



MINT EC Schulleitertagung

Hannover, 28./29.11.2014

Teilchenphysik für Lehrkräfte und Schüler



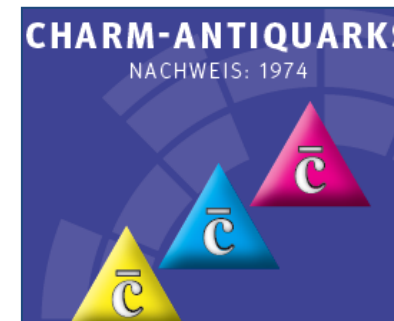
1. Unser Konzept



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

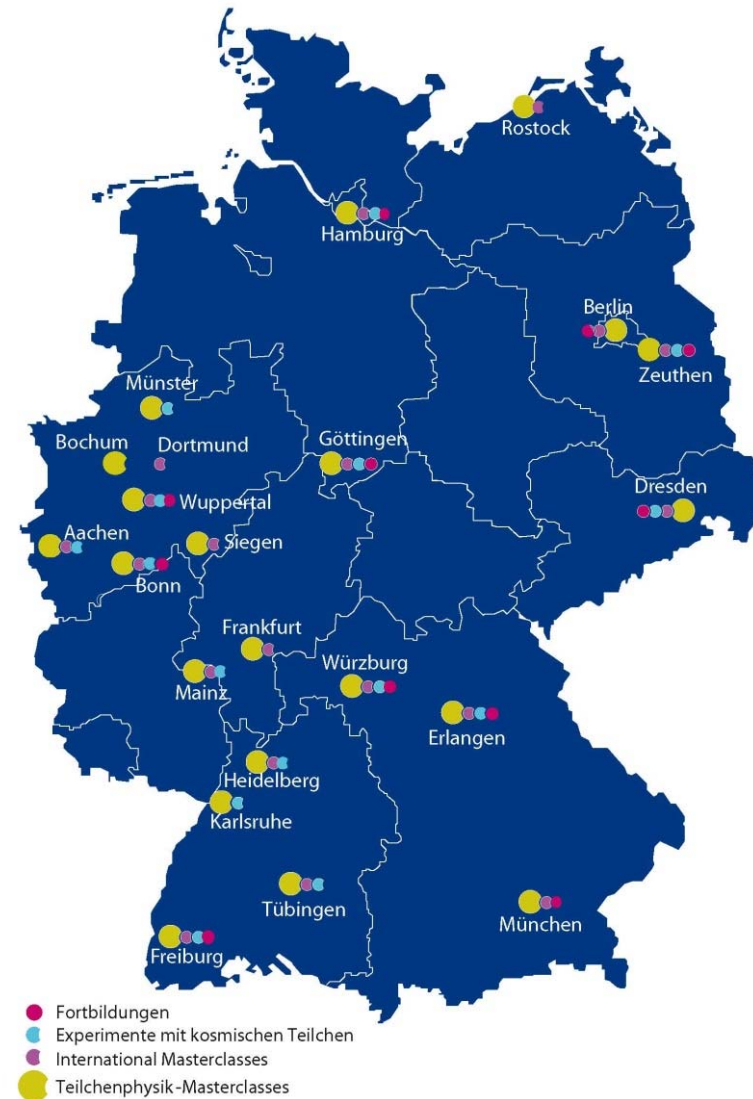
- Mehrstufiges Angebot für Jugendliche + Lehrkräfte
- Zentrale Elemente:
 - Lokale Projekte
 - Vor-Ort-Erfahrung am CERN
 - Materialentwicklung
- Projektziele:
 - Faszination Teilchenphysik erleben
 - Wissenschaft kommunizieren
 - Forschung vor Ort und im Unterricht
 - Wertschätzung von Erkenntnisgewinn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



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

1

BASIS-
PROGRAMM



Teilnahme

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



Teilchenphysik vermitteln

2

QUALIFIZIERUNGS-
PROGRAMM



Mitarbeit - Teilchenwelt-BotschafterIn

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



Teilchenphysik erforschen

3

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



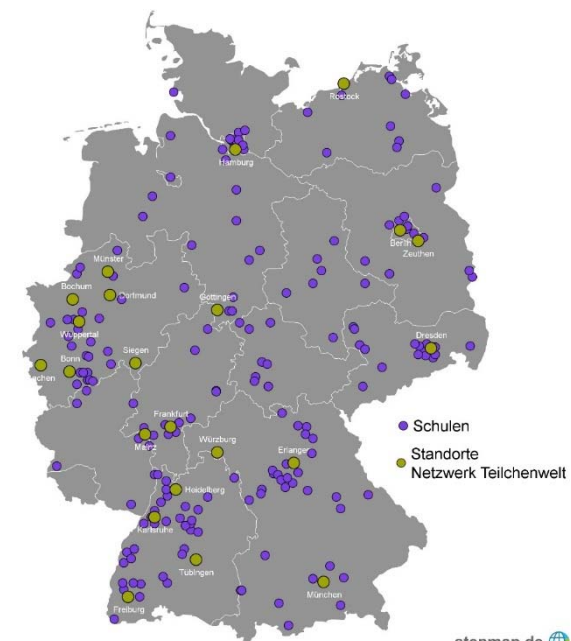
Netzwerk Teilchenwelt: Das Konzept



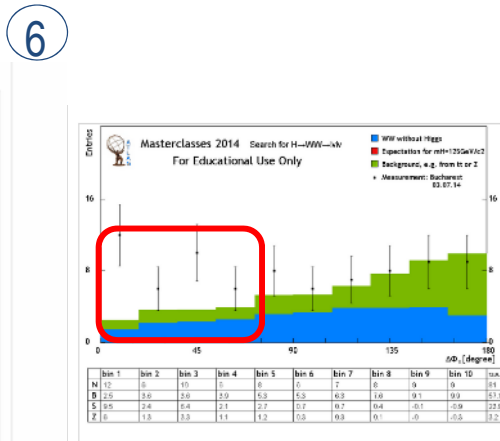
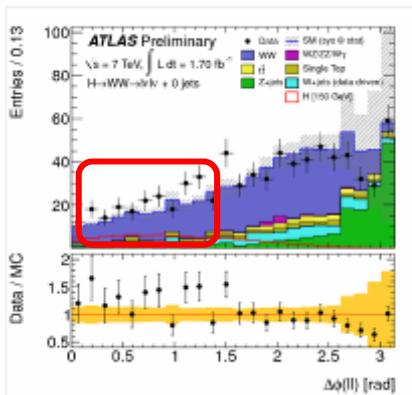
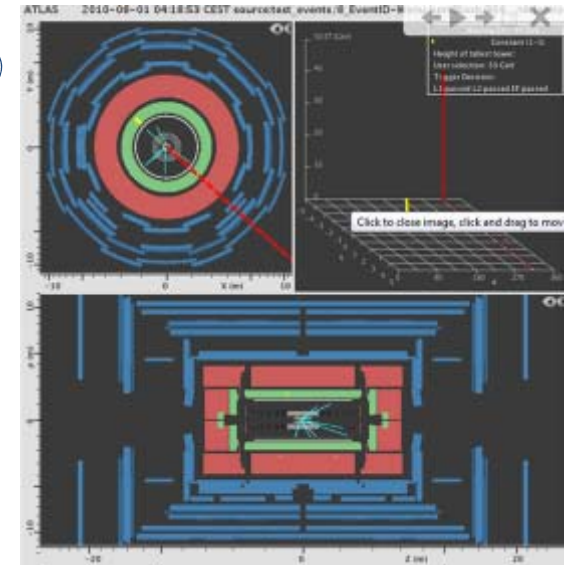
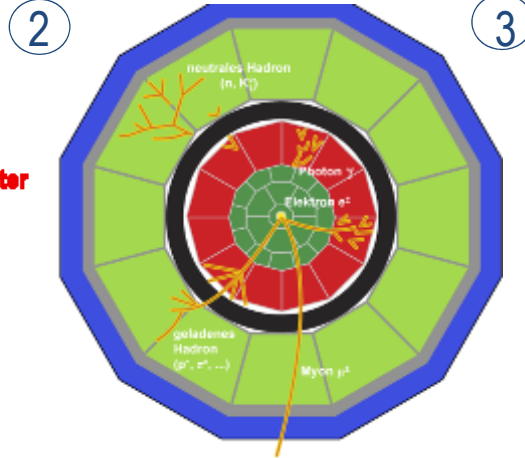
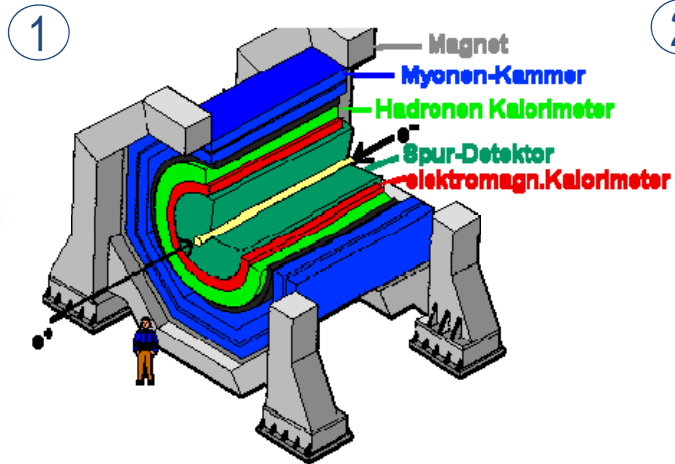
Aktivitäten 1: Teilchenwelt-Masterclasses

► 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



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



4

Klausur

Klausur

Name:

Datum: 09.07.2013



Teil A

100

Teil A	Werte				Berechnung	WFO	Werte				Berechnung	Werte				Berechnung	Werte				Berechnung
	W1	W2	W3	W4			W5	W6	W7	W8		W9	W10	W11	W12		W13	W14	W15	W16	
group-A	0	0	1	0	30	0	0	121	0	0	0	121									
group-B	0	0	2	0	30	0	0	121	0	0	0	34	0	161	0	30					
group-C	1	0	0	0	30	2	0	34	0	0	0	161									
group-D	2	0	0	0	30	4	0	34	0	0	0	161	0	1	0	121					
group-E	0	0	1	0	30	0	0	121	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	161		
group-F	0	0	0	1	30	0	0	34	0	0	0	161	0	0	0	0	0	0	161		
group-G	0	1	0	0	30	0	0	121	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	161		
group-H	0	0	0	1	30	0	0	34	0	0	0	161	0	0	0	0	0	0	161		
group-I	0	0	0	0	30	0	0	34	0	0	0	161	0	0	0	0	0	0	161		
group-J	0	0	0	0	30	0	0	121	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	161		
group-K	0	0	0	0	30	0	0	34	0	0	0	161	0	0	0	0	0	0	161		
group-L	0	0	0	0	30	0	0	121	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	161		
group-M	0	0	0	0	30	0	0	34	0	0	0	161	0	0	0	0	0	0	161		
group-N	0	0	0	0	30	0	0	121	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	161		
group-O																					
group-P																					
group-Q																					
group-R																					
group-S																					
group-T																					

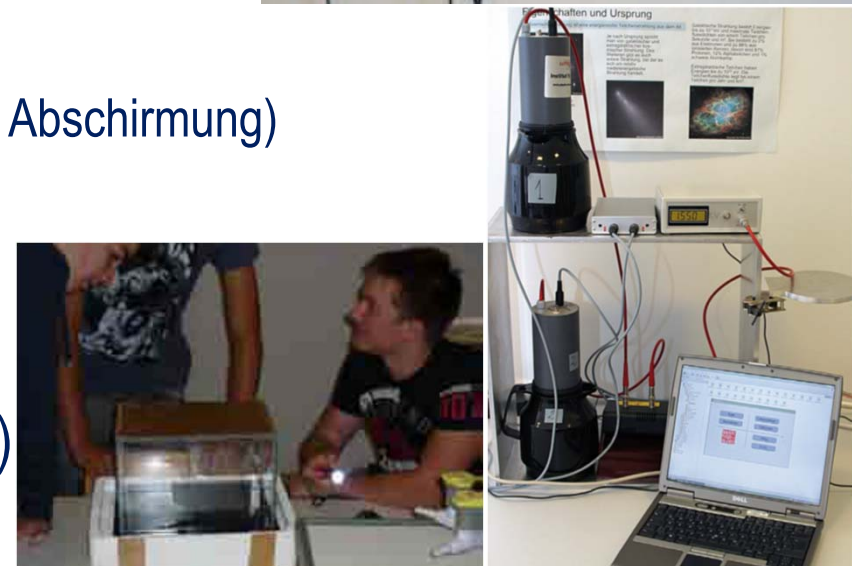
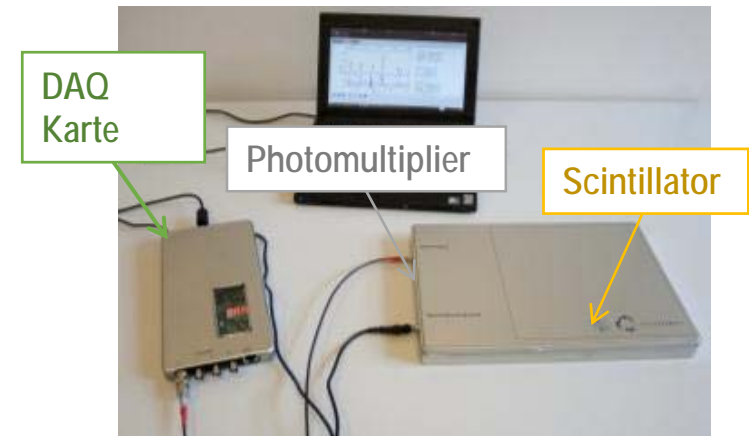
100	01	02	03	04	05	06	07
000	001	002	003	004	005	006	007
000	001	002	003	004	005	006	007

Higgs Signal \rightarrow Überschuss bei kleinen Winkeln

Zerfall von W-Bosonen \rightarrow 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

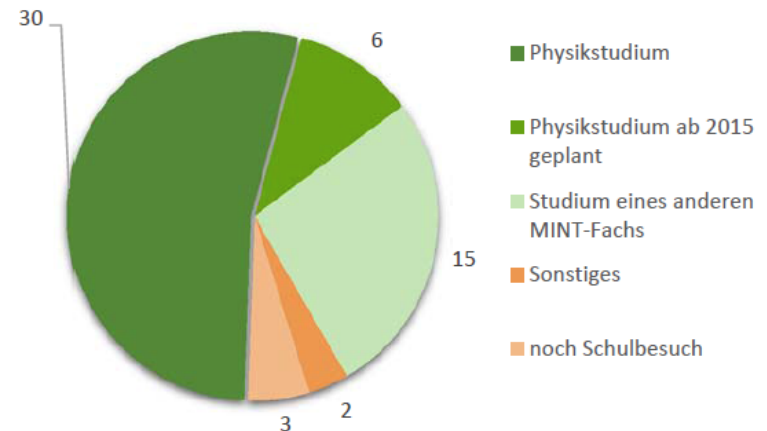


Alumni-Einschätzungen

- ▶ 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?



Aktivitäten 4: Materialentwicklung

Teilchensteckbriefe

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



AUSTAUSCHTEILCHEN

PHOTON $m = 0$ $q = 0$	W⁺-BOSON $m = 80\,400\text{ MeV}/c^2$ $q = +1$
GLUONEN $m = 0$ $q = 0$	W⁻-BOSON $m = 80\,400\text{ MeV}/c^2$ $q = -1$
	Z-BOSON $m = 91\,200\text{ MeV}/c^2$ $q = 0$

UP-ANTIQUARKS
NACHWEIS: 1969

ANTIMATERIE TEILCHEN

Masse: $2\text{ MeV}/c^2$
 Elektrische Ladung: $-2/3$
 Starke Ladung: antirot, antigrün, antiblau
 Schwache Ladung: $-1/2$
 Mittlere Lebensdauer: unbegrenzt

CHARM-ANTIQUARKS
NACHWEIS: 1974

ANTIMATERIE TEILCHEN

Masse: $1300\text{ MeV}/c^2$
 Elektrische Ladung: $-2/3$
 Starke Ladung: antirot, antigrün, antiblau
 Schwache Ladung: $-1/2$
 Mittlere Lebensdauer: 10^{-13} s

TOP-ANTIQUARKS
NACHWEIS: 1995

ANTIMATERIE TEILCHEN

Masse: $173\,000\text{ MeV}/c^2$
 Elektrische Ladung: $-2/3$
 Starke Ladung: antirot, antigrün, antiblau
 Schwache Ladung: $-1/2$
 Mittlere Lebensdauer: $6 \cdot 10^{-25}\text{ s}$

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>



Aktivitäten 4: Materialentwicklung

LEIFI

www.leifiphysik.de/themenbereiche/teilchenphysik

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



Grundwissen Versuche Aufgaben Ausblicke Geschichte Weiterführende Links

● Mehr anzeigen

Die 12 Bausteinteilchen 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 geläufigsten 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 β -Zerfällen her bekannt ist und auch in großer Zahl von der Sonne zur Erde gelangt.

Die Mitglieder der 2. und 3. Generation in der 2. und 3. Spalte treten nur unter extremen Bedingungen auf, wie sie z.B. in Teilchenbeschleunigern oder in den oberen Schichten unserer Atmosphäre herrschen, wo die kosmische Strahlung auf Teilchen in unserer Atmosphäre trifft. 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 Zeilen), 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 Botenteilchen 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 auch 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 $+\frac{2}{3}$ trägt das

1. Generation 2. Generation 3. Generation

u, d, s, b, c, t Quarks

e, μ, τ Elektrisch geladene Leptonen

ν_e, ν_μ, ν_τ Elektrisch neutrale Leptonen

Übersicht über die Bausteinteilchen der Materie

stark (Gluonen)
elektromagnetisch (Photon)
schwach (W^+, W^-, Z^0)

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 (Farbladung)

Die starke Ladung (Farbladung) eines Elementarteilchens bzw. eines Teilchensystems bestimmt, ob es der starken Wechselwirkung unterliegt.

Es gibt sechs verschiedene Farbladungen: rot, grün, blau, antirot (gegenüber rot), antigrün (gegenüber grün) und antiblau (gegenüber blau). Für die Darstellung der physikalischen Größe 'Farbladung' gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten: die reine Darstellung durch Farben und die weitere Darstellung, die vor her beide ebenfalls einleuchtend im Auge fällt: durch die 'Lichtwellenlänge'.

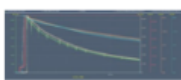
Die 6 Quarks tragen jeweils verschiedene Kombinationen aus 3 Farbladungen.

Alle antireinen Elementarteilchen tragen keine starke Ladung und unterliegen 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](#)

Verfasser: CERN Workshop Apr 2014 AG3 Email (optional): _____		Story-Gattung: <input type="radio"/> lustig <input checked="" type="radio"/> wissenschaftlich <input type="radio"/> ohne Vorkenntnisse <input checked="" type="radio"/> mit Vorkenntnisse
Schwierigkeitsgrad: <input type="radio"/> leicht <input type="radio"/> mittel <input checked="" type="radio"/> schwer	Thema: <input type="radio"/> Beschleuniger <input type="radio"/> Detektor <input checked="" type="radio"/> Teilchenstrahl <input type="radio"/>	(evtl.) Lehrwerkbezug: Lehrwerk: _____ Kapitel: _____
Auflösung Durch die Gezeitenwirkung auf die Gehäuse verschiebt sich der LHC mit der Mondphase um ca. 25cm, der Ring wird ca. 1mm länger. Die Gezeitenwirkung auf den Teilchenstrahl ist vernachlässigbar klein. Daher muss der Strahl abhängig von der Mondphase nachjustiert werden. Der verantwortliche Operateur ist eingeschlafen. Das Notsystem schickt 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

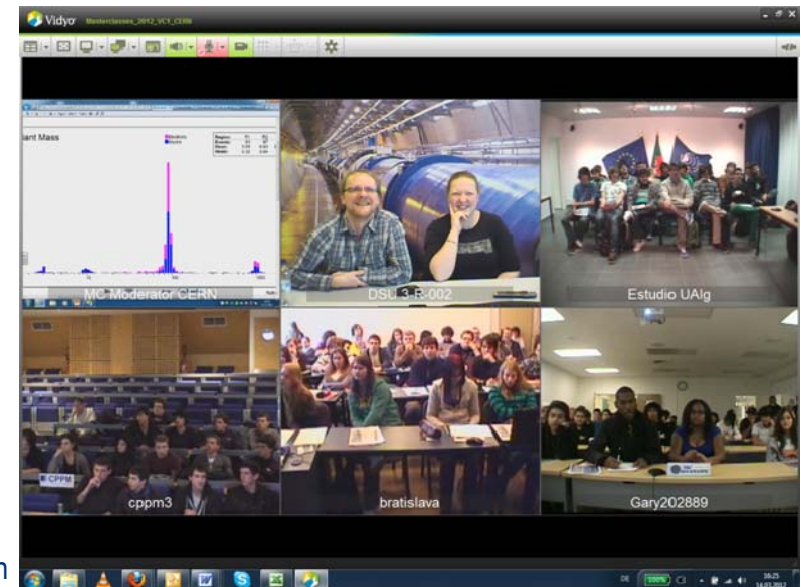
International Masterclasses

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

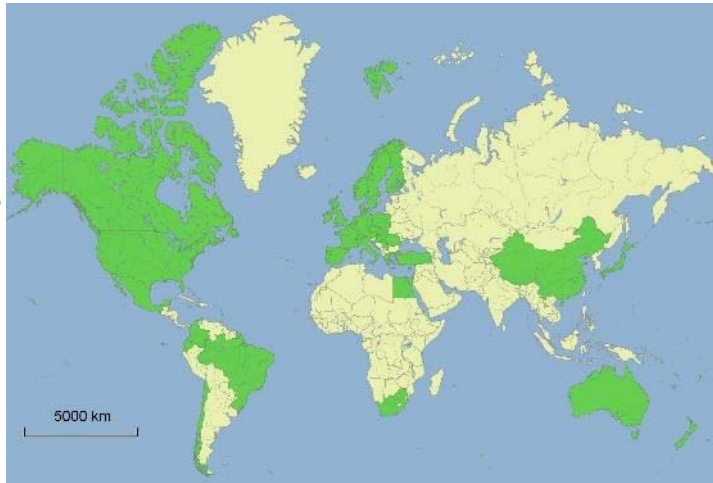


International Masterclasses

- ▶ 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

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Noch Fragen?

ORIGINALSCHAUPLATZ



SCHIRMHERRSCHAFT



PROJEKTLEITUNG



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

JOACHIM
HERZ

STIFTUNG



NETZWERK
TEILCHENWELT

27.11.2014