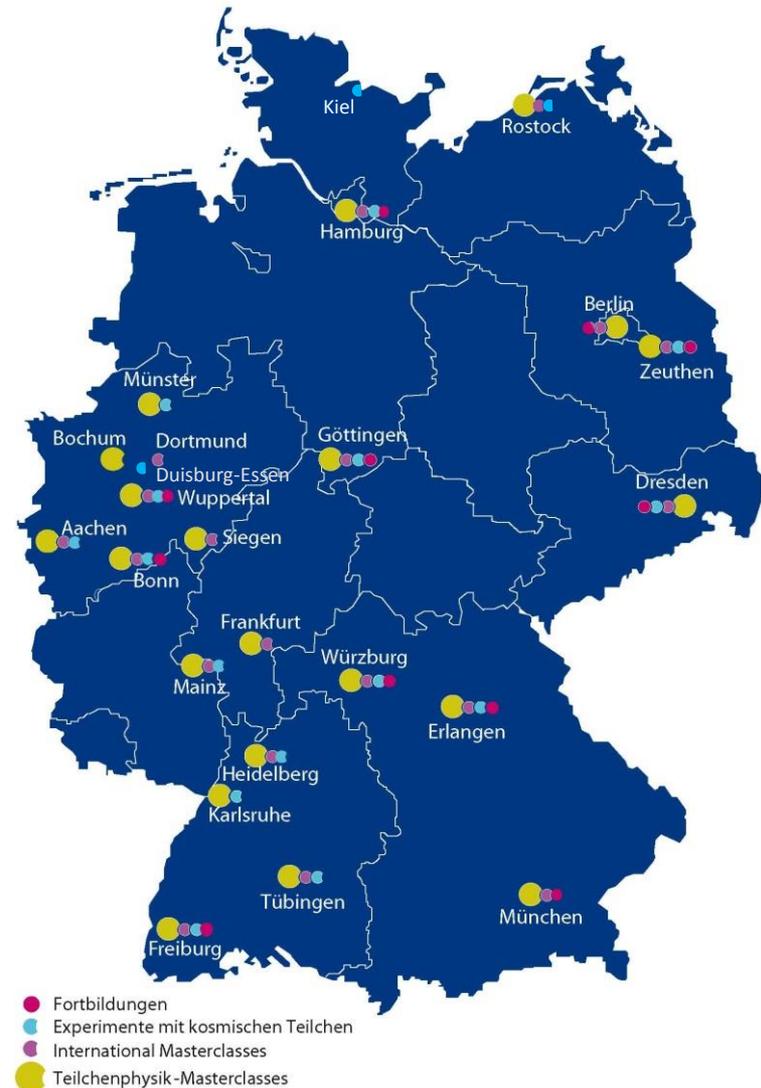


Unterrichtsmaterialien vom Netzwerk Teilchenwelt



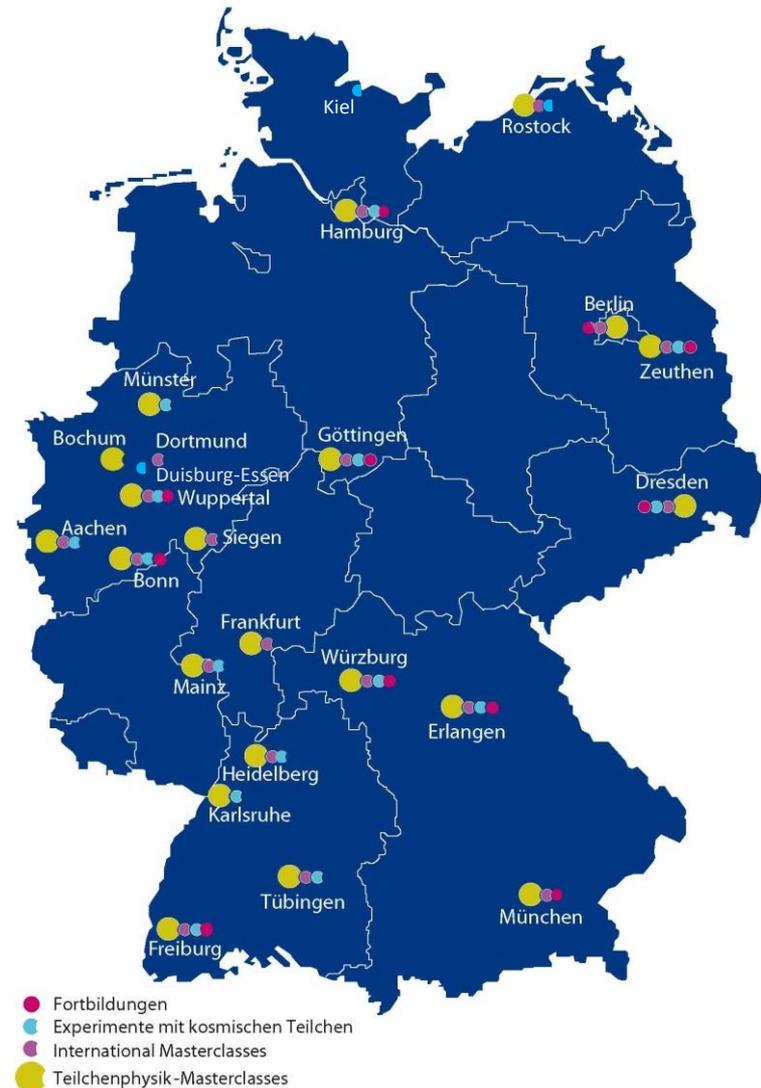
Netzwerk Teilchenwelt

- ▶ 24 Universitäten und Forschungseinrichtungen in 12 Bundesländern
 - Leitung: TU Dresden
- ▶ Netzwerk zwischen Wissenschaftlern, Jugendlichen im Alter von 15-19 Jahren und Lehrkräften mit direktem Kontakt zum CERN



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



Das Konzept: Stufenprogramm



Mehrstufiges Angebot für Lehrkräfte

Mehrstufiges Angebot für Lehrkräfte im Überblick

Teilchenphysik erleben

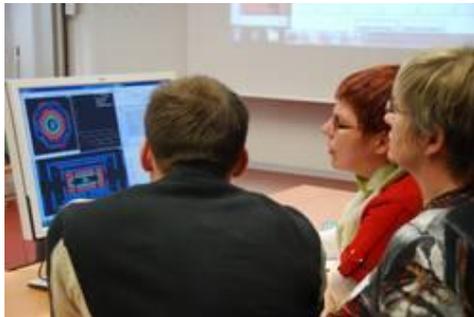
1

BASIS-PROGRAMM



Teilnahme

- Leherrtage der „Internationalen Masterclasses“
- Andere einführende Veranstaltungen



Teilchenphysik vermitteln

2

QUALIFIZIERUNGS-PROGRAMM



Mitarbeit - Teilchenwelt-MultiplikatorIn

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



Teilchenphysik erforschen

3

VERTIEFUNGSPROGRAMM/
FORSCHUNGSMITARBEIT



Projekte an Originalschauplätzen

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



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



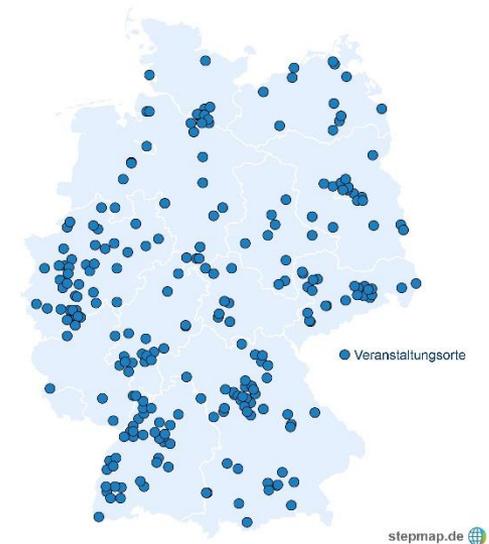
Projekte an Originalschauplätzen

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



Basisprogramm: Teilchenphysik-Masterclass

- ▶ Eintägige Veranstaltung in Schulen
 - Durchgeführt von Nachwuchswissenschaftler/inne/n (Doktorand/inn/en)
 - Einführungsvorträge
 - Eigene Messungen mit Daten der LHC-Experimente ATLAS, CMS, ALICE oder LHCb
 - Auch als Lehrerfortbildung
 - > 100 Teilchenphysik-Masterclasses im Jahr im Netzwerk Teilchenwelt



stepmap.de 

Astroteilchen-Projekte

- ▶ Szintillator-Experiment „CosMO“ und „Kamiokanne“-Experiment
 - Zur Ausleihe nach vorheriger Fortbildung
 - Geeignet für kleinere Gruppen in allen Programmstufen
 - Verschiedene Messungen (Winkel, Lebensdauer, Abschirmung)
- ▶ Nebelkammer-Sets
- ▶ Auger-Masterclasses
- ▶ IceCube Masterclasses



Kamiokannen



Szintillationszähler



Nebelkammer

Materialsammlung

► Hintergrundinformationen und Arbeitsblätter zu

- Teilchenphysik - Forschung und Anwendungen
- Standardmodell der Teilchenphysik
- Vier Wechselwirkungen
- ATLAS-Detektor
- Teilchensteckbriefe

► Erhältlich als...

- Gedruckte Version (Neuaufgabe verfügbar!)
- Download als PDF www.teilchenwelt.de/material



LEIFI Physik Portal

JOACHIM
HERZ
STIFTUNG



www.leifiphysik.de/themenbereiche/teilchenphysik

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

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^{-16} m (Protonendurchmesser)	10^{-18} m ($\frac{1}{1000}$ Protonendurchmesser)	unbegrenzt	unbegrenzt
Botenteilchen	Gluonen	W^+ , W^- , Z^0	Photon	
Ladung	Starke Ladung (Farbladung)	Schwache Ladung	Elektrische Ladung	
Kopplungsstärke/-konstante	$\alpha_g = \frac{1}{8}$	$\alpha_w = \frac{1}{30}$	$\alpha_{em} = \frac{1}{137}$	$\alpha_g \sim 10^{-44}$

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.



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 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

Quarks

2. Generation

Quarks

3. Generation

Quarks

Elektrisch geladene Leptonen

Elektrisch neutrale Leptonen

stark (Gluonen)

elektromagnetisch (Photon)

schwach (W^+ , W^- , Z^0)

Übersicht über die Bausteinteilchen der Materie

TEILCHEN- PHYSIK

UNTERRICHTSMATERIAL AB KLASSE 10

Erstellt in Kooperation mit Netzwerk Teilchenwelt

MIKROKURSE



TEILCHEN- PHYSIK

UNTERRICHTSMATERIAL AB KLASSE 10

Erstellt in Kooperation mit Netzwerk Teilchenwelt

KOSMISCHE
STRAHLUNG



FOLGENDE BÄNDE
SIND VERFÜGBAR:

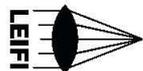
- Mikrokurse
- Kosmische Strahlung
- Forschungsmethoden
- Wechselwirkungen und Teilchen

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@leifphysik.de angefordert oder unter www.leifphysik.de/tp heruntergeladen werden.



PHYSIK



NETZWERK
TEILCHENWELT



Materialentwicklung

- Kooperation mit der Joachim Herz Stiftung
- Laufzeit: 2013 – 2016
- enge Kooperation mit Lehrkräften (NTW-Alumni), u.a. 3 Workshops
- modulare Sammlung von Handreichungen für Lehrkräfte (4 Bände)
- Kostenfrei erhältlich auf:
 - www.teilchenwelt.de/tp
 - www.leifiphysik.de/tp
 - Online oder als Druckexemplar
- 3 Bände bereits erschienen
- Der letzte folgt in wenigen Wochen



Band 1: Wechselwirkungen, Ladungen und Teilchen

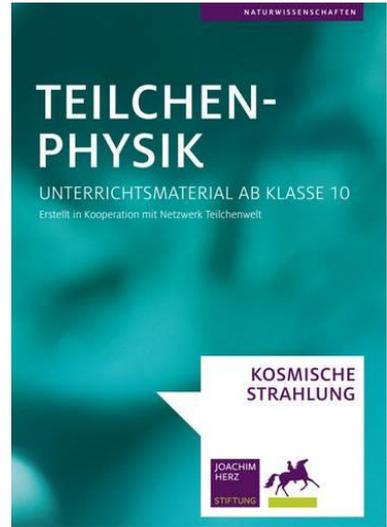
- Ca. 100 Seiten Hintergrundinformationen für Lehrkräfte
- Einführung in das Standardmodell
- Spiralcurriculum, didaktische und fachliche Hinweise
- Aufgabenblätter online

Band 2: Forschungsmethoden (in Arbeit)

- Forschungsziele
- Beschleuniger
- Detektoren
- Zahlreiche Aufgaben

Band 3: Kosmische Strahlung

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



2 INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE

2.1 INHALTLICHE ANWENDFUNGSPUNKTE IM LEHRPLAN

Die Themen der Kosmischen Strahlung sind im Lehrplan der Physik für die Klassenstufe 10/11 in der Spalte 'Wahlbereich' aufgeführt. Die Inhalte sind:

- Die Entstehung der Kosmischen Strahlung
- Die Wirkung der Kosmischen Strahlung auf die Erdoberfläche
- Die Messung der Kosmischen Strahlung
- Die Nutzung der Kosmischen Strahlung in der Medizin

2.2 VORKENNTNISSE

Die Schüler sollten vor der Bearbeitung des Materials folgende Kenntnisse mitbringen:

- Grundkenntnisse der Teilchenphysik (Teilchen, Wechselwirkungen)
- Grundkenntnisse der Statistik (Histogramme, Mittelwert, Standardabweichung)
- Grundkenntnisse der Relativitätstheorie (Längenkontraktion, Zeitdilatation)

2.3 LEHRZIELE

Die Schüler sollen nach der Bearbeitung des Materials:

- die Entstehung der Kosmischen Strahlung erklären können
- die Wirkung der Kosmischen Strahlung auf die Erdoberfläche beschreiben können
- die Messung der Kosmischen Strahlung beschreiben können
- die Nutzung der Kosmischen Strahlung in der Medizin beschreiben können

3.3 WOHER KOMMEN DIE MYONEN?

Frage: Woher kommen die Myonen? Welche Wege nehmen sie auf dem Weg von der Erdoberfläche bis zum Detektor?

3.3.1 Bestimmung der Lebensdauer von Myonen

3.3.2 Bestimmung der Lebensdauer von Myonen

3.3.3 Bestimmung der Lebensdauer von Myonen

AUFGABEN

1 EXPERIMENTELLE ERMITTLUNG DER MITTLEREN LEBENSDAUER

Die Lebensdauer τ eines Myons ist die Zeit, die es benötigt, um sich um eine Strecke L zu bewegen. Die Geschwindigkeit v ist durch $v = L/\tau$ gegeben.

2 BERECHNUNG DER LEBENSDAUER VON MYONEN

Die Lebensdauer τ eines Myons ist durch $\tau = L/v$ gegeben. Die Geschwindigkeit v ist durch $v = c \cdot \beta$ gegeben, wobei $\beta = v/c$ die Geschwindigkeitsänderung ist.

Die Lebensdauer τ eines Myons ist durch $\tau = L/v$ gegeben. Die Geschwindigkeit v ist durch $v = c \cdot \beta$ gegeben, wobei $\beta = v/c$ die Geschwindigkeitsänderung ist.

TEILCHENPHYSIK

UNTERRICHTSMATERIAL AB KLASSE 10

Erstellt in Kooperation mit Netzwerk Teilchenwelt

MIKROKURSE



Band 4: Mikrokurse

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

2 DAS AEGIS EXPERIMENT

2.1 EINSATZMÖGLICHKEITEN / ANKNÜPFUNGSPUNKTE

Das AEGIS-Experiment wird häufig in der Unterrichtspraxis zur Veranschaulichung der Erdbeschleunigung eingesetzt. Es eignet sich für die Vermittlung von Grundlagen der Mechanik, insbesondere der Kinematik und der Dynamik. Es kann auch als Beispiel für die Anwendung der Relativitätstheorie dienen.

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

Das AEGIS-Experiment am CERN ist ein Experiment zur Messung der Erdbeschleunigung mit Antiprotonen. Es besteht aus einer horizontalen Röhre, in der Antiprotonen beschleunigt werden. Die Röhre ist so konstruiert, dass die Antiprotonen während ihrer Flugzeit durch die Röhre durch die Erdbeschleunigung abgelenkt werden. Die Ablenkung wird durch die Erdbeschleunigung verursacht.

INFOBOX: AEGIS EXPERIMENT

Auf weitere Informationen zum AEGIS-Experiment finden Sie:

- auf der Website von AEGIS: <http://aegis.cern.ch/>
- auf Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/AEGIS-Experiment>
- sowie in zwei Publikationen von Abbas Khatami: <https://arxiv.org/abs/1207.1714> und <https://arxiv.org/abs/1207.1714>

AUFGABEN

1. Berechnung der Fallhöhe

Ein Stein wird aus einer Höhe h fallen gelassen. Berechne die Fallhöhe h , wenn die Fallzeit t bekannt ist.

2. Waagerechter Wurf

Ein Stein wird mit einer horizontalen Geschwindigkeit v_x aus einer Höhe h abgeworfen. Berechne die horizontale Reichweite s_x und die Fallzeit t .

3. Kinematik bei der Beschleunigung

Ein Stein wird aus der Höhe h fallen gelassen. Berechne die Geschwindigkeit v bei der Höhe $h/2$.

4. Beschleunigung der Geschwindigkeit

Ein Stein wird aus der Höhe h fallen gelassen. Berechne die Beschleunigung a aus der Geschwindigkeit v und der Fallzeit t .

INFOBOX: AEGIS EXPERIMENT

Zu jedem Mikrokurs werden Aufgaben und Lösungen bereitgestellt. Diese sind in der Aufgabenbox zu finden. Die Aufgaben sind so gestaltet, dass sie den Lernenden helfen, die im Mikrokurs behandelten Themen zu vertiefen und zu festigen.



Forum

<http://www.teilchenwelt.de/forum/>

- ▶ Diskussion zu unseren Materialien
- ▶ Teilen und diskutieren eigener Unterrichtsideen
- ▶ Ideen und Anregungen zur Verbesserung der Arbeit von NTW
- ▶ Vernetzung mit anderen Lehrkräften und Wissenschaftler
- ▶ Klärung von fachlichen Fragen

www.teilchenwelt.de

PROJEKTLEITUNG



PARTNER



SCHIRMHERRSCHAFT



FÖRDERER

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



DR. HANS RIEGEL-STIFTUNG



NETZWERK
TEILCHENWELT