.

Stories
Vollmond - Strahl auf Abwegen
Der Protonen-Strahl verlässt den LHC und wird in den sogenannten **Dump** (Strahlabsorber) geleitet.

Interaktive Angebote des Netzwerks

- ▶ Forum: www.teilchenwelt.de/forum
- ▶ Newsletter: www.teilchenwelt.de/newsletter
- ▶ Facebook: www.facebook.com/teilchenwelt
- ▶ Mehr Informationen unter www.teilchenwelt.de und info@teilchenwelt.de





Projektteam



- ▶ TU Dresden: Leitung und Koordination
- ▶ DESY in Zeuthen: Teilprojekt Astroteilchenphysik
- ▶ CERN: Workshops und Projektwochen



Zusammenfassend: Win⁴ Situation für alle Beteiligten

► Jugendliche

- Faszination Forschung über eigene Messungen
- Kontakte zu Unis und Forschern
- bundesweite Kontakte untereinander (facebook, Alumni)
- Festigung Studienentscheidung



► Lehrkräfte

- eigene Weiterbildung
- Austausch mit Kolleg/inn/en und Forschern
- Anregungen und Materialien für den eigenen Unterricht





Win⁴ Situation für alle Beteiligten

- ▶ Vermittelnde Doktorand/inn/en
 - Erkennen gesellschaftl. Relevanz ihrer Arbeit
 - Soft skills: Wissenschaftskommunikation, Didaktik
 - Fortbildung Vermittler-Workshop
 - Blick über den Tellerrand (Teilchen – Astro, Theorie – Experiment)

- ▶ Standorte
 - Tragen eigene Forschung in Schulen und Öffentlichkeit
 - langfristige Kontakte mit den besten zukünftigen Studierenden
 - Unterstützung bei Organisation, Material und ggfls Personal





Noch mehr Masterclasses...

Netzwerk Teilchenwelt

- Lokale Masterclasses in D
- ca. 100 Masterclasses / Jahr
- Forscher gehen in die Schulen
- Mehrstufiges Vertiefungsprogramm

International Masterclasses

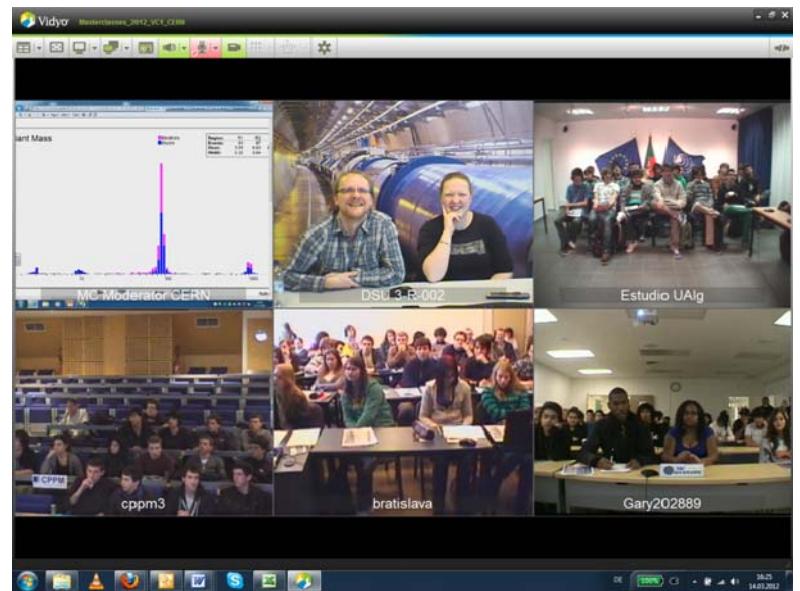
- weltweit
- Forschungsinstitut lädt Schüler ein
- Einmal im Jahr, 4 Wochen lang
- 25.2. – 2.4.2015
- Videokonferenz mit CERN



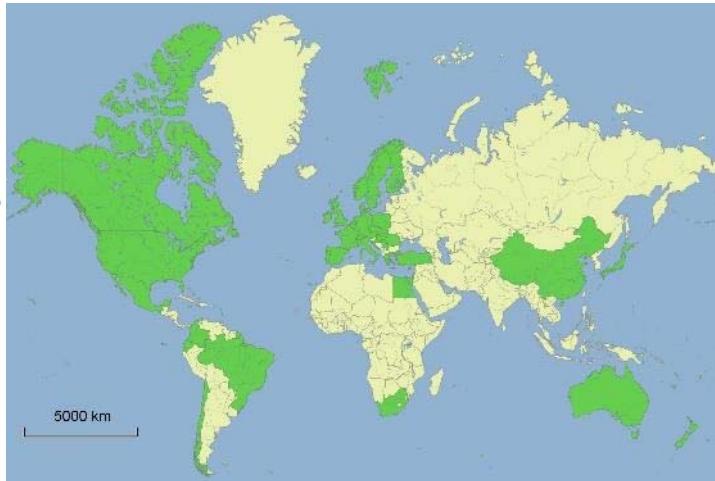


International Masterclasses

- ▶ 200 Universitäten und Forschungsinstitute
- ▶ 41 Länder
- ▶ Abschluss: Videokonferenz mit 5 Schülergruppen + CERN
 - Auf Englisch
- ▶ Schüler = internationale Kollaboration
 - Gleiche Messung, andere Daten
 - Kombination führt zu besseren Ergebnissen
 - Direkter Kontakt zum CERN



International Masterclasses 2014



Coord.: QuarkNet / TU Dresden



- 39 institutes
- 41 Masterclasses
 - 25 CMS
 - 16 ATLAS
- 19 video conf. with Fermilab



- 160 institutes
- 200 Masterclasses
 - 119 ATLAS
 - 46 CMS
 - 21 LHCb
 - 14 ALICE
- 48 video conf. with CERN



International Masterclasses

- ▶ 19 Institute in D beteiligt
- ▶ Mehr Infos unter www.physicsmasterclasses.org



ORIGINALSCHAUPLATZ



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Noch Fragen?

SCHIRMHERRSCHAFT



PROJEKTLITUNG



GEFÖRDERT VOM



27.11.2014