



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



DR. HANS RIEGEL-STIFTUNG

Netzwerk Teilchenwelt

Die Tür zur Welt der kleinsten Teilchen
für Jugendliche und Lehrkräfte

Philipp Lindenau

Fachtagung des Deutschen Philologenverbandes

„Quantenphysik und gymnasiale Bildung“

01.04.2022, München



NETZWERK
TEILCHENWELT



Übersicht

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



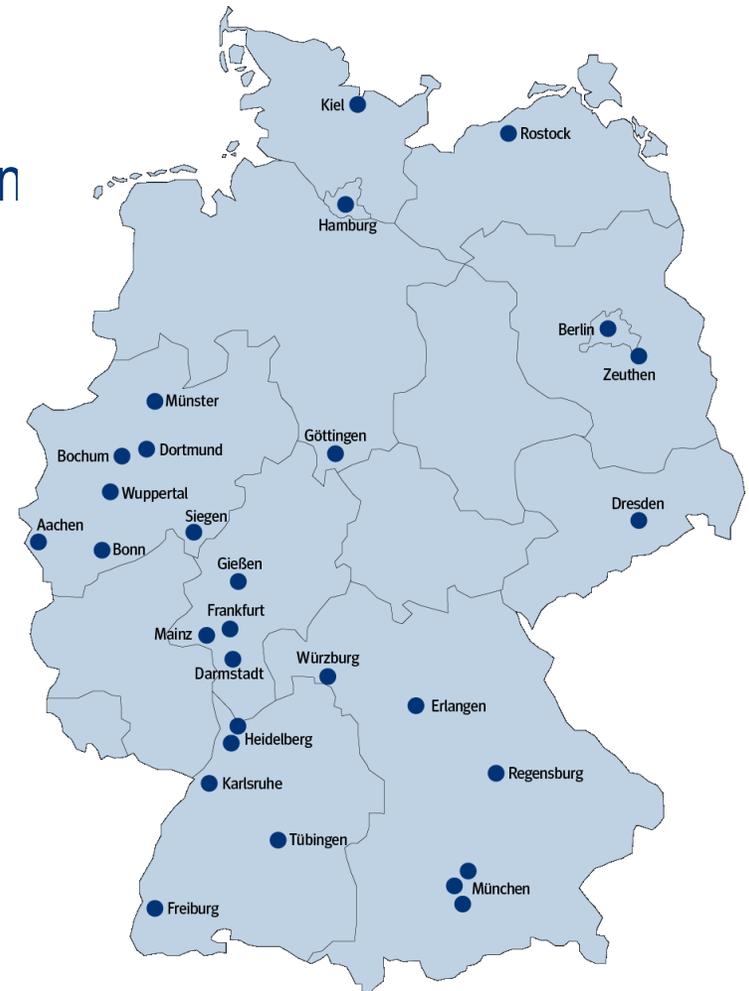
Übersicht

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

Netzwerk Teilchenwelt



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





Übersicht

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

Stufenprogramm für Jugendliche



© Juliana Socher

Masterclasses in Schulen,
Lernorten oder online



© Netzwerk Teilchenwelt

Eigenes Engagement,
Detektor-Projekte, ...



© Netzwerk Teilchenwelt

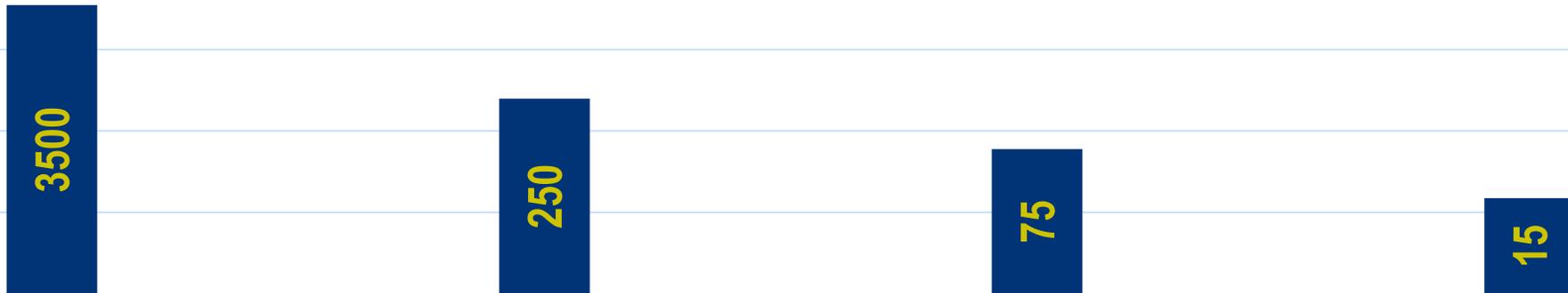
Mehrtägige Workshops
z. B. CERN u. Mainz



© Michael Hoch

Forschungs-
projekte (Standorte/CERN)

Anzahl
Jugendliche/Jahr



Stufenprogramm für Jugendliche



© Juliana Socher

Masterclasses in Schulen,
Lernorten oder online



© Netzwerk Teilchenwelt

Eigenes Engagement,
Detektor-Projekte, ...

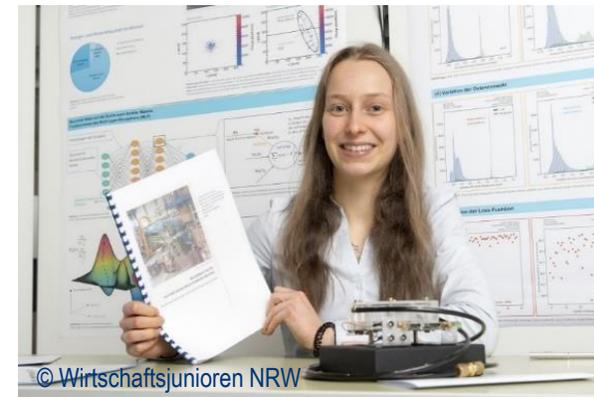


© Netzwerk Teilchenwelt

Mehrtägige Workshops
z. B. CERN u. Mainz

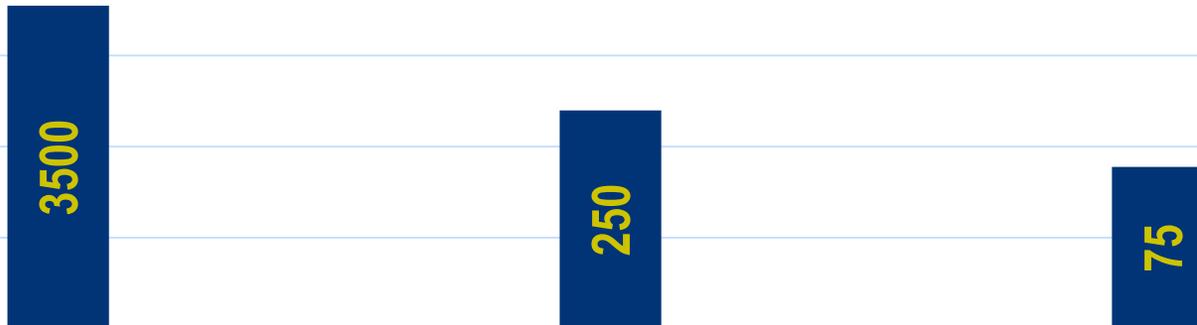


© FZ Jülich / Ralf-Uwe Limbach



© Wirtschaftsjunioren NRW

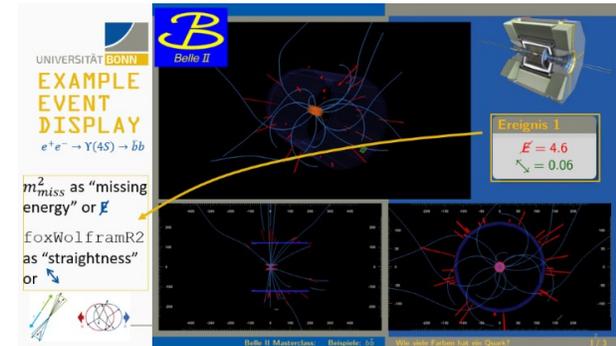
Anzahl
Jugendliche/Jahr



Aktivitäten für Jugendliche

Basisprogramm: Masterclasses

- ▶ Eintägig, an Schulen, Unis, Schülerlaboren, Museen etc.
- ▶ Einführende Vorträge
- ▶ Analyse von Originaldaten
 - Teilchenphysik (z. B. LHC, Belle II)
 - Astroteilchenphysik (z. B. IceCube, Pierre-Auger-Observatorium)
 - Kern- und Hadronenphysik (z. B. ALICE, Hadronentherapie)
- ▶ Ergebnis bringt Erkenntnisgewinn oder beantwortet eine anfangs gestellten Forschungsfrage
- ▶ Jugendliche treffen role models
- ▶ In Präsenz oder online als Masterclass@home
 - Anmeldung als ganze Klassen/Kurse oder einzeln (ab 15 Jahren)
- ▶ > 160 Masterclasses in 2019



Aktivitäten für Jugendliche



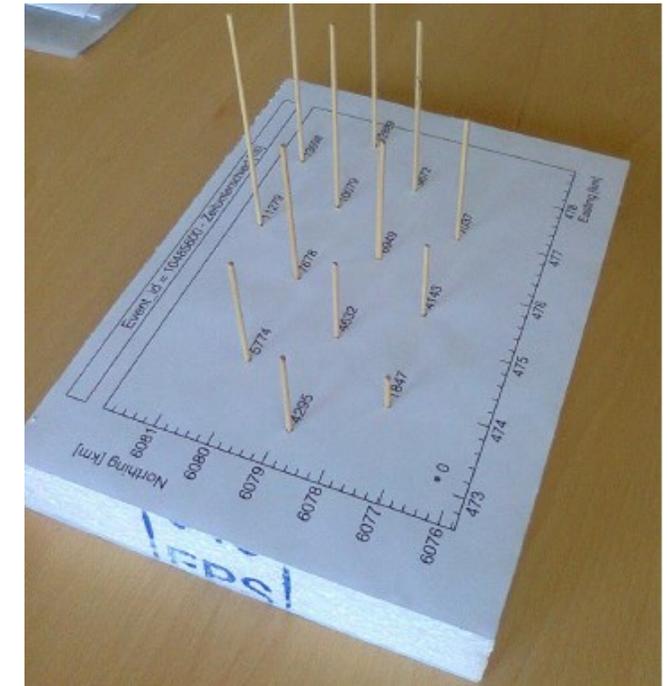
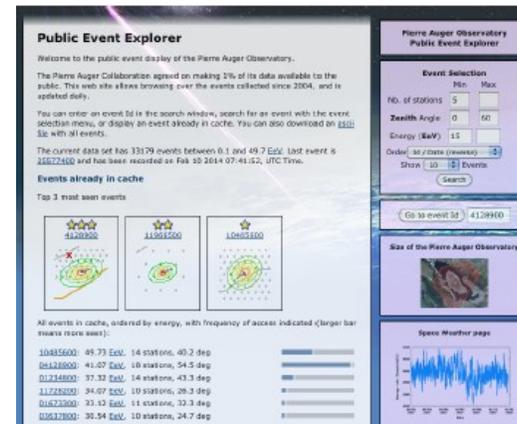
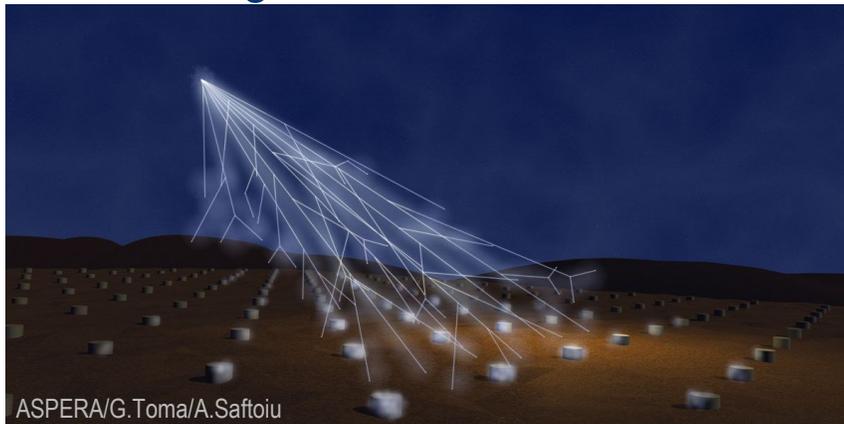
Fotos: Netzwerk Teilchenwelt

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	

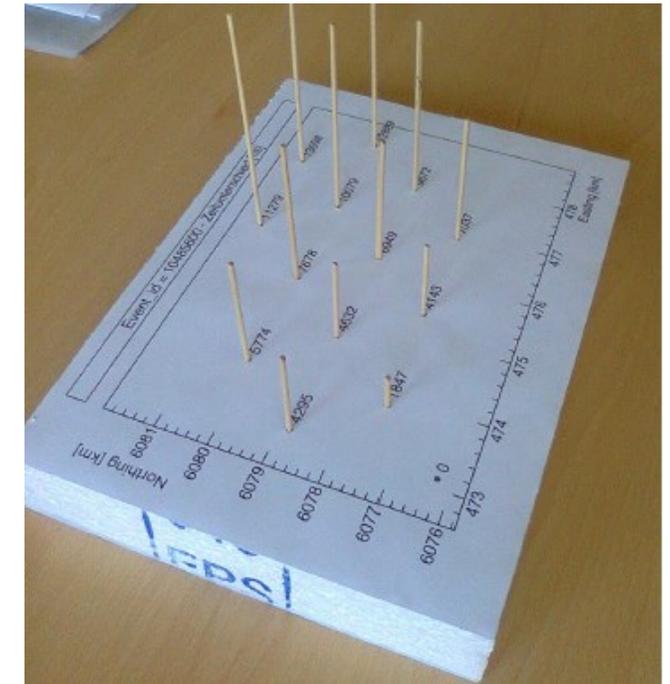
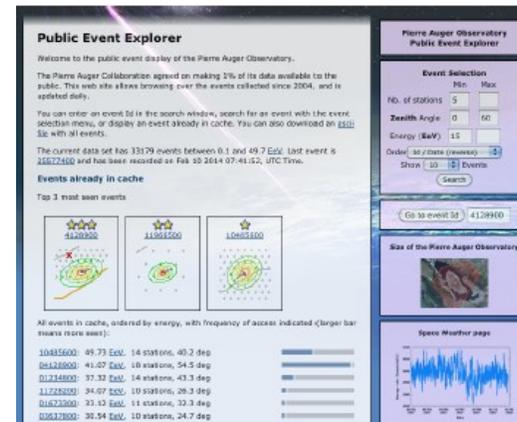
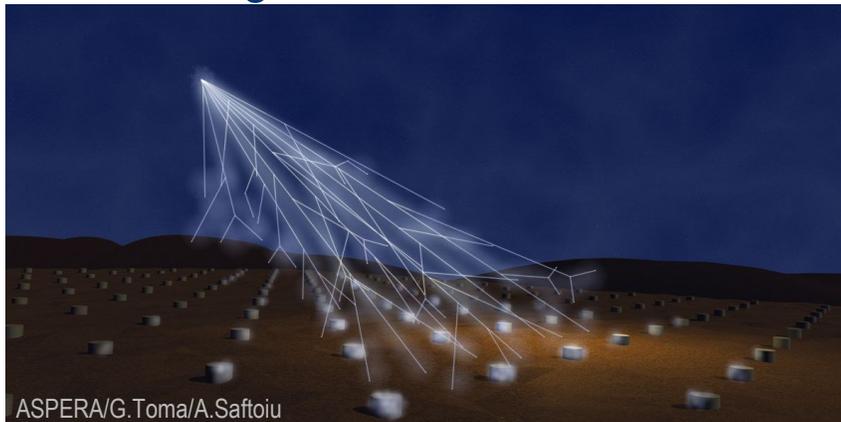
Astroteilchen-Angebote: Masterclasses

► Pierre-Auger-Observatorium



Astroteilchen-Angebote: Masterclasses

► Pierre-Auger-Observatorium



► IceCube

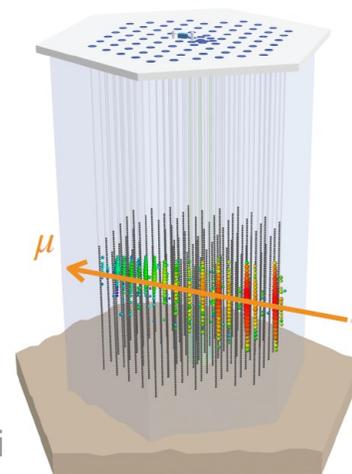
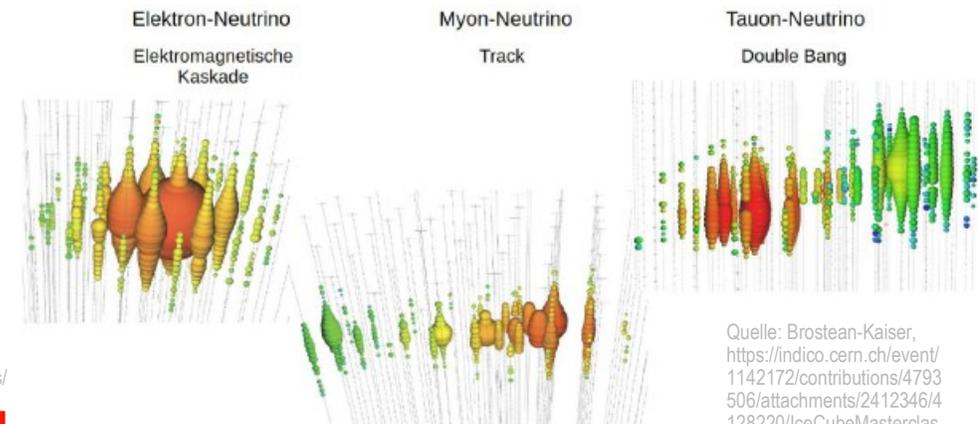


Abb.: Cristina Lagunas Gualda, <https://arxiv.org/abs/1612.05093>

Late Early



Quelle: Brostean-Kaiser, <https://indico.cern.ch/event/1142172/contributions/4793506/attachments/2412346/4128220/IceCubeMasterclasses-EinOnlinekonzept.pdf>

Astroteilchen-Angebote: Detektoren

- ▶ Detektoren für Jugendliche
 - Szintillations-Detektoren (CosMO)



Astroteilchen-Angebote: Detektoren

- ▶ Detektoren für Jugendliche
 - Szintillations-Detektoren (CosMO)



- Cherenkov-Detektoren (Kamiokannen)



Astroteilchen-Angebote: Detektoren

- ▶ Detektoren für Jugendliche
 - Szintillations-Detektoren (CosMO)

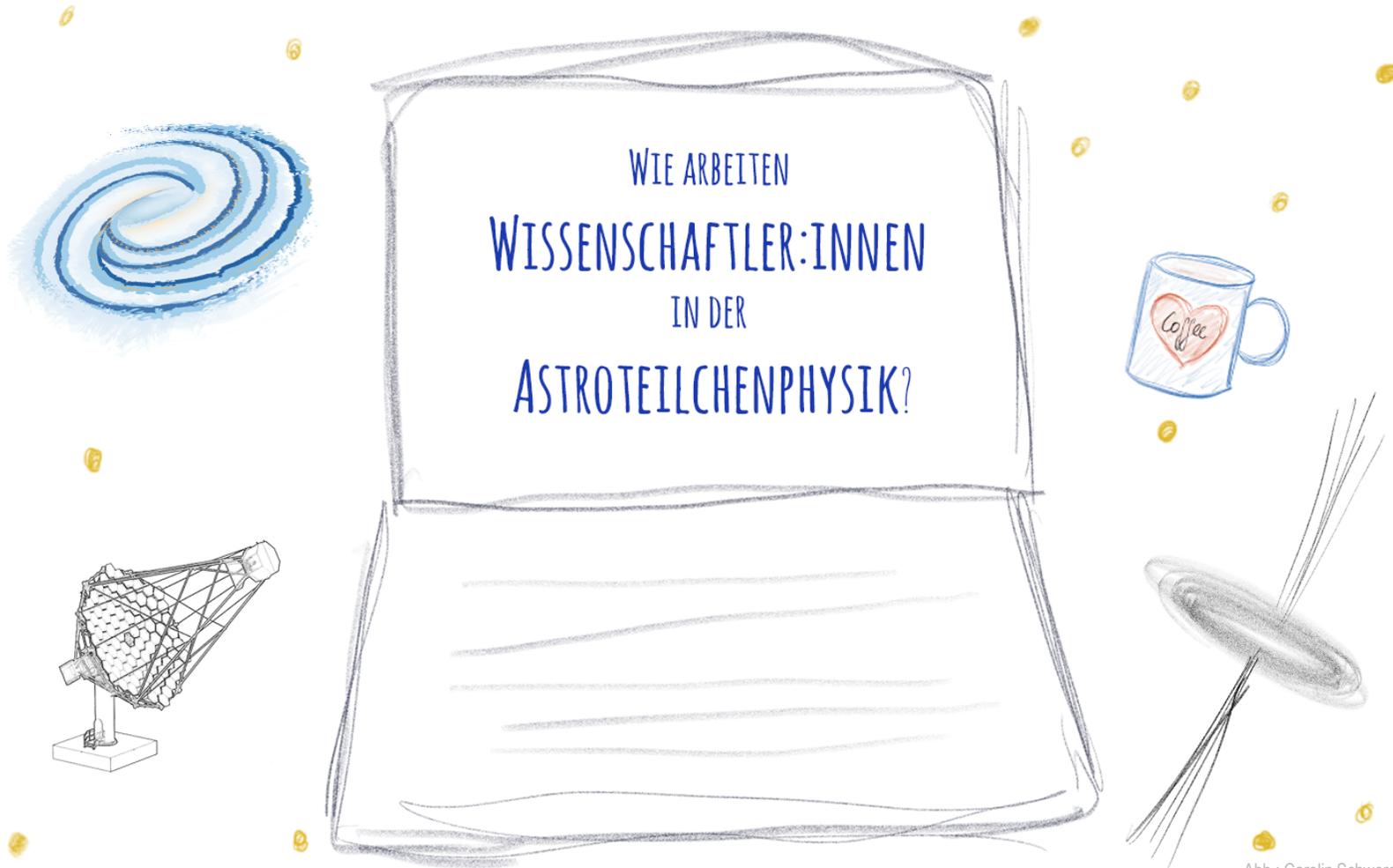


- Cherenkov-Detektoren (Kamiokannen)



- Ausleihbar an NTW Standorten
- Gut geeignet für Forschungswochen und Projektarbeiten
- Verschiedene Messungen (Winkel, Lebensdauer, Abschirmung)

Astroteilchen-Angebote: Cosmic@Web



- Cosmic@Web
- Grundlagenwissen
- Experimentbeschreibung
- Bedienungsanleitung
- Glossar Literaturhinweise
- ausführliche Analysen
- Datenfilter

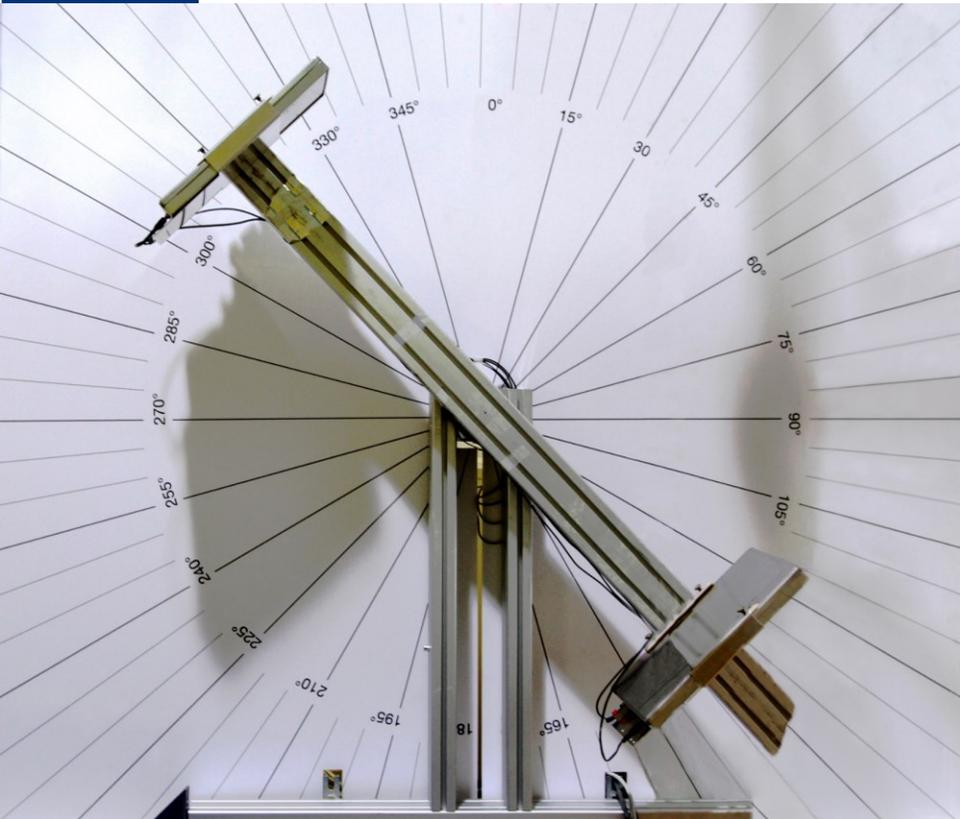
- Regelmäßig digitale Workshops für Jugendliche und Lehrkräfte (2h)

Abb.: Carolin Schwerdt

Astroteilchen-Angebote: Cosmic@Web

Experimentelle Daten zur Untersuchung von kosmischen Teilchen, u. a.:

- Lebensdauer von Myonen
- Abhängigkeiten der Myonenrate von unterschiedlichen Faktoren



CosMO-Mühle (Zeuthen)



Neumayer III Station (Antarktis)



Forschungsschiff Polarstern

Astroteilchen-Angebote: Nebelkammern



Astroteilchen-Angebote: 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



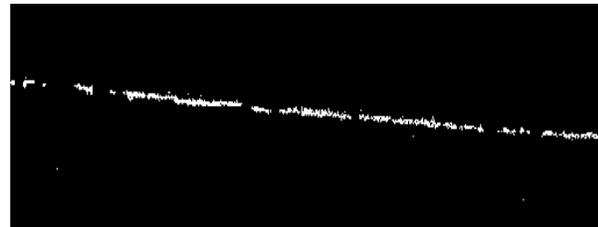
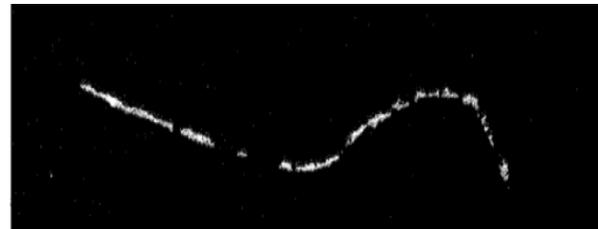
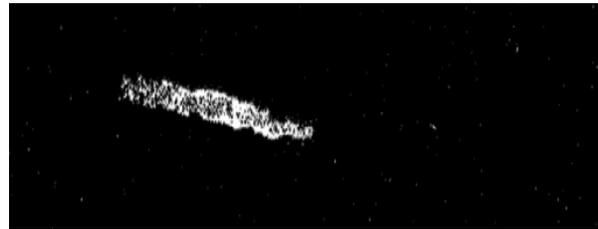
► Anleitung mit Kopiervorlagen, Hintergrundwissen, weiterführenden Links

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

Astroteilchen-Angebote: Nebelkammern

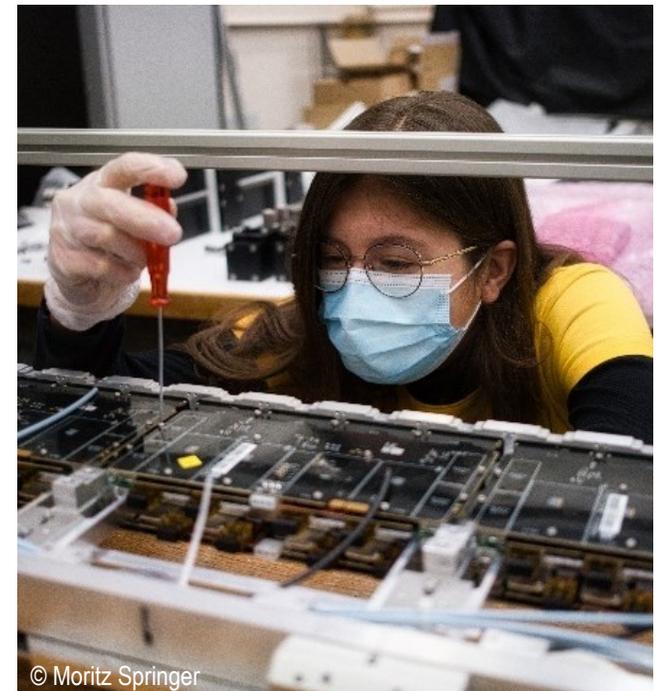
Identifikation von Teilchenspuren

- Dicke, kurze Spuren
 - α -Teilchen (Helium-Kern)
 - aus Zerfall von Radon
- Dünne, krumme Spuren
 - niederenergetische Elektronen oder Positronen
 - aus β -Strahlung oder kosmischen Strahlung
- Dünne, lange, gerade Spuren
 - hochenergetische e^+ , e^- oder Myonen aus kosmischen Strahlung



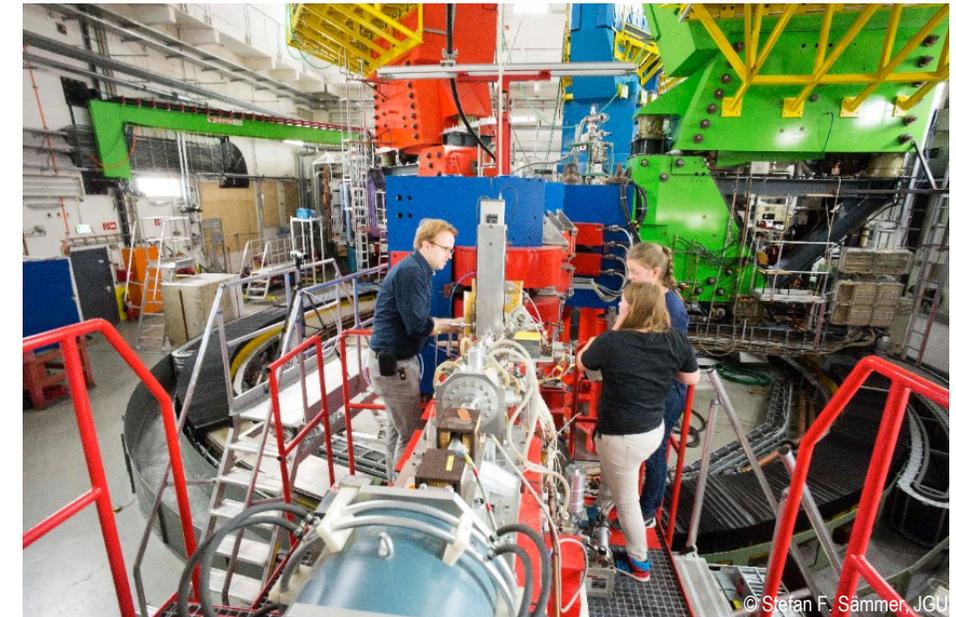
Vertiefungsprogramme am CERN

- ▶ 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 am Knotenpunkt Mainz

- ▶ Teilchenphysik-Akademie
- ▶ 12-20 Jugendlichen pro Jahr
- ▶ 5-10 Tage
- ▶ 2022: 08.08. – 18.08., Bewerbung offen bis 15.05.
- ▶ Vorlesungen und Besichtigungen
 - Nature of Science
- ▶ Experimente in Kleingruppen
 - Flüssigszintillatoren
 - Gasbasierte Detektoren
 - Datenanalyse und Simulation
- ▶ Präsentation der Ergebnisse



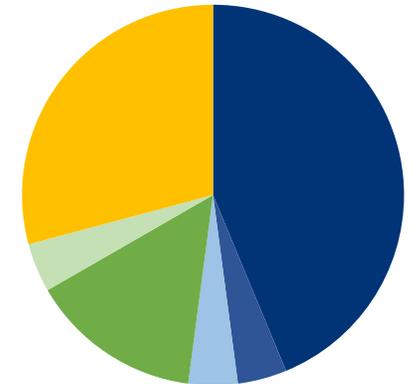
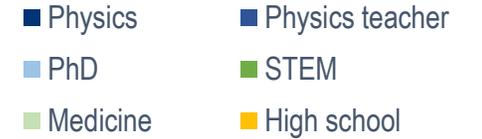
© Stefan F. Sämmer, JGU

Und danach...?



► **Fellows:** junge Physik-Studierende, z.T. noch Schüler:innen

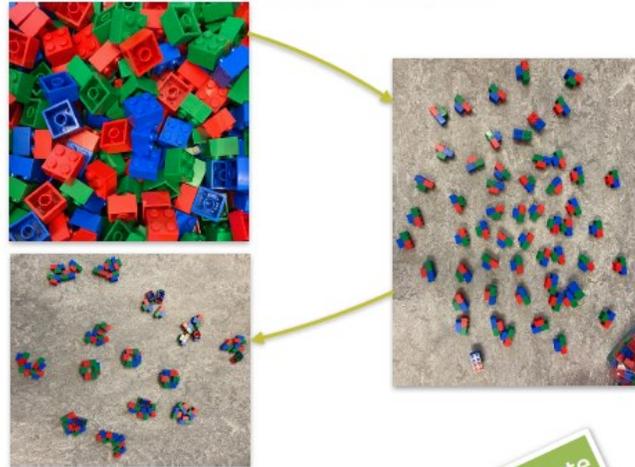
- Ca. 200 Fellows, 50% weiblich
- Alumni von CERN-Workshops und Teilchenphysik-Akademie
- Lokale Angebote: Praktikum, Exkursion, Seminar, Stammtisch, Outreach Veranstaltungen etc.
- Frühzeitig Anbindung an Forschungsgruppen
- Weiterbildungsangebote wie Fellow-Schule



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

- Viel weniger als 0,1 Sekunden alt...**
Elektronen, Quarks
Die Universen ist eine sehr heiße und sehr dichte Suppe verschiedener Teilchen, darunter Elektronen und fertige Quarks.
- Weniger als 1 Sekunde alt...**
Neutronen, Protonen, zwei Up-Quarks oder ein Down-Quark
Die fertigen Quarks bilden Dreiergruppen, um Protonen zu bilden und Neutronen aus einem Up- und zwei Down-Quarks.
- Eine Minute alt...**
Neutronen (Wasserstoff), Protonen (Helium-3), Helium-4
Protonen und Neutronen verbinden sich zu Atomkernen neuer elementarer Elemente, verschiedene Kerne des Wasserstoff und Helium.
- 380.000 Jahre alt...**
Wasserstoffplasma, Heliumplasma
Die Universen ist so weit abgekühlt, dass die positiven Wasserstoff- und Heliumkerne negative Elektronen anlocken und stabile Atombau, moderne Atome bilden können.
- 100 Millionen Jahre alt...**
Große Gaswolken ziehen Wasserstoff und Helium werden so dicht, dass die Elektronen genug Energie besitzen, um sich von den Kernen zu lösen.
Über extremen Hitze und Druck verschmelzen die Kerne zu elementaren chemischen Elementen wie Kohlenstoff.
Füge wie ein Stein mehr Steine zu diesem Fundament und Baue daraus die Strukturen der erregten Materie.

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

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**
- ▶ Unterrichtsmaterialien
- ▶ Weitere Angebote

Forschung trifft Schule

in Kooperation mit
Dr. Hans Riegel-Stiftung

- ▶ Basisprogramm:
 - 2 tägige Fortbildung
- ▶ Qualifizierungsprogramm:
 - Multiplikatoren Schulung
- ▶ Vertiefungsprogramm:
 - Jährlich: CERN Summer School
 - Eine Woche im Juli
- ▶ Digitale Fortbildungen:
 - Von der Kollision zur Entdeckung
 - Cosmic@Web Workshops
 - Mehrwöchige Veranstaltungsreihen



DR. HANS RIEGEL-STIFTUNG

Forschung trifft Schule – Fortbildung in Darmstadt

- ▶ **11.04. – 13.04.22**
- ▶ Inkl. Besuch von:
 - S-DALINAC der TU Darmstadt
 - GSI/Fair
- ▶ Anmeldung



CERN Summerschool

- ▶ **24.07-29.07.22**
- ▶ <https://indico.cern.ch/event/1131641/>
- ▶ Bewerbung ab 01.04. bis Ende April möglich
- ▶ Voraussetzung: Teilnahme an einer einführenden NTW Fortbildung



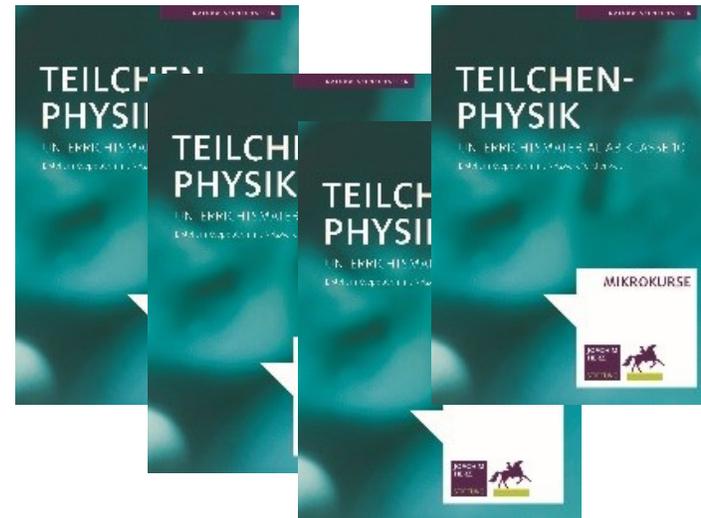


Übersicht

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

Unterrichtsmaterial Teilchenphysik

- ▶ Gefördert durch die Joachim Herz Stiftung
- ▶ enge Kooperation mit Lehrkräften
- ▶ modulare Sammlung von Handreichungen für Lehrkräfte
- ▶ 4 Bände
- ▶ Kostenfrei erhältlich
 - Online www.teilchenwelt.de/tp
 - Druckexemplar bei Netzwerk Teilchenwelt

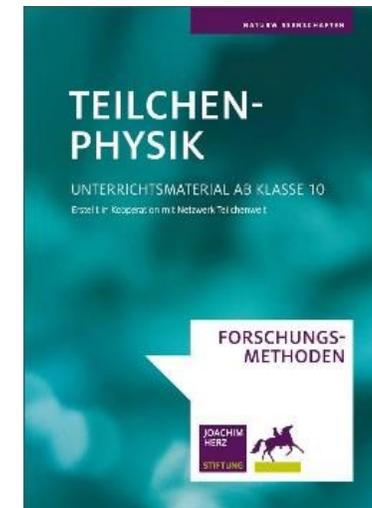
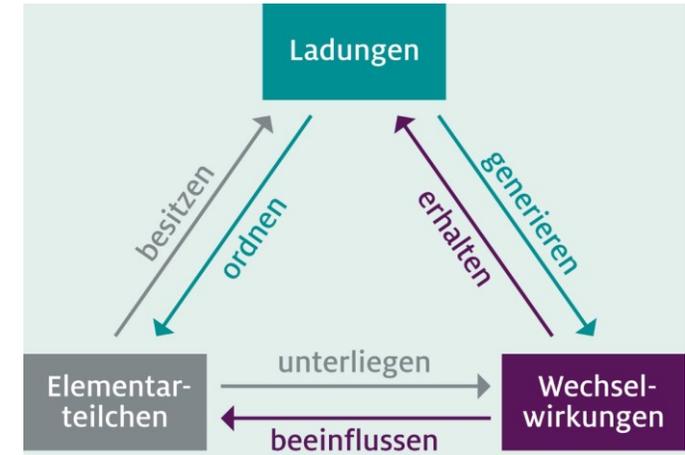


Band 1: Ladungen, Wechselwirkungen u. Teilchen

- ▶ Ca. 100 Seiten Hintergrundinformationen
- ▶ Einführung in das Standardmodell
- ▶ Spiralcurriculum, didaktische u. fachliche Hinweise
- ▶ Anknüpfungspunkte an typische Lehrplaninhalte
- ▶ Konsistente und schulgeeignete Begriffsbildung

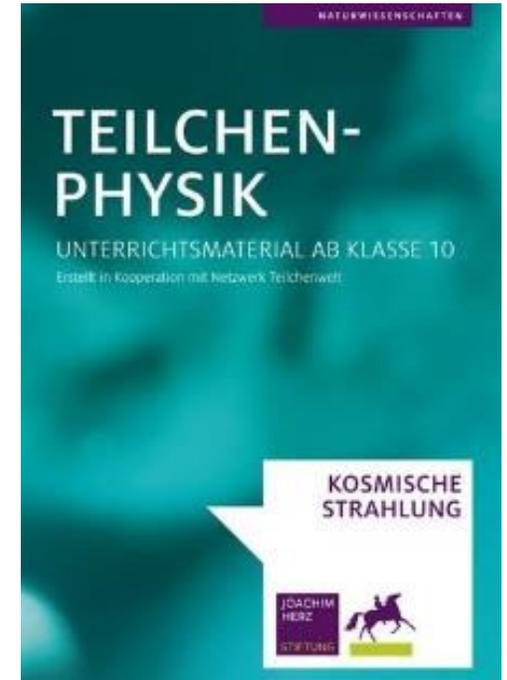
Band 2: Forschungsmethoden

- ▶ Forschungsziele
- ▶ Beschleuniger & Detektoren
- ▶ Zahlreiche Aufgaben



Band 3: Kosmische Strahlung

- ▶ 32 Seiten
- ▶ Fokus: Untersuchung von Myonen mit CosMO-Detektoren
- ▶ Hintergrundinfos für Lehrkräfte
- ▶ Fachtext für Schüler/innen
- ▶ Aktivitäten, Aufgaben und Lösungen



2 INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE

2.1 BEWEISLICHE ANWENDUNGSMITTEL IN DER KLASSE

Die Schülerinnen und Schüler (SuS) sollen in der Lage sein, die verschiedenen Arten von Myonen zu unterscheiden und zu beschreiben. Sie sollen auch in der Lage sein, die Myonenstrahlung zu messen und zu analysieren.

2.2 VORBEREITUNG

Die SuS sollen sich mit den Grundlagen der Teilchenphysik und der Kosmischen Strahlung auseinandersetzen. Sie sollen auch die verschiedenen Arten von Myonen kennen lernen.

2.3 EXPERIMENT

Die SuS sollen ein Experiment durchführen, bei dem sie die Myonenstrahlung messen und analysieren. Sie sollen auch die verschiedenen Arten von Myonen kennen lernen.

AUFGABEN

1. FORMALELLE ERMITTLUNG DER MYONENLEBENSZEIT

Die Myonenlebenszeit τ ist die Zeit, die ein Myon benötigt, um sich um den Faktor e zu vermindern. Die Myonenlebenszeit τ ist die Zeit, die ein Myon benötigt, um sich um den Faktor e zu vermindern.

2. BEWERTUNG DER LEBENSZEIT

Die Myonenlebenszeit τ ist die Zeit, die ein Myon benötigt, um sich um den Faktor e zu vermindern. Die Myonenlebenszeit τ ist die Zeit, die ein Myon benötigt, um sich um den Faktor e zu vermindern.

3. BEWERTUNG DER LEBENSZEIT

Die Myonenlebenszeit τ ist die Zeit, die ein Myon benötigt, um sich um den Faktor e zu vermindern. Die Myonenlebenszeit τ ist die Zeit, die ein Myon benötigt, um sich um den Faktor e zu vermindern.

3.1 MYONENLEBENSZEIT

Die Myonenlebenszeit τ ist die Zeit, die ein Myon benötigt, um sich um den Faktor e zu vermindern. Die Myonenlebenszeit τ ist die Zeit, die ein Myon benötigt, um sich um den Faktor e zu vermindern.

3.2 BEWERTUNG DER LEBENSZEIT

Die Myonenlebenszeit τ ist die Zeit, die ein Myon benötigt, um sich um den Faktor e zu vermindern. Die Myonenlebenszeit τ ist die Zeit, die ein Myon benötigt, um sich um den Faktor e zu vermindern.

3.3 BEWERTUNG DER LEBENSZEIT

Die Myonenlebenszeit τ ist die Zeit, die ein Myon benötigt, um sich um den Faktor e zu vermindern. Die Myonenlebenszeit τ ist die Zeit, die ein Myon benötigt, um sich um den Faktor e zu vermindern.

Band 4: Mikrokurse

- ▶ 4 Kurse
- ▶ Zeitbedarf jeweils 1-2 Unterrichtsstunden
- ▶ Anknüpfung an klassische Lehrplanthemen, z.B. waagerechter Wurf mit Anti-Wasserstoff
- ▶ mit Aufgaben und Lösungen

2 DAS AEGIS EXPERIMENT

2.1 EINSTIEGSGESCHICHTE / ANLEITUNGSPUNKTE

Die AEGIS-Kampagne beschäftigt sich mit der Antimaterie, die im Universum, genau genommen im Universum, nicht nur in Form von Antiprotonen und Antineutronen, sondern auch in Form von Antikernen vorliegt. Die Antimaterie ist die Spiegelabbildung der Materie. Sie besteht aus Antiprotonen und Antineutronen, die wiederum aus Antiquarks bestehen. Die Antimaterie ist die Spiegelabbildung der Materie. Sie besteht aus Antiprotonen und Antineutronen, die wiederum aus Antiquarks bestehen.

2.2 WAAGRECHTER WURF MIT ANTI-WASSERSTOFF – DAS AEGIS-EXPERIMENT AM CERN

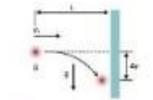
Das AEGIS-Experiment am CERN untersucht die Eigenschaften von Antiprotonen, die durch den waagerechten Wurf von Antiprotonen erzeugt werden. Die Antiprotonen werden durch einen Beschleuniger erzeugt und durch einen waagerechten Wurf in einem Magnetfeld beschleunigt. Die Antiprotonen werden durch einen Beschleuniger erzeugt und durch einen waagerechten Wurf in einem Magnetfeld beschleunigt.

INFORMELLE AUFGABEN

Aufgabe 1: Antiprotonen

- Antiprotonen sind die Antiteilchen von Protonen.
- Antiprotonen haben die gleiche Masse wie Protonen, aber die entgegengesetzte Ladung.
- Antiprotonen sind in der Natur selten, werden aber in Teilchenbeschleunigern erzeugt.

AUFGABEN



1. Antiprotonen

Antiprotonen sind die Antiteilchen von Protonen. Sie haben die gleiche Masse wie Protonen, aber die entgegengesetzte Ladung. Antiprotonen sind in der Natur selten, werden aber in Teilchenbeschleunigern erzeugt.

2. Antiprotonen

Antiprotonen sind die Antiteilchen von Protonen. Sie haben die gleiche Masse wie Protonen, aber die entgegengesetzte Ladung. Antiprotonen sind in der Natur selten, werden aber in Teilchenbeschleunigern erzeugt.

3. Antiprotonen

Antiprotonen sind die Antiteilchen von Protonen. Sie haben die gleiche Masse wie Protonen, aber die entgegengesetzte Ladung. Antiprotonen sind in der Natur selten, werden aber in Teilchenbeschleunigern erzeugt.

4. Antiprotonen

Antiprotonen sind die Antiteilchen von Protonen. Sie haben die gleiche Masse wie Protonen, aber die entgegengesetzte Ladung. Antiprotonen sind in der Natur selten, werden aber in Teilchenbeschleunigern erzeugt.

INFORMELLE AUFGABEN

Aufgabe 1: Antiprotonen

- Antiprotonen sind die Antiteilchen von Protonen.
- Antiprotonen haben die gleiche Masse wie Protonen, aber die entgegengesetzte Ladung.
- Antiprotonen sind in der Natur selten, werden aber in Teilchenbeschleunigern erzeugt.

Kapitel zur Teilchenphysik

Grundwissen | **Versuche** | Aufgaben | Ausblick | Geschichte | Downloads | Weblinks

- > Kurzer Überblick: Was ist Teilchenphysik?
- > Die vier fundamentalen Wechselwirkungen
- > Ladungen
- > Elementarteilchen
- > Schwache Wechselwirkung

● Weniger anzeigen

elektromagnetische zwischen den bekannten Elementarteilchen beschreibt.

Hinweise: [CERN](#) bietet einen gut verständlichen Kurzfilm zum Standardmodell an (Download)

Die Elementarteilchen der Materie

	1. Generation	2. Generation	3. Generation	
elektrisch neutrale Leptonen	ν_e	ν_μ	ν_τ	schwache Wechselwirkung (W^+, W^-, Z^0)
elektrisch geladene Leptonen	e^-	μ^-	τ^-	
Quarks	u, u, u	c, c, c	t, t, t	starke Wechselwirkung (Gluonen)
	d, d, d	s, s, s	b, b, b	

Abbildung 3: Übersicht über die 3 Generationen der Elementarteilchen der Materie

Wechselwirkung	Starke Wechselwirkung	Schwache Wechselwirkung	Elektromagnetische Wechselwirkung	Gravitation
Beispiele für Wirkung	Zusammenhalt des Protons	Betazerfall: Ein Proton wandelt sich in ein Neutron um (oder umgekehrt). Kernfusion: In der Sonne verschmelzen vier Protonen zu einem Heliumkern	Magnetismus, Licht, ...; Chemische Bindungen, Photoeffekt	Anziehung zwischen Massen: Schwerkraft, Umlauf der Planeten um
Reichweite	10^{-15} m (Protonendurchmesser)	10^{-16} m ($\frac{1}{3000}$ Protonendurchmesser)	unbegrenzt	unbegrenzt
Botenteilchen	Gluonen	W^+, W^-, Z^0	Photon	
Ladung	Starke Ladung (Farbladung)	Schwache Ladung	Elektrische Ladung	
Kopplungsstärke/ konstante	$\alpha_s = \frac{1}{8}$	$\alpha_W = \frac{1}{30}$	$\alpha_{em} = \frac{1}{137}$	$\alpha_g \sim 10^{-44}$

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.

Teilchensteckbriefe

- ▶ 61 Karten: Materie- und Antimaterieteilchen, Austausch-teilchen, Higgs-Boson
- ▶ Ordnen, diskutieren, vertraut werden
- ▶ Handreichung mit methodischen Anregungen

BOTENTEILCHEN UND HIGGS-TEILCHEN

Z-TEILCHEN NACHWEIS: 1983  BOTENTEILCHEN	W⁺-TEILCHEN NACHWEIS: 1983  BOTENTEILCHEN	W⁻-TEILCHEN NACHWEIS: 1983  BOTENTEILCHEN
Masse: $-91200 \text{ MeV}/c^2$ Elektrische Ladungszahl: 0 Starker Farbladungsvektor: farblos $\vec{0}$ Schwache Ladungszahl: 0 Mittlere Lebensdauer: $3 \cdot 10^{-25} \text{ s}$ Mittlere Reichweite: 10^{-16} m	Masse: $-80400 \text{ MeV}/c^2$ Elektrische Ladungszahl: +1 Starker Farbladungsvektor: farblos $\vec{0}$ Schwache Ladungszahl: +1 Mittlere Lebensdauer: $3 \cdot 10^{-25} \text{ s}$ Mittlere Reichweite: 10^{-16} m	Masse: $-80400 \text{ MeV}/c^2$ Elektrische Ladungszahl: -1 Starker Farbladungsvektor: farblos $\vec{0}$ Schwache Ladungszahl: -1 Mittlere Lebensdauer: $3 \cdot 10^{-25} \text{ s}$ Mittlere Reichweite: 10^{-16} m
PHOTON NACHWEIS: 1905  BOTENTEILCHEN	HIGGS-TEILCHEN NACHWEIS: 2012  BOTENTEILCHEN	
Masse: $0 \text{ MeV}/c^2$ Elektrische Ladungszahl: 0 Starker Farbladungsvektor: farblos $\vec{0}$ Schwache Ladungszahl: 0 Mittlere Lebensdauer: unbegrenzt Mittlere Reichweite: unbegrenzt	Masse: $-125000 \text{ MeV}/c^2$ Elektrische Ladungszahl: 0 Starker Farbladungsvektor: farblos $\vec{0}$ Schwache Ladungszahl: $-\frac{1}{2}$ Mittlere Lebensdauer: $2 \cdot 10^{-22} \text{ s}$	

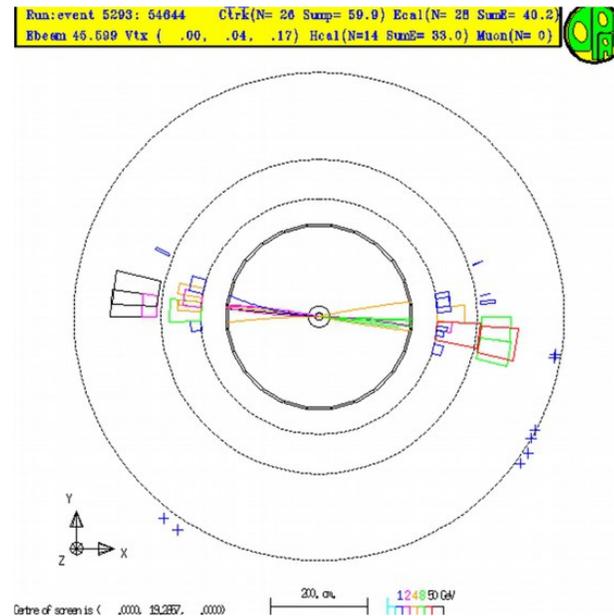


www.teilchenwelt.de



Arbeitsblätter: Teilchenidentifikation mit Detektoren

- ▶ Originaldaten vom OPAL Experiment (LEP)
- ▶ Identifikation von Teilchen/Anti-Teilchen
- ▶ Umwandlungen des Z-Teilchens



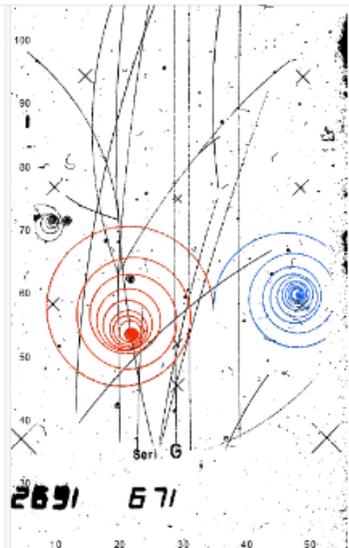
Blasenkammeraufnahmen / GeoGebra

- ▶ 2 Abschlussarbeiten von Lehramt-Studierenden
- ▶ Grundlegendes und erhöhtes Anforderungsniveau
- ▶ GeoGebra Applets, Arbeitsblätter und Handreichung

3. AB2691 - Impulsbestimmung von neutralen Teilchen

Autor: Netzwerk Teilchenwelt

3. AB2691 - Impulsbestimmung von neutralen Teilchen



Dies ist eine Übung zur Blasenkammeraufnahme 2691, auf welcher zwei Spuren vom gleichen Vertex farblich hervorgehoben sind.

Die Blasenkammeraufnahme stammt von der 2 m Blasenkammer am CERN. Die Strahlteilchen bewegen sich auf der Aufnahme vom unteren zum oberen Bildrand. Das Magnetfeld zeigt aus der Bildebene heraus.

In dieser Übung sollen die Geschwindigkeiten zweier Teilchen verglichen werden. Dazu findet zunächst eine Teilchenidentifikation sowie eine Analyse des Prozesses am Vertex statt. Weiterhin wird der Impulserhalt im Vertex betrachtet.

Mit dem Knopf "Weiter" unten rechts gelangst du zur ersten Aufgabe.

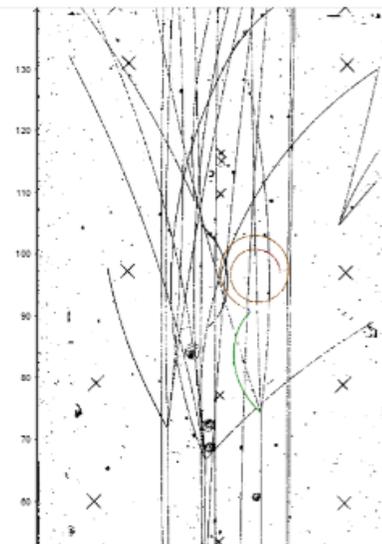
Viel Erfolg!



2. AB2806 - Die Umwandlung des Pions

Autor: Netzwerk Teilchenwelt

2. AB2806 - Die Umwandlung des Pions



1. Aufgabe - Identifikation des Teilchens

Die grün hervorgehobene Spur wurde von einem Pion erzeugt. Entscheide, um welches Pion es sich gehandelt hat. Das Magnetfeld zeigt aus der Bildebene heraus.

π^0 π^+ π^-



Materialsammlung

- ▶ Hintergrundinformationen und Arbeitsblätter zu
 - Teilchenphysik - Forschung und Anwendungen
 - ATLAS-Detektor
- ▶ Erhältlich als...
 - Gedruckte Version
 - [Download](#)



ANWENDUNGEN DER TEILCHENPHYSIK MEDIZIN

Positronen-Emissions-Tomographie (PET)
 Die PET ist eine Diagnosemethode, mit der sich unter anderem Tumore sichtbar machen lassen. Hierfür wird dem Patienten eine Flüssigkeit gespritzt, die Positronen aussendet (ein Beta-Plus-Strahler). Dabei handelt es sich meist um eine spezielle Zuckerklösung, in der Fluor-Atome durch das radioaktive Isotop ^{18}F ersetzt wurden (Fluor-Desoxyglucose). Da Tumorzellen mehr Zucker verbrauchen als gesunde Zellen, sammelt er sich insbesondere in Tumorgewebe.

Tumortherapie mit Hadronen
 Heute werden hauptsächlich drei Methoden verwendet, um Krebs zu behandeln: Operation, Chemotherapie und Strahlentherapie. Bei der herkömmlichen Strahlentherapie werden Tumore mit hochenergetischen Photonen oder Elektronen bestrahlt. Diese ionisieren auf ihrem Weg durch den Körper Moleküle in den Zellen, was wiederum chemische Reaktionen auslöst, welche die Zellen abtöten oder sie an der Teilung hindern. Obwohl die Strahlung möglichst stark auf den Tumor fokussiert wird, schädigt die Behandlung auch gesunde Zellen – insbesondere, wenn der Tumor tief unter der Haut liegt. Eine neuartige Form der Strahlentherapie, die am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH in Darmstadt entwickelt wurde, verwendet Hadronen (Protonen oder andere Ionen). Hierbei lässt sich gezielt einstellen, wie tief die Teilchen ins Gewebe eindringen sollen, bevor sie den Großteil ihrer Energie abgeben. So kann gesundes Gewebe geschont werden.

• Abb. 1: Positronen-Emissions-Tomographie (PET)

MATERIALSAMMLUNG
 KONTEXTMATERIALIEN FÜR LEHRKRÄFTE

Dieses Buchlein enthält gedruckte Arbeitsblätter von Netzwerk Teilchenwelt für Lehrkräfte, die zur Einführung in die Teilchenphysik verwendet werden können. Sie eignen sich insbesondere zur Vor- und Nachbereitung von Masterclasses, können aber auch unabhängig davon eingesetzt werden. Alle Arbeitsblätter stehen unter www.netzwerk-welt.de zum kostenlosen Download zur Verfügung.

Logos of partner institutions: TU Darmstadt, GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, DPG, and Zentralinstitut für Bildung und Forschung.

Feynman-Rhombino

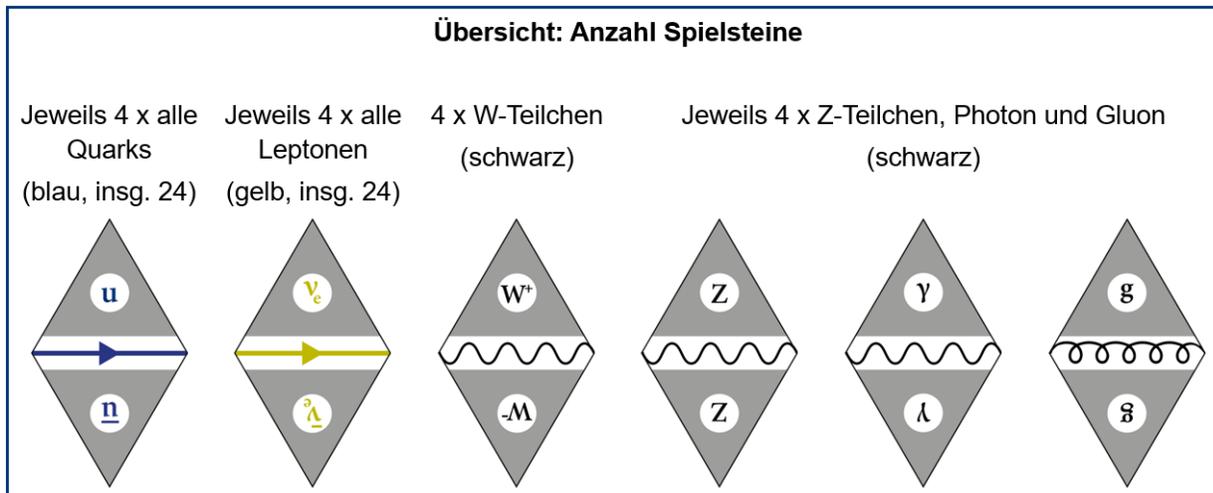


Foto: Philipp Lindenau

Feynman-Rhombino

[Download
Spielmaterial und
Anleitung](#)

- ▶ dominoartiges Spiel
- ▶ Spielsteine = Rhombinos, nach den Regeln für Feynman-Diagramme zusammenfügen
- ▶ Entstanden aus Idee bei unserer CERN Summer School 2017
- ▶ Vertiefende Infos: [Unterricht Physik Nr. 180/2020](#)



Escape Radon – Eine Escape-Story zum Radonproblem

- ▶ Staatsexamensarbeit @ TU Dresden
- ▶ <http://escape-radon.bplaced.net/>
- ▶ Kontext: Kernphysik und Strahlenbiologie
- ▶ Spieldauer: ca. 120 min
- ▶ DPG-Vortrag dazu [hier](#).
- ▶ Weitere Escape-Stories in Arbeit

ESCAPE RADON !

KAPITEL I: DIE UMWANDLUNG VON RADON

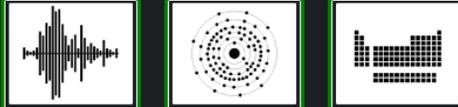
"Berechne die drei nachfolgenden Umwandlungsprodukte von Radon-222."

UMWANDLUNGSPRODUKT 1 UMWANDLUNGSPRODUKT 2 UMWANDLUNGSPRODUKT 3

z.B. Rn-222 z.B. Rn-222 z.B. Rn-222

ABSCHICKEN

INVENTAR



Tipp: Neu hinzugefügte Gegenstände werden grün markiert.

Escape Radon – Eine Escape-Story zum Radonproblem

- ▶ Staatsexamensarbeit @ TU Dresden
- ▶ <http://escape-radon.bplaced.net/>
- ▶ Kontext: Kernphysik und Strahlenbiologie
- ▶ Spieldauer: ca. 120 min
- ▶ DPG-Vortrag dazu [hier](#).
- ▶ Weitere Escape-Stories in Arbeit

„Rundum eine sehr gelungene Sache, die meiner Meinung nach hervorragend im Unterricht eingesetzt werden kann.“



Übersicht

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

URKNALL UNTERWEGS

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



Quark-Tower

URKNALL UNTERWEGS

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



Quark-Tower

Chat-Aktion



wissenschaft • im dialog

- ▶ Spannende Fragen zu Forschung, Arbeitsalltag und Berufsperspektiven

? Kürzlich gestellte Fragen

Konnten sie bei einem Durchbruch in ihrem Themengebiet beitragen?

tram6wed

Wann und woraus entstand Licht , Zeit, und Raum?

hima

Wir stellen uns ja vor, dass unser Universum durch den Urknall entstand. Aber was war eigentlich vor dem Urknall?

JohannM

Was lieben sie an der Physik am meisten?

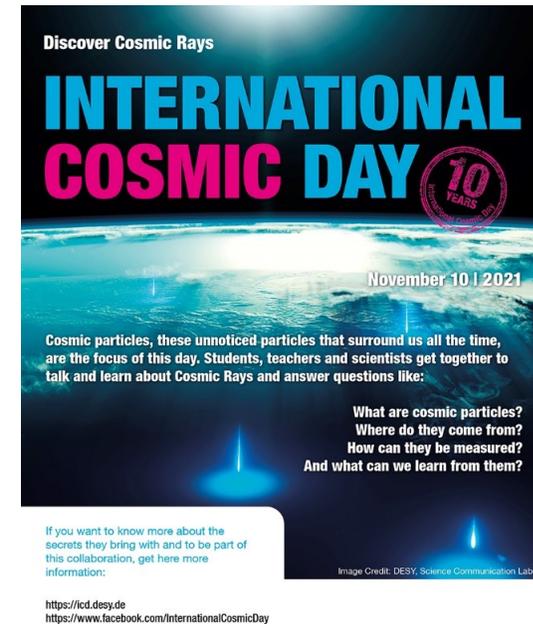
LeonieM

International Masterclasses and International Cosmic Day

- ▶ Internationale Aktionstage mit Forschungsaktivitäten für Schüler:innen
- ▶ Gemeinsame Videokonferenz mit Forschungsinstituten



- ▶ Website
- ▶ Koordiniert aus
Dresden und USA
(QuarkNet)



- ▶ Website
- ▶ Organisiert von
DESY



Auf dem Laufenden bleiben

- ▶ Newsletter/Magazin „teilchenwelten“ (ca. 3 x pro Jahr)
<https://www.teilchenwelt.de/aktuelles/magazin-teilchenwelten/>
- ▶ Zusätzlicher Email-Verteiler (ca. 6 x pro Jahr)
 - Informationen zu überregionalen Angeboten für Ihre Schülerinnen und Schüler (z.B. CERN-Workshops, -Projektwochen, überregionale Angebote)
 - Informationen zu Materialien für Lehrkräfte für den Unterricht (Neuersche)
 - Informationen zum überregionalen Fortbildungsprogramm des Projekts „Forschung trifft Schule“
- ▶ Hier können Sie sich anmelden und auswählen, welche Informa möchten.

Sie sind hier: Aktuelles » Anmelden

Newsletter

Hier können Sie den Newsletter „TEILCHENWELTEN“ bestellen, der dreimal jährlich erscheint. Mehr zu unserem Newsletter sowie die bisherigen Ausgaben finden Sie hier. Zusätzlich informieren wir Jugendliche, Lehrkräfte und Projektleiter auf Wunsch gerne per Mail über aktuelle Veranstaltungen und Angebote von Netzwerk Teilchenwelt.

Mit dem Abonnement bestätigen Sie, dass Sie die Hinweise zum Datenschutz gelesen haben und damit einverstanden sind. Eine Abbestellung des Newsletters per Mail an info@teilchenwelt.de ist jederzeit möglich.

E-Mail*

Ich möchte zusätzlich per Mail Informationen für Jugendliche erhalten (z.B. zu CERN-Workshops, Projektwochen, Wettbewerben etc.)

Ich möchte zusätzlich per Mail Informationen für Lehrkräfte und Projektleiter erhalten (z.B. zu CERN-Workshops, Fortbildungen etc.)

Abbestellen

Mitmachen

Wer im Netzwerk als Ratschaberin oder Multiplikatorin aktiv werden möchte, kann sich hier anmelden. Wir informieren Sie/Euch dann über Möglichkeiten, sich im Netzwerk zu qualifizieren, zum Beispiel durch die Organisation oder Umgehung von Masterclasses sowie Projekten zur Teilchen- oder Astroteilchenphysik.

Kontakt

Projektkoordination Dresden
Netzwerk Teilchenwelt
TU Dresden
Institut für Kern- und Teilchenphysik
Zellischer Weg 19
01069 Dresden
Germany
Telefon: +49 (0)351 463 33760
Fax: +49 (0)351 463 33114
mail: mail@teilchenwelt.de



Kontakt aufnehmen

- ▶ Nahegelegenen Standort suchen
- ▶ Angebote des Standorts erfragen oder eigene Idee einbringen
- ▶ Mail: [Stadt]@teilchenwelt.de

Sie sind hier: Aktuelles > Standorte

Standorte: Im Netzwerk aktive Institute

Die folgenden Institute haben sich im Netzwerk Teilchenwelt zusammengeschlossen, um Astro-/Teilchenphysik für Jugendliche, Lehrkräfte und Projektleiter zu vermitteln und erlebbar zu machen:

Max-Planck-Institut für Physik (Werner-Heisenberg-Institut)

Kategorie: Teilchenphysik-Angebote, International Masterclasses, Fortbildung
Lehrkräfte/Projektleiter



In Zusammenarbeit der LMU München und des Max-Planck-Instituts für Physik (Werner-Heisenberg-Institut) werden angeboten:

Teilchenphysik-Angebote, bei denen NachwuchswissenschaftlerInnen in Schulen oder anderen Einrichtungen eine Einführung in die Teilchenphysik geben und Jugendliche echte Daten vom CERN analysieren.

International-Masterclasses, zu denen jedes Jahr im März über 200 Forschungseinrichtungen aus aller Welt einladen: Jugendliche messen echte Daten vom CERN und diskutieren ihre Ergebnisse bei einer internationalen Videokonferenz.

Teilchenphysik-Fortbildungen für Lehrkräfte und Projektleiter, die es den TeilnehmerInnen ermöglichen, mehr über aktuelle Forschung in der Teilchenphysik zu erfahren und Teilchenphysik-Masterclass zu erproben, die sie an der eigenen Schule oder Einrichtung organisieren können.

Straße: Foehringer Ring 6

PLZ/Ort: 80805 München

Telefon: 0 89 - 32 35 42 92

Website: <https://www.mpp.mpg.de/physik-fuer-alle/schulprogramm/>

E-Mail: muenchen@teilchenwelt.de

Ansprechpartner: Barbara Wankel



Hinweis: Bei Klick auf die Karte gelangen Sie zu Google Maps.



www.teilchenwelt.de

mail@teilchenwelt.de



PROJEKTLEITUNG



PARTNER



SCHIRMHERRSCHAFT



FÖRDERER

GEFÖRDERT VOM



DR. HANS RIEGEL-STIFTUNG



Anhang

Beispiele für Forschungsprojekte

- ▶ Deep Learning Models for Energy Estimation in CMS HGCAL L1 Trigger (Felix Hansen)
- ▶ First data classification at the InGrid detector at the CAST experiment using deep learning (Carolin Kohl)
- ▶ The AWAKE experiment (Björn Dörschel)
- ▶ The effects of radiation on the CMS pixel detector (Katharina Ploog)
- ▶ Machine-learning based identification of highly collimated electron pairs from boosted Z boson decays (Sophia Veneris)

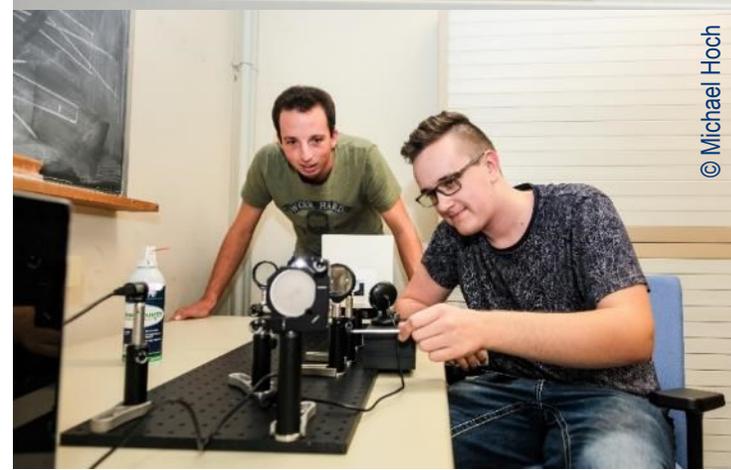
jugend  forscht



© FZ Jülich / Raif-Uwe Limbach



© Wirtschaftsjunioren NRW



© Michael Hoch

Role model Rowina Caspary

- ▶ 2012 Internship at TU Dresden
- ▶ 2013 Workshop at CERN
- ▶ 2013/14 Own research project, supervised at CERN + TUD
- ▶ 2015-17 Physics (BA) in Hamburg, internship 3. Semester in CMS group
- ▶ 2018-20 Physics (MA) in Krakow + Heidelberg
- ▶ 2019 CERN Summer Student
- ▶ Now Master Thesis with the LHCb group Heidelberg (S. Hansmann-Menzemer)



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-...				

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

