



Netzwerk Teilchenwelt

Astroteilchen-/Teilchenphysik sowie Hadronen- und
Kernphysik
für Jugendliche und Lehrkräfte

Niklas Herff (TU Dresden & CERN) für das Netzwerk Teilchenwelt (NTW)



Übersicht

- ▶ Was ist das Netzwerk Teilchenwelt?
- ▶ Aktivitäten für Jugendliche
- ▶ Aktivitäten für Lehrkräfte
- ▶ Materialien
- ▶ Weitere Angebote



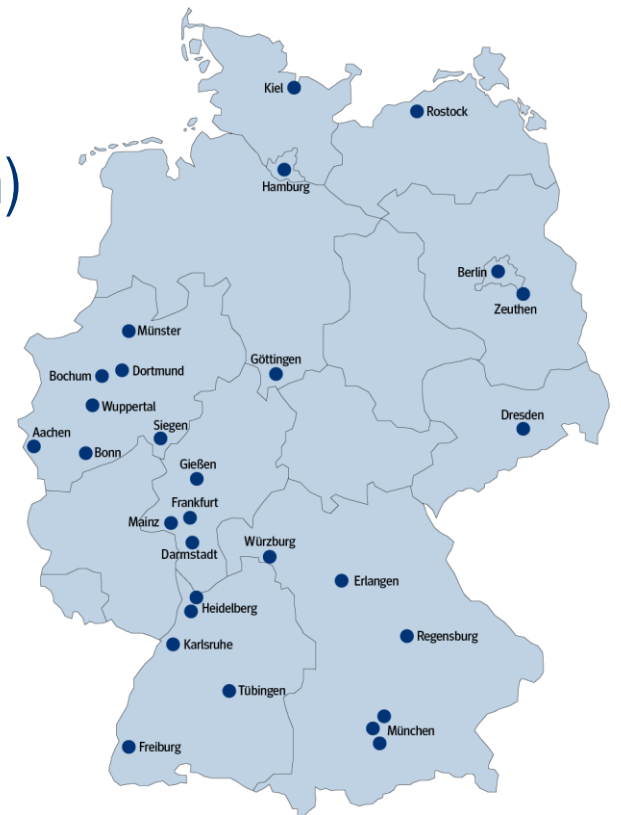
Übersicht

- ▶ **Was ist das Netzwerk Teilchenwelt?**
- ▶ Aktivitäten für Jugendliche
- ▶ Aktivitäten für Lehrkräfte
- ▶ Materialien
- ▶ Weitere Angebote

Netzwerk Teilchenwelt



- ▶ **30 Standorte** (Unis / MPIs / KIT / DESY / ...) + CERN
- ▶ ~ 150 Vermittler:innen (engagierte junge Wissenschaftler:innen)
- ▶ ~ 4.000 Jugendliche und Lehrkräfte nehmen pro Jahr an unseren Veranstaltungen teil
- ▶ Seit 2010 Teilchen- und Astroteilchenphysik, seit 2020 auch Hadronen und Kerne
- ▶ Gemeinsames Ziel: Forschung erleben!





Übersicht

- ▶ Was ist das Netzwerk Teilchenwelt?
- ▶ **Aktivitäten für Jugendliche**
- ▶ Aktivitäten für Lehrkräfte
- ▶ Materialien
- ▶ Weitere Angebote

Stufenprogramm für Jugendliche



Masterclasses in Schulen, Museen



Eigenes Engagement, Detektor-Projekte



4-tg. Workshops CERN u. Mainz



Forschungsprojekte

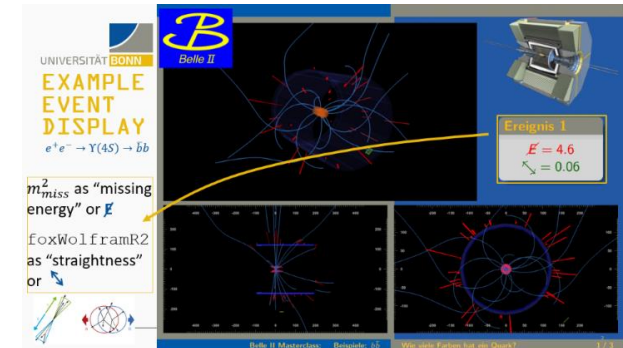
Anzahl Jugendliche/Jahr



Aktivitäten für Jugendliche

Basisprogramm: Masterclasses

- ▶ Eintägig, an Schulen, Unis, Schülerlaboren, Museen etc.
- ▶ Analyse von Originaldaten
 - Teilchenphysik (LHC, Belle II)
 - Astroteilchenphysik (IceCube, Pierre-Auger-Observatorium)
 - Kern- und Hadronenphysik (ALICE, Hadronentherapie, Streubretter)
- ▶ In Präsenz oder online als Masterclass@home
 - Anmeldung als ganze Klassen/Kurse oder einzeln (ab 15 Jahren)
- ▶ Standorte vermitteln jeweilige Experimente und Forschungsaktivitäten an Jugendliche
- ▶ > 160 Masterclasses in 2019



Aktivitäten für Jugendliche – Beispiel Masterclass

09:00	→ 09:30	Begrüßung	
09:30	→ 10:00	Einführung in die Teilchenphysik - Teil 1	
10:00	→ 10:45	Arbeitsblatt R-Wert	
10:45	→ 11:00	Pause	🕒 15m
11:00	→ 11:30	Einführung in die Teilchenphysik - Teil 2	
11:30	→ 12:30	Der Belle II-Detektor	
	11:30	Der Belle II-Detektor	🕒 45m
	12:15	Virtueller Rundgang durch den Belle II-Detektor	🕒 15m
12:30	→ 13:15	Mittagspause	🕒 45m
13:15	→ 14:45	Datenanalyse	
	13:15	Einführung in die Datenanalyse	🕒 20m
	13:35	Datenanalyse	🕒 55m
	14:30	Diskussion der Ergebnisse	🕒 15m
14:45	→ 15:00	Pause	🕒 15m
15:00	→ 16:00	Liveschaltung zum Forschungszentrum in Japan	
16:00	→ 16:20	Feedback und Ende der Veranstaltung	

Weitere Astroteilchen-Angebote

- ▶ Detektoren für Jugendliche
 - Szintillations-Detektoren (CosMO)
 - Cherenkov-Detektoren (Kamiokannen)
- ▶ Nebelkammer-Sets
 - Material für 10 Nebelkammern (Klassensatz)
 - Anleitung
- ▶ Cosmic@Web mit Daten von 9 Experimenten
 - Grundlagenwissen, Experimentbeschreibung, Bedienungsanleitung, Glossar, Literaturhinweise
 - ausführliche Analysen, Datenfilter
- ▶ Jährlicher International Cosmic Day
 - Weltweite Beteiligung, über 70 Standorte



PHYSIK.BEGREIFEN
Schülerlabor in Zeuthen

Home / Angebote / Kosmische Teilchen / Cosmic@Web

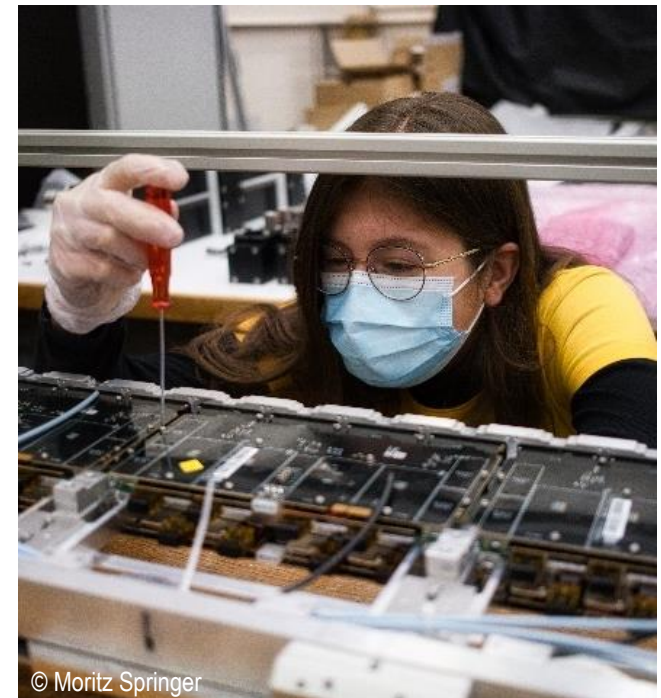
COSMIC@WEB
Das Webinterface von physik.begreifen in Zeuthen

WISSEN
ANLEITUNGEN
DATEN

Sowohl in der Wissenschaft als auch an Schulen ist es nicht immer möglich, das Experiment, n möchte, vor Ort zu haben. Vor allem bei Großexperimenten in der Astroteilchenphysik spielen ve z.B. Platzbedarf, jährliche Werbebedingungen oder der Einfluss von Stauwerk, eine entscheidende Standortwahl. Oft liegen dadurch mehrere Stunden Flug- und Reisezeit zwischen Büro und For nicht immer notwendig, seinen Arbeitsplatz neben dem Experiment zu haben. Für die Detektur kosmischen Teilchen sind insbesondere Langzeitmessungen vonnöten, um eine geeignete St: signifikante Aussagen ableiten zu können. Die gemessenen Daten werden daher über das Inte ermöglichen eine Analyse standortunabhängig.

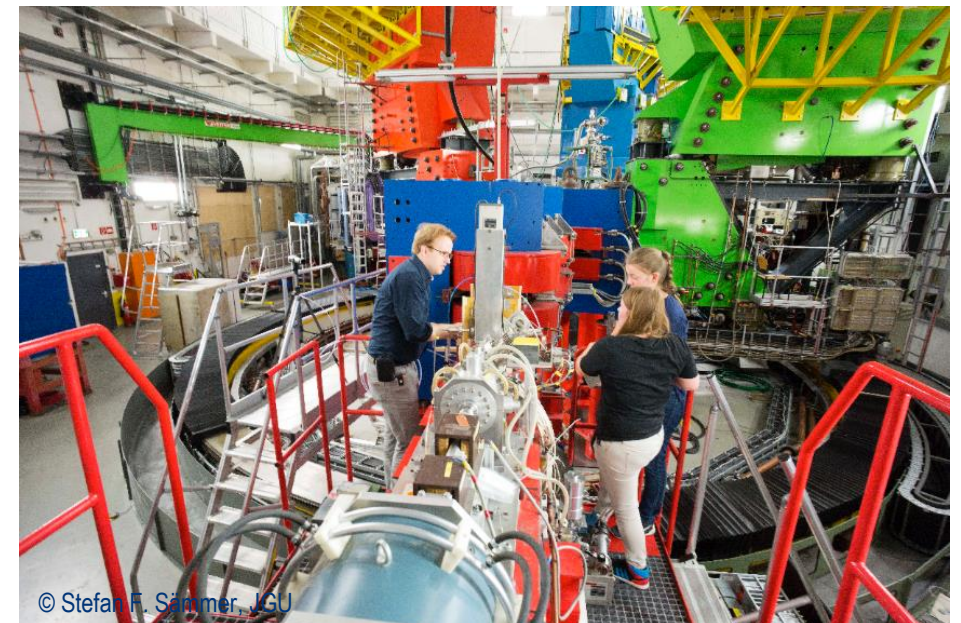
Vertiefungsprogramme am CERN

- ▶ 60 Jugendliche pro Jahr bei CERN-Workshops (4 Tage)
 - Führungen, Vorträge, Treffen mit Forschenden
- ▶ COVID-Variante: CERN-Workshop@home
 - online-Führungen, Fachvorträgen, Q&A, Escape-Game
- ▶ 10 Jugendliche pro Jahr zu CERN-Projektwochen (2 Wochen)
 - Arbeit am eigenen Forschungsprojekt
 - Für Besondere Lernleistung, 5. Prüfungskomponente, Jugend-forscht, o.ä.
 - Vor- und Nachbereitung am Standort
 - Besondere Führungen



Vertiefungsprogramm Knotenpunkt Mainz

- ▶ Teilchenphysik-Akademie
- ▶ 12-20 Jugendlichen pro Jahr
- ▶ 5-10 Tage
- ▶ Vorlesungen und Besichtigungen
 - Nature of Science
- ▶ Experimente in Kleingruppen
 - Flüssigszintillatoren
 - Gasbasierte Detektoren
 - Datenanalyse und Simulation
- ▶ Präsentation der Ergebnisse



© Stefan F. Sämmer, JGU

Stufenprogramm für Jugendliche



Masterclasses in Schulen, Museen



Eigenes Engagement, Detektor-Projekte

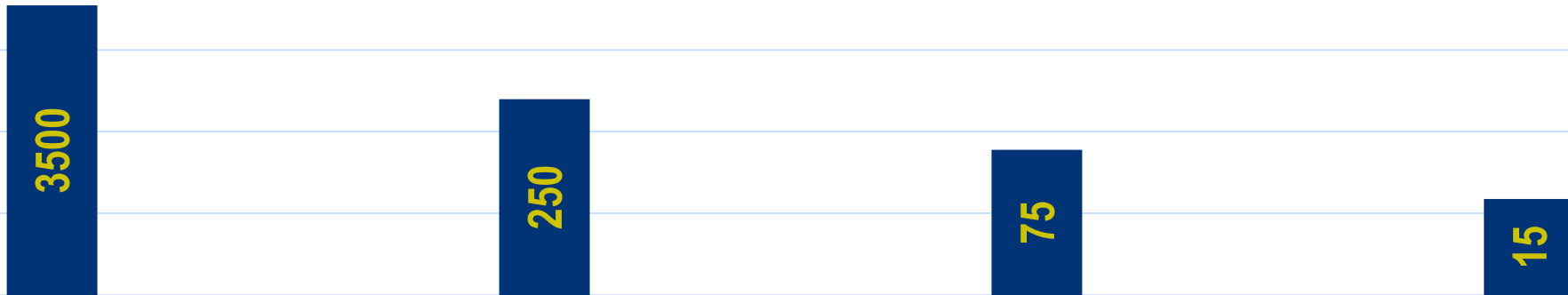


4-tg. Workshops CERN u. Mainz



Forschungsprojekte

Anzahl Jugendliche/Jahr



~ 40 % Mädchen

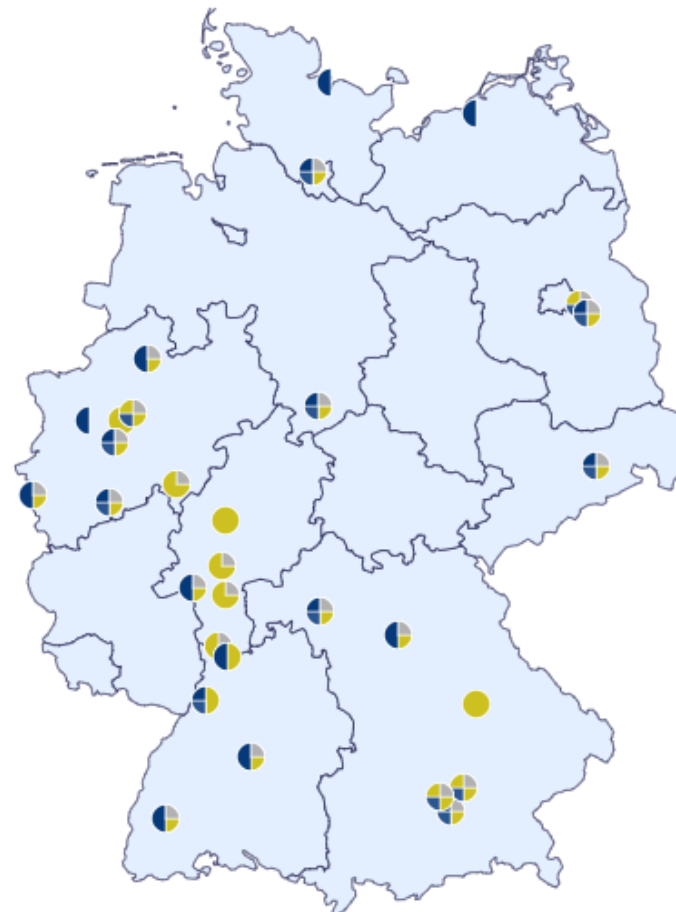
Und danach...?

- ▶ **Fellows:** junge Physik-Studierende, z.T. noch Schüler:innen
 - Alumni von CERN-Workshop und Teilchenphysik-Akademie
 - bereits Forschungserfahrungen gesammelt durch Netzwerk Teilchenwelt
- ▶ **Vermittler:innen** im Netzwerk Teilchenwelt
 - ~ 150 Promovierende und Masterstudierende
 - Durchführung Masterclasses, Betreuung Schülerforschungsarbeiten







Verschiedene Angebote der Standorte

Standorte: Im Netzwerk aktive Institute



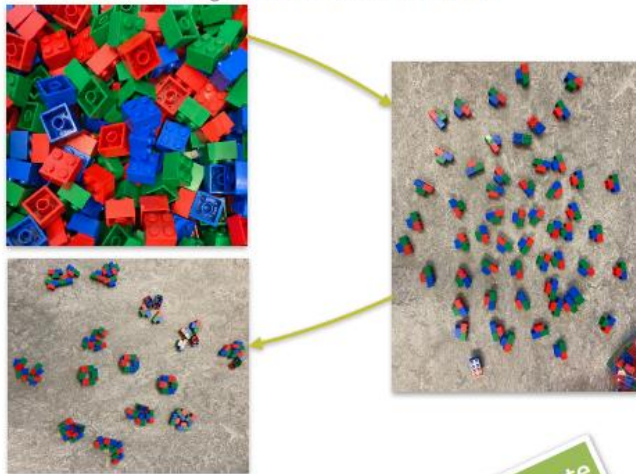
Kategorien

-  Astroteilchen-Angebote
-  Teilchenphysik-Angebote
-  International Masterclasses
-  Fortbildung
Lehrkräfte/Projektleiter

Angebote für U15

- ▶ CERN@home – Nachmittag für Zielgruppe 14 - 17 Jahre
- ▶ Aktivitäten am Knotenpunkt Münster
 - Lego-Projekte
 - Kernphysik-Workshops mit Nebelkammern

Primordiale Nukleosynthese: Vom QGP zum n/p Verhältnis und heutigem H/He Massenverhältnis



Baue Dir Dein Universum
STEIN FÜR STEIN

- 1. Viel weniger als 0,1 Sekunden alt...**
Quarks
Die Urmaterie ist eine sehr heiße und sehr dichte Suppe verschiedener Teilchen, darunter Elektronen und fertige Quarks.
- 2. Weniger als 1 Sekunde alt...**
Neutronen
Zwei Up-Quarks und ein Down-Quark bilden ein Proton. Zwei Down-Quarks und ein Up-Quark bilden ein Neutron.
Die fertigen Quarks bilden Cluster (protonen, ein Neutron) und Neutronen aus einem Up- und einem Down-Quark.
- 3. Eine Minute alt...**
Protonen (Wasserstoffkern) und Neutronen (Heliumkern) verbinden sich zu Atomkernen neuer chemischer Elemente, verschiedenen Kernen des Wasserstoff und Helium.
- 4. 380.000 Jahre alt...**
Wasserstoffatom und Heliumatom
Die Urmaterie ist soweit abgekühlt, dass die positiven Wasserstoff- und Heliumkerne negative Elektronen anlocken und stabile elektrisch neutrale Atome bilden können.
- 5. 100 Millionen Jahre alt...**
Große Gaswolken ziehen Wasserstoff und Helium werden so dicht, dass die Atome langsam zusammen und bilden Energie freisetzen, um sich von der Materie zu lösen.
Die Urmaterie ist soweit abgekühlt, dass die positiven Wasserstoff- und Heliumkerne negative Elektronen anlocken und stabile elektrisch neutrale Atome bilden können.
Die Urmaterie bildet sich aus. Materie ordnet sich zusammen.
Wir wissen nicht, wie das Universum aussieht. Es könnte sich immer weiter ausbreiten oder in einem Big Crunch zusammenfallen. Wie geht es in diesem Universum weiter?

Partners von: PARTICLE PHYSICS BACK BY BRICK, FELSCHENWELT, Quon Miry, WWU

Du bist zwischen
14 und 17 Jahren alt...

... und willst wissen
was am CERN so passiert?

Foto: CERN

CERN@home
Ein Nachmittag virtuell am CERN
Donnerstag, 29. April

JETZT ANMELDEN

Foto: CERN



Übersicht

- ▶ Was ist das Netzwerk Teilchenwelt?
- ▶ Aktivitäten für Jugendliche
- ▶ **Aktivitäten für Lehrkräfte**
- ▶ Materialien
- ▶ Weitere Angebote

Aktivitäten für Lehrkräfte



Fortbildung:
„Forschung trifft Schule“



Summer School
am CERN



Anzahl Lehrkräfte/Jahr

Lehrkräfte als Multiplikatoren

▶ Materialentwicklung

- Unterrichtsmaterial 4 Bände (25k gedruckt, 50k download)
- Portal LEIFIphysik: Kapitel zu Teilchenphysik
- Teilchensteckbriefe
- uvm

▶ Fortbildungen „Forschung trifft Schule“

- Allgemeine LFB (2 Tage): Einführung in die Teilchenphysik, 6 x p.a., auch online
- CERN Summer School: 6 Tage, 1 x p.a. (2021: online)



Ausstellung *Urknall unterwegs*

- ▶ Interaktive mobile Ausstellung zur Teilchenphysik, seit Mitte 2021 auf Tour



Urknall Unterwegs: Vortrag T 24.2

Chat-Aktion *I'm a scientist*

- ▶ Spannende Fragen zu Forschung, Arbeitsalltag und Berufsperspektiven



I'm a scientist: Vortrag T 24.3

Wie kann ich mich beteiligen?



Was bringt mir das?

- ▶ Material und Unterstützung durch Projektkoordination und Knotenpunkte
- ▶ Kontaktdatenbank (Schulen, Lehrkräfte, Jugendliche, Fellows)
- ▶ Zentraler Veranstaltungskalender von Welt der Physik
- ▶ Talentierter und motivierter Nachwuchs für die Forschungsgruppe
- ▶ Master und PhD Studierende: Soft Skill und Kommunikationstraining, gut für eigene Karriere
- ▶ Spaß 😊



Zusammenfassung

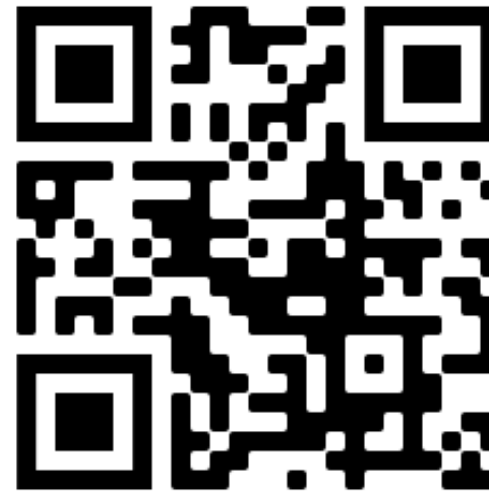
Was sollte ich mir merken...?

- ▶ Schüler:innen zu Masterclasses motivieren bzw. selbst initiieren
- ▶ Nach Fortbildungen für Lehrkräfte gucken und zum Newsletter anmelden
- ▶ Einen Blick in die Materialien werfen
- ▶ Alle Infos hier: www.teilchenwelt.de



www.teilchenwelt.de

mail@teilchenwelt.de



PROJEKTLEITUNG



PARTNER



SCHIRMHERRSCHAFT



FÖRDERER

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



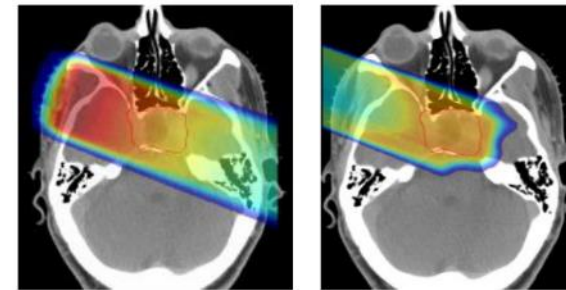
DR. HANS RIEGEL-STIFTUNG



Anhang

Breites Angebot an Masterclasses

- ▶ Vielzahl von Masterclasses verfügbar
 - Alle LHC-Experimente
 - ATLAS (2x), CMS, LHCb, ALICE (2x)
 - Belle II
 - Hadronentherapie
 - Pierre-Auger-Observatory
 - IceCube
- ▶ Standorte von Netzwerk Teilchenwelt fokussieren auf eigene Forschungsthemen



w = einzelne Masterclass

Detektoren für Jugendliche

- ▶ Szintillator-Experiment „CosMO“ und „Kamiokanne“-Experiment
 - Zur Ausleihe nach vorheriger Fortbildung
 - Geeignet für kleinere Gruppen in allen Programmstufen
 - Für Forschungswochen und Projektarbeiten
 - Verschiedene Messungen (Winkel, Lebensdauer, Abschirmung)



Nebelkammern

► Jedes Set beinhaltet Material für den Bau von 10 Nebelkammern:

- ① 10 durchsichtige Plexiglasboxen
 - ② 10 schwarz eloxierte Metallplatten mit Rille
 - ③ 10 Holzkisten mit Styroporauskleidung
 - ④ 100 Neodym-Magnete (8 mm x 3 mm)*
 - ⑤ 10 Stück Filz*
 - ⑥ 10 LED Taschenlampen (mit Batterien)*
- * in Holzkiste

Eine Mappe mit:

- 10 laminierten Anleitungen
- Hinweisen und Kopiervorlagen



► Anleitung mit Kopiervorlagen, Hintergrundwissen, weiterführenden Links

► Nicht enthalten sind Verbrauchsmaterialien (Isopropanol, Trockeneis) und Schutzausrüstung (Schutzbrillen, Handschuhe)



Cosmic@WEB



International Cosmic Day

Nachwuchsförderung über Fellow-Programm

- ▶ Fellows: junge Physik-Studierende, z.T. noch Schüler:innen
 - Alumni von CERN-Workshop und Teilchenphysik-Akademie
 - bereits Forschungserfahrungen gesammelt durch Netzwerk Teilchenwelt
- ▶ Vorteil für Fellows
 - Frühzeitig Anbindung an Forschungsgruppen
 - Weiterbildungsangebote wie Fellow-Schule
 - Lokale und zentrale Angebote, auch online
 - Vernetzung
- ▶ Vorteil für Forschungsgruppen
 - Zugang zu hochmotivierten und vorgebildeten Studierenden
 - Unterstützung für wiss. Aktivitäten (SHK, Konferenzen) und Outreach



Vermittler:innen im Netzwerk Teilchenwelt



- ▶ ~ 150 Promovierende und Masterstudierende
- ▶ Durchführung Masterclasses, Betreuung Schülerforschungsarbeiten
- ▶ wichtige Funktion auch als Rollenvorbilder für Jugendliche

- ▶ Honorare und Fahrtkosten
- ▶ Fortbildungsangebote (WissKomm, Präsentation, Didaktik)
- ▶ Stammtische, Einführungsveranstaltungen „Spotlight on...“



- ▶ Soft skills, für persönliche und berufliche Entwicklung
- ▶ Interesse an der eigenen Forschung erleben
- ▶ Betreuung einüben





Programme in naher Zukunft

- ▶ Fortbildung für Lehrkräfte in Darmstadt
 - Datum: 11.-13.04.2022
 - Besichtigungen TU Darmstadt und GSI

- ▶ CERN Summer School
 - Datum: 24.-30.07.2022
 - Bewerbungsphase 01.-30.04.
 - Voraussetzung: Teilnahme an einer Fortbildung für Lehrkräfte



Fortbildungen für Lehrkräfte – Beispiel-Agenda



Online Fortbildungen

- ▶ „Von der Kollision zur Entdeckung“
 - 5-Stunden-Programm mit Physiker:innen
 - Verschiedene Vorträge und interaktive Phasen

- ▶ Cosmic@WEB
 - 2-Stunden-Programm
 - Einführungsvortrag zu Astroteilchen + interaktive Phase

Online Fortbildungen

- ▶ „Von der Kollision zur Entdeckung“
 - 5-Stunden-Programm mit Physiker:innen
 - Verschiedene Vorträge und interaktive Phasen
- ▶ Cosmic@WEB
 - 2-Stunden-Programm
 - Einführungsvortrag zu Astroteilchen + interaktive Phase

09:00	→ 09:30	Begrüßung und Warm-Up	30m
Begrüßung, Klärung des Ablaufs und technischer Aspekte, aktivierende Übung mit Bezug zum Vorbereitungsmaterial Speakers: Niklas Herff (Technische Universität Dresden (DE)), Philipp Lindenau (Technische Universität Dresden (DE))			
09:30	→ 10:15	Vortrag: Schwache Wechselwirkung und Z-Teilchen	45m
Informationen zur schwachen Wechselwirkung und deren Botenteilchen, insbesondere dem Z-Teilchen Speaker: Michael Kobel (Technische Universität Dresden (DE))			
praes-SchwacheW... praes-SchwacheW...			
10:15	→ 10:25	Pause	10m
10:25	→ 11:15	Vortrag: Statistik und Hypothesentests	50m
Grundlagen der teilchenphysikalischen Forschungsmethodik, relevante statistische Größen, Nachvollziehung einer Entdeckung am Beispiel des Higgs-Teilchens, Einsatz von Monte Carlo Simulationen Speaker: Frank Siegert (Technische Universität Dresden (DE))			
20220304-LFB-Stati... Link: Higgs-Entdeck... Link: Würfelsimulator			
11:15	→ 11:30	Pause	15m
11:30	→ 11:55	Vortrag: Teilchenbeschleuniger Teil 2	25m
Hintergrundinformationen zum LHC und LEP (Large Elektron Positron Collider) aufbauend auf dem Vorbereitungsmaterial (Teil1) Speaker: Niklas Herff (Technische Universität Dresden (DE))			
Animation Beschleu... Beschleunigerphysi... Beschleunigerphysi...			
11:55	→ 12:30	Vortrag + Übung: Detektoren und Eventdisplays	35m
Funktionsweise von Multifunktionsdetektoren am Beispiel des ATLAS-Detektors (LHC) und des OPAL-Detektors (LEP), einführende Übung zur Identifikation von Teilchen anhand ihrer Signaturen im OPAL-Eventdisplay Speaker: Philipp Lindenau (Technische Universität Dresden (DE))			
Detektoren und Eve... Detektoren und Eve...			
12:30	→ 12:40	Pause	10m
12:40	→ 13:30	Übung: Teilchenidentifikation im OPAL-Eventdisplay	50m
Analyse von Umwandlungen von Z-Teilchen im OPAL-Eventdisplay, Diskussion von Forschungsergebnissen bei LEP Speaker: Philipp Lindenau (Technische Universität Dresden (DE))			
Abbildungen Eventd... Aufgabe 1 - Nachwe... Aufgabe 2 - Umwan... Aufgabe 3 -Eventdis... Aufgabe 4 - Ergebni... Hilfestellung_OPAL... Komplette Sammlu... Lösungen Aufgaben...			
13:30	→ 14:00	Diskussion, Fragen und Feedback	30m
Diskussion der Übungsphase, Klärung von offenen Fragen, Feedback zur Fortbildung Speakers: Philipp Lindenau (Technische Universität Dresden (DE)), Niklas Herff (Technische Universität Dresden (DE)), Michael Kobel (Technische Universität Dresden (DE)), Frank Siegert (Technische Universität Dresden (DE))			
3 Videos zur Higgs-...			



Bilder CERN-Projektwochen 2021