

# Netzwerk Teilchenwelt

Astro-/Teilchenphysik  
für Jugendliche und Lehrkräfte



NETZWERK  
TEILCHENWELT

# Netzwerk Teilchenwelt

- ▶ Netzwerk zwischen Wissenschaftlern, Jugendlichen im Alter von 15-19 und Lehrkräften
- ▶ mit direktem Kontakt zum CERN
- ▶ 29 Institute an 26 Orten
- ▶ Projektteam: TU Dresden / DESY in Zeuthen / CERN
- ▶ Seit 2010



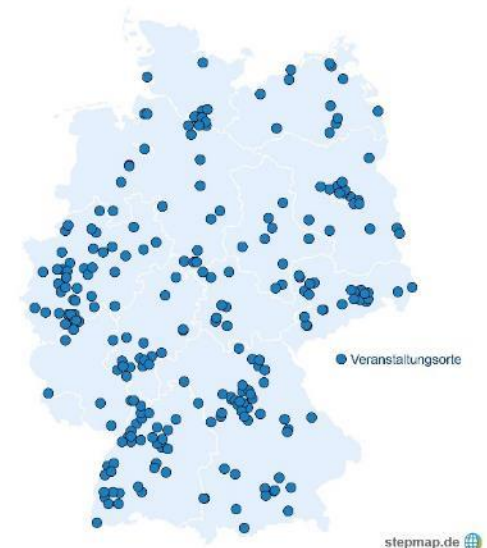
# Netzwerk Teilchenwelt

- Forschungsthemen aus der Teilchen- und Astroteilchenphysik mit aktuellen Daten und einfachen Experimenten in die Schulen bringen
- Projektziele:
  - Faszination Astro-/Teilchenphysik erleben
  - Wissenschaft kommunizieren
  - Forschung vor Ort und im Unterricht
  - Wertschätzung von Erkenntnisgewinn durch Grundlagenforschung
  - Breiten- und Spitzenförderung



# Basisprogramm: Teilchenphysik-Masterclass

- ▶ Eintägige Veranstaltung in Schulen
  - Jugendliche als Forscher für einen Tag
  - Anleitung durch Teilchenphysiker/in Experte = “Master” (Meisterkurs)
  - Nachwuchsforscher/innen gehen in die Schulen (Masteranden, Doktoranden)
  - Einführende Vorträge
  - Messung mit Originaldaten der LHC-Experimente ATLAS, CMS, ALICE oder LHCb
  - regionale Masterclasses überall in Deutschland
  - > 100 Teilchenphysik-Masterclasses pro Jahr im Netzwerk Teilchenwelt



Masterclasses 2013

# Teilchendetektor-Projekte

- ▶ 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)
- ▶ Auger-Masterclasses
- ▶ IceCube Masterclasses



Szintillationszähler



Kamiokannen

# Nebelkammern: Inhalt eines Experimentiersets

## ► 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



- Anleitungen, Hinweise für die Betreuer, Kopiervorlagen (Teilchenspuren, Kosmische Teilchen)
- Nicht enthalten sind Verbrauchsmaterialien (Isopropanol, Trockeneis) und Schutzausrüstung (Schutzbrillen, Handschuhe)

# Cosmic@Web

- ▶ Webplattform
- ▶ auswertbare Datensätze verschiedener forschungsnaher Experimente
- ▶ Freies, wissenschaftliches Arbeiten
  - in Lehrerfortbildungen präsentiert
  - erste Schülerforschungsarbeiten entstanden
- ▶ Lernen in verschiedenen Stadien
  - Grundlagenwissen, Experimentbeschreibung, Bedienungsanleitung, Glossar, Literaturhinweise
- ▶ 2 Arbeitsmodi: Standard und erweitert
  - ausführliche Analysen, Datenfilter, Anpassungen in der Darstellung

<http://cosmicatweb.desy.de>

**PHYSIK.BEGREIFEN**  
Schülerlabor in Zeuthen

Home / Angebote / Kosmische Teilchen / Cosmic@Web

**COSMIC@WEB**  
Das Webinterface von physik.begreifen in Zeuthen

Sowohl in der Wissenschaft als auch an Schulen ist es nicht immer möglich, das Experiment, mit dem man Daten sammeln möchte, vor Ort zu haben. Vor allem bei Großexperimenten in der Astroteilchenphysik spielen verschiedene Faktoren eine Rolle, z.B. Platzbedarf, jährliche Wetterbedingungen oder der Einfluss von Streulicht, eine entscheidende Standortwahl. Oft liegen dadurch mehrere Stunden Flug- und Reisezeit zwischen Büro und Forschungsort, was nicht immer notwendig, seinen Arbeitsplatz neben dem Experiment zu haben. Für die Betrachtung von kosmischen Teilchen sind insbesondere Langzeitmessungen vonnöten, um eine geeignete Statistik ableiten zu können. Die gemessenen Daten werden daher über das Internet an eine zentrale Stelle übertragen, um eine Analyse standortunabhängig zu ermöglichen.

Nun wurde dies auch für Schülerexperimente realisiert: Von Zuhause bzw. vom Klassenzimmer aus kann man an Daten verschiedener Experimenten rund um die Messung kosmischer Teilchen mittels Cosmic@Web teilnehmen. Dieses Angebot wird von Gesamtmetall – Nachwuchssicherung/think ING unterstützt und ist Teil des Angebotsspektrums im Netzwerk Teilchenwelt. Die Daten umfassen nicht nur die Messung der kosmischen Teilchen selbst. Es ist ebenfalls möglich, diese in Abhängigkeit anderer physikalischer Größen wie dem Ort, der Umgebungstemperatur zu untersuchen. Cosmic@Web bietet einen einfachen Zugriff auf große Datensätze, die dauerhaft und gesammelt werden.

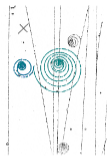


Nun wurde dies auch für Schülerexperimente realisiert: Von Zuhause bzw. vom Klassenzimmer aus kann man an Daten verschiedener Experimenten rund um die Messung kosmischer Teilchen mittels Cosmic@Web teilnehmen. Dieses Angebot wird von Gesamtmetall – Nachwuchssicherung/think ING unterstützt und ist Teil des Angebotsspektrums im Netzwerk Teilchenwelt. Die Daten umfassen nicht nur die Messung der kosmischen Teilchen selbst. Es ist ebenfalls möglich, diese in Abhängigkeit anderer physikalischer Größen wie dem Ort, der Umgebungstemperatur zu untersuchen. Cosmic@Web bietet einen einfachen Zugriff auf große Datensätze, die dauerhaft und gesammelt werden.

> Aus welchen Richtungen erreichen kosmische Teilchen die Erde?  
> Welchen Einfluss hat das Erdmagnetfeld auf kosmische Teilchen?  
> Lässt sich ein Sonnensturm nachweisen?  
> Wie lange "leben" kosmische Teilchen?

Dies sind nur ein paar von vielen interessanten Fragen, die mit Hilfe von Cosmic@Web bearbeitet werden können.

# Blasenkammeraufnahmen

- ▶ 2 Abschlussarbeiten zum Einsatz von Blasenkammerbildern in der Schule (grundlegendes und erhöhtes Anforderungsniveau)
  - ▶ Arbeitsblätter
  - ▶ Handreichung
  - ▶ GeoGebra-Links
  - ▶ Unterrichtskonzept
- ▶ [www.teilchenwelt.de/material/materialien-fuer-lehrkraefte/teilchenidentifikation-mit-detektoren/](http://www.teilchenwelt.de/material/materialien-fuer-lehrkraefte/teilchenidentifikation-mit-detektoren/)

Spur in der Blasenkammer	Rückschluss auf welches neutrale Teilchen	Prozess	Erkennungsmerkmale
			
			
			

# Mehrstufiges Angebot für Jugendliche

## Mehrstufiges Angebot für Jugendliche im Überblick



# Das Stufenprogramm von Netzwerk Teilchenwelt

Forschungsmitarbeit

10 Forschungsprojekte am  
CERN + weitere an den  
Standorten

Vertiefungsprogramm  
(CERN)



60 bei CERN-Workshops

Qualifizierungs-  
programm

ca. 250 aktive Mitarbeit

Basis-  
programm



4.000 Jugendliche pro Jahr  
arbeiteten mit  
Originaldaten und/oder  
Teilchendetektoren

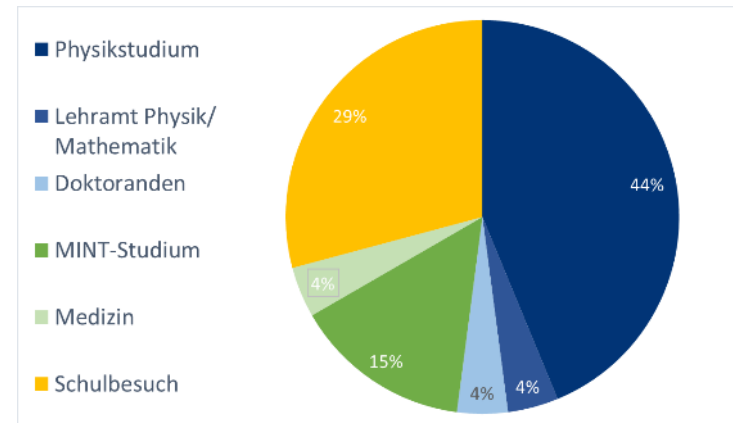
# Zentrale Akteure = Nachwuchswissenschaftler

- ▶ „Vermittler/innen“
- ▶ Doktorand/innen und Masterand/innen
- ▶ Durchführung Masterclasses
- ▶ Betreuung Schülerforschungsarbeiten
- ▶ Aufwandsentschädigung + Fahrtkosten
- ▶ Angebot 2-tägiger Weiterbildung in Wissenschaftskommunikation, Vermittlung, Präsentation und Didaktik
- ▶ Praxis in Kommunikationstechniken als „soft skill“ für eigene Karriere



# Neue Zielgruppe seit 2017: Fellows

- ▶ Alumni von NTW, vorwiegend Ehemalige von CERN-Workshops
  - ~ 50 % im Physikstudium
  - ~ 20 % MINT-Studium
  - ~ 30 % noch SuS
- ▶ Interessiert an Teilchen- und Astroteilchenphysik oder Computing
- ▶ Ziel: verstärkte Vernetzung mit den lokalen Forschungsgruppen
- Nachwuchsgewinnung





#### FOLGENDE BÄNDE SIND VERFÜGBAR:

- Mikrokurse
- Kosmische Strahlung
- Forschungsmethoden
- Wechselwirkungen und Teilchen



**KOSTENFREI  
ERHÄLTLICH!**

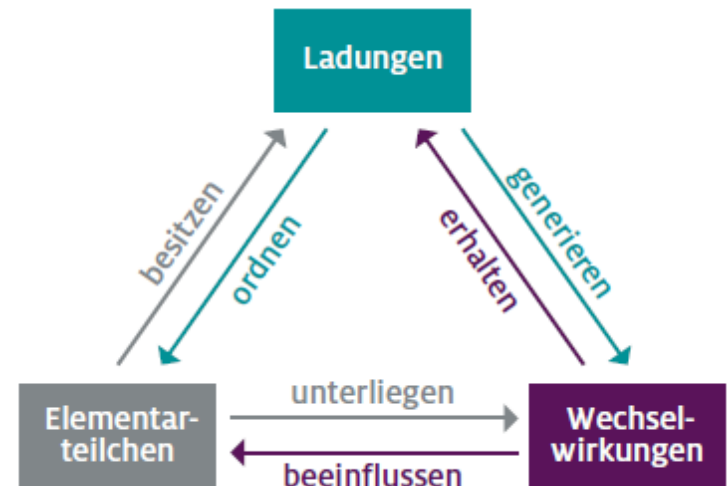
## UNTERRICHTS- MATERIALIEN ZUR TEILCHENPHYSIK

Teilchenphysik ist aktuell und spannend. Die Joachim Herz Stiftung und das Netzwerk Teilchenwelt haben gemeinsam mit Wissenschaftlern und Lehrkräften dieses Thema für den Physikunterricht aufgegriffen und eine Heftreihe mit Unterrichtsmaterialien zur Teilchenphysik entwickelt. Sie soll Lehrkräften Ideen, Anregungen und Hintergrundinformationen für ihren Unterricht geben.

Die Materialien können per E-Mail an [info@leifiphysik.de](mailto:info@leifiphysik.de) angefordert oder unter [www.leifiphysik.de/tp](http://www.leifiphysik.de/tp) heruntergeladen werden.

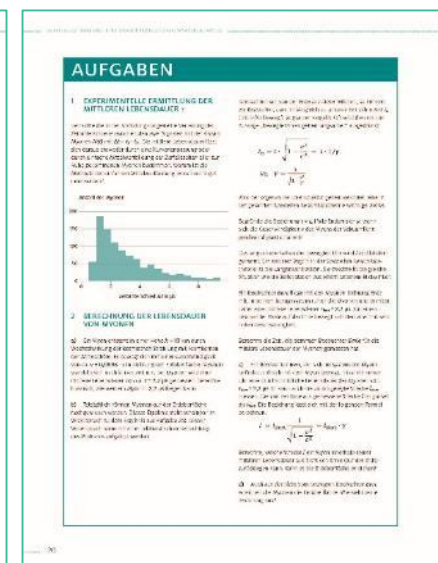
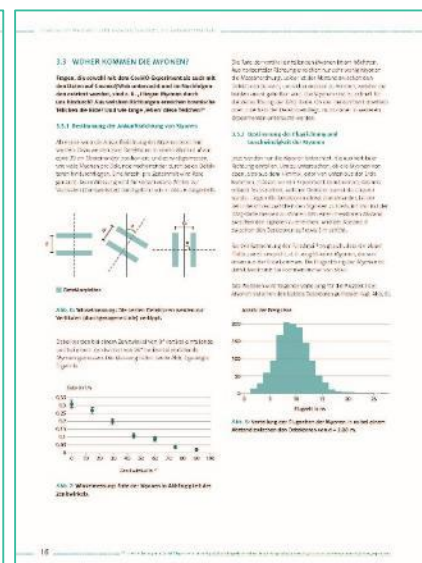
# Band 1: Ladungen, Wechselwirkungen und Teilchen

- ▶ Zentral: Ladungsbegriff
  - Ordnungsschema der Teilchen
  - Anordnung in Multipletts
  - Ladungserhaltung
- ▶ 112 Seiten
- ▶ fördert Verständnis der grundlegenden Konzepte des Standardmodells - im Gegensatz zu bloßem Auswendiglernen der Teilchen



# Band 3: Kosmische Strahlung

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



# Fortbildungen zur Teilchenphysik

## 3 Formate

- ▶ **Allgemeine Lehrerfortbildung**
  - Einführung in die Teilchenphysik mit Erarbeitung von Unterrichtssequenzen
  - 6 x pro Jahr (2018: NRW, BY, BE/BB, HH/SH, BW)
- ▶ **Multiplikatoren-Fortbildung**
  - Vermittlung theoretischer Inhalte auf erhöhtem Niveau mit speziellem Fokus auf die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften
  - Einmal jährlich (2018: BW)
- ▶ **Summer School am CERN**
  - 6-tägiges Intensivprogramm
  - Aufbauend auf Allgemeine LFB

[www.teilchenwelt.de/angebote/lehrerfortbildungen-forschung-trifft-schule/](http://www.teilchenwelt.de/angebote/lehrerfortbildungen-forschung-trifft-schule/)



# Mehrstufiges Angebot für Lehrkräfte

## Mehrstufiges Angebot für Lehrkräfte im Überblick

**1** Erleben

**BASIS-PROGRAMM** >>

**Teilnahme**

- einführende Veranstaltungen zur Astro-/Teilchenphysik
- Lehrtage der „International Masterclasses“
- Fortbildungen „Forschung trifft Schule“

**2** Vermitteln

**QUALIFIZIERUNGSPROGRAMM** >>

**Mitarbeit**

Organisation eigener Projekttag in Ihrer Einrichtung gemeinsam mit Netzwerk Teilchenwelt:

- Astro-/Teilchenphysik-Masterclasses
- Experimente mit kosmischen Teilchen

**3** Erforschen

**VERTIEFUNGSPROGRAMM/ FORSCHUNGSMITARBEIT** >>

**Projekte**

- CERN Summer School „Forschung trifft Schule“







# LEIFI Physik Portal

JOACHIM  
HERZ  
STIFTUNG



[www.leifiphysik.de/themenbereiche/teilchenphysik](http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/teilchenphysik)

	 Starke Wechselwirkung	 Schwache Wechselwirkung	 Elektromagnetische Wechselwirkung	 Gravitation
Beispiele für Wirkung	Zusammenhalt des Protons	Radioaktivität: Ein Proton wandert sich in ein Neutron um (oder umgekehrt). Kernfusion in der Sonne verschmilzt vier Protonen zu einem Heliumkern.	Radioaktivität, Licht ..., Chemische Bindungen, Photoeffekt	Anziehung zwischen Massen: Schwerkraft, Umlauf der Planeten um die Sonne
Reichweite	$10^{-16}$ m (Protonendurchmesser)	$10^{-16}$ m ( $\frac{1}{1000}$ Protonendurchmesser)	unbegrenzt	unbegrenzt
Botenteilchen	Gluonen	$W^+$ , $W^-$ , $Z^0$	Photon	
Ladung	Starke Ladung (Farbladung)	Schwache Ladung	Elektrische Ladung	
Kopplungskonstante / konstante	$\alpha_s \approx \frac{1}{13}$	$\alpha_w \approx \frac{1}{30}$	$\alpha_{em} \approx \frac{1}{137}$	$\alpha_g \sim 10^{-41}$

### 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.



### Die vier fundamentalen Wechselwirkungen

Was verstehen wir unter dem Begriff Wechselwirkung?

Physikalische Phänomene entstehen aus den Wechselwirkungen. Nach dem aktuellen Stand der Forschung können wir genau vier verschiedene Wechselwirkungen unterscheiden: die starke Wechselwirkung, die schwache Wechselwirkung, die elektromagnetische Wechselwirkung und die Gravitation. Mit diesen vier fundamentalen Wechselwirkungen können wir alle Phänomene und alle Prozesse, die wir bisher auf der Erde oder im Weltall beobachtet haben, beschreiben.

Über die Gravitation wissen wir zum Beispiel ein wenig mehr als über die anderen drei Wechselwirkungen. Die Gravitation ist die schwächste der vier Wechselwirkungen. Sie wirkt auf alle Massen ein und ist die Ursache für die Schwerkraft. Die elektromagnetische Wechselwirkung ist die zweitstärkste der vier Wechselwirkungen. Sie ist die Ursache für alle elektrischen und magnetischen Phänomene. Die starke Wechselwirkung ist die stärkste der vier Wechselwirkungen. Sie ist die Ursache für den Zusammenhalt der Atomkerne. Die schwache Wechselwirkung ist die schwächste der vier Wechselwirkungen. Sie ist die Ursache für die Radioaktivität.

Kann man die vier fundamentalen Wechselwirkungen, dann kann man die lange Liste an Kräften und physikalischen Phänomenen, die man im Laufe der Physikgeschichte kennt, erheblich verkürzen. Das ist ganz im Sinne des Prinzips der Vereinfachung.

Die Theorie des Standardmodells der Teilchenphysik beschreibt drei der vier Wechselwirkungen, die Gravitation spielt für einzelne Teilchen wegen ihrer kleinen Masse keine Rolle. Das wichtigste Erkenntnis ist dabei, dass zu jeder Wechselwirkung eine eigene Ladung gehört, die sie erzeugt. Besitzt ein Teilchen diese Ladung, so kann es die zugehörige Wechselwirkung spüren, ist also Teil der Wechselwirkung. Ist das Teilchen nicht geladen, so spürt es die Wechselwirkung nicht. Ein Neutron wird von einem Elektron elektromagnetisch nicht angezogen, weil das Neutron keine elektrische Ladung trägt, allerdings tragen beide eine schwache Ladung, so dass zwischen ihnen eine schwache Wechselwirkung stattfinden kann.

# Teilchensteckbriefe

- ▶ 61 Karten: Materie- und Antimaterieteilchen, Austauschteilchen, Higgs-Boson
- ▶ Gelegenheit zu eigenen Aktivitäten
- ▶ Ordnen, diskutieren, vertraut werden
- ▶ Handreichung mit methodischen Anregungen

[www.teilchenwelt.de/material/materialien-fuer-lehrkraefte/teilchensteckbriefe/](http://www.teilchenwelt.de/material/materialien-fuer-lehrkraefte/teilchensteckbriefe/)

## BOTENTEILCHEN UND HIGGS-TEILCHEN

## Z-TEILCHEN

NACHWEIS: 1983

Z

BOTENTEILCHEN

Masse:	$\sim 91200 \frac{\text{MeV}}{c^2}$
Elektrische Ladungszahl:	0
Starker Farbladungsvektor:	farblos $\vec{0}$
Schwache Ladungszahl:	0

Mittlere Lebensdauer:	$3 \cdot 10^{-26} \text{ s}$
Mittlere Reichweite:	$10^{-16} \text{ m}$

## W<sup>+</sup>-TEILCHEN

NACHWEIS: 1983

W<sup>+</sup>

BOTENTEILCHEN

Masse:	$\sim 80400 \frac{\text{MeV}}{c^2}$
Elektrische Ladungszahl:	+1
Starker Farbladungsvektor:	farblos $\vec{0}$
Schwache Ladungszahl:	+1

Mittlere Lebensdauer:	$3 \cdot 10^{-26} \text{ s}$
Mittlere Reichweite:	$10^{-16} \text{ m}$

## W<sup>-</sup>-TEILCHEN

NACHWEIS: 1983

W<sup>-</sup>

BOTENTEILCHEN

Masse:	$\sim 80400 \frac{\text{MeV}}{c^2}$
Elektrische Ladungszahl:	-1
Starker Farbladungsvektor:	farblos $\vec{0}$
Schwache Ladungszahl:	-1

Mittlere Lebensdauer:	$3 \cdot 10^{-26} \text{ s}$
Mittlere Reichweite:	$10^{-16} \text{ m}$

## PHOTON

NACHWEIS: 1905

γ

BOTENTEILCHEN

Masse:	$0 \frac{\text{MeV}}{c^2}$
Elektrische Ladungszahl:	0
Starker Farbladungsvektor:	farblos $\vec{0}$
Schwache Ladungszahl:	0

Mittlere Lebensdauer:	unbegrenzt
Mittlere Reichweite:	unbegrenzt

## HIGGS-TEILCHEN

NACHWEIS: 2012

H

BOTENTEILCHEN

Masse:	$\sim 125000 \frac{\text{MeV}}{c^2}$
Elektrische Ladungszahl:	0
Starker Farbladungsvektor:	farblos $\vec{0}$
Schwache Ladungszahl:	$-\frac{1}{2}$

Mittlere Lebensdauer:	$2 \cdot 10^{-22} \text{ s}$
-----------------------	------------------------------



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



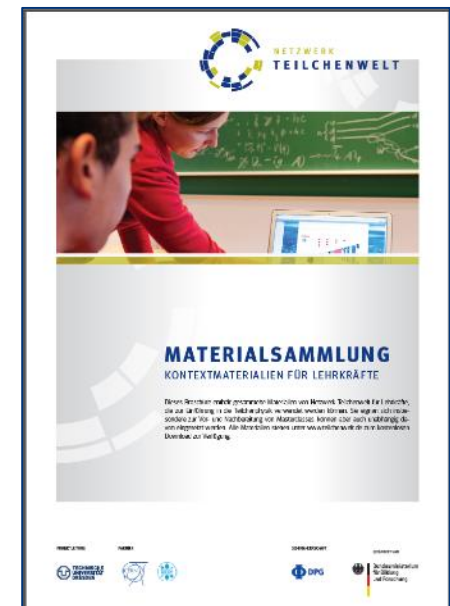
# Materialsammlung

## ► Hintergrundinformationen und Arbeitsblätter zu

- Teilchenphysik - Forschung und Anwendungen
- ATLAS-Detektor
- Teilchensteckbriefen

## ► Erhältlich als...

- Gedruckte Version
- Download als pdf [www.teilchenwelt.de/material](http://www.teilchenwelt.de/material)



# Forum

- ▶ Diskussion zu unseren Materialien
- ▶ Teilen und diskutieren eigener Unterrichtsideen
- ▶ Ideen und Anregungen zur Verbesserung der Arbeit von NTW
- ▶ Klärung von fachlichen Fragen
- ▶ [www.teilchenwelt.de/forum/](http://www.teilchenwelt.de/forum/)

# Mitmachen bei Netzwerk Teilchenwelt

- ▶ Besuchen Sie unsere Webseite
  - [www.teilchenwelt.de](http://www.teilchenwelt.de)
- ▶ Jetzt anmelden im Netzwerk Teilchenwelt
  - Unter [www.teilchenwelt.de/mitmachen](http://www.teilchenwelt.de/mitmachen)
  - Oder in die Liste einschreiben

Netzwerk Teilchenwelt						 <small>NETZWERK TEILCHENWELT</small>		
<b>Veranstaltung: Lehrtag des mathematisch naturwissenschaftlichen Unterrichts in Meißen am 09.03.17</b> Bitte in Druckbuchstaben ausfüllen.								
Nr.	Name	SchülerIn (bitte ankreuzen)	Klas- sen- stufe (bitte eintrag en)	Lehr- kraft (bitte ankreu zen)	E-Mail	Ja, ich möchte den Newsletter des Netzwerks abonnieren, erscheint ca. 4x im Jahr	Ja, ich möchte News für Jugendliche und Lehrkräfte erhalten (z. B. Anmeldungen f. CERN- Workshops)	Ja, ich möchte im Netzwerk Teilchenwelt mitmachen
1								
2								
3								

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

ORIGINALSCHAUPLATZ



SCHIRMHERRSCHAFT



PROJEKTLEITUNG



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

JOACHIM  
HERZ  
STIFTUNG



NETZWERK  
TEILCHENWELT