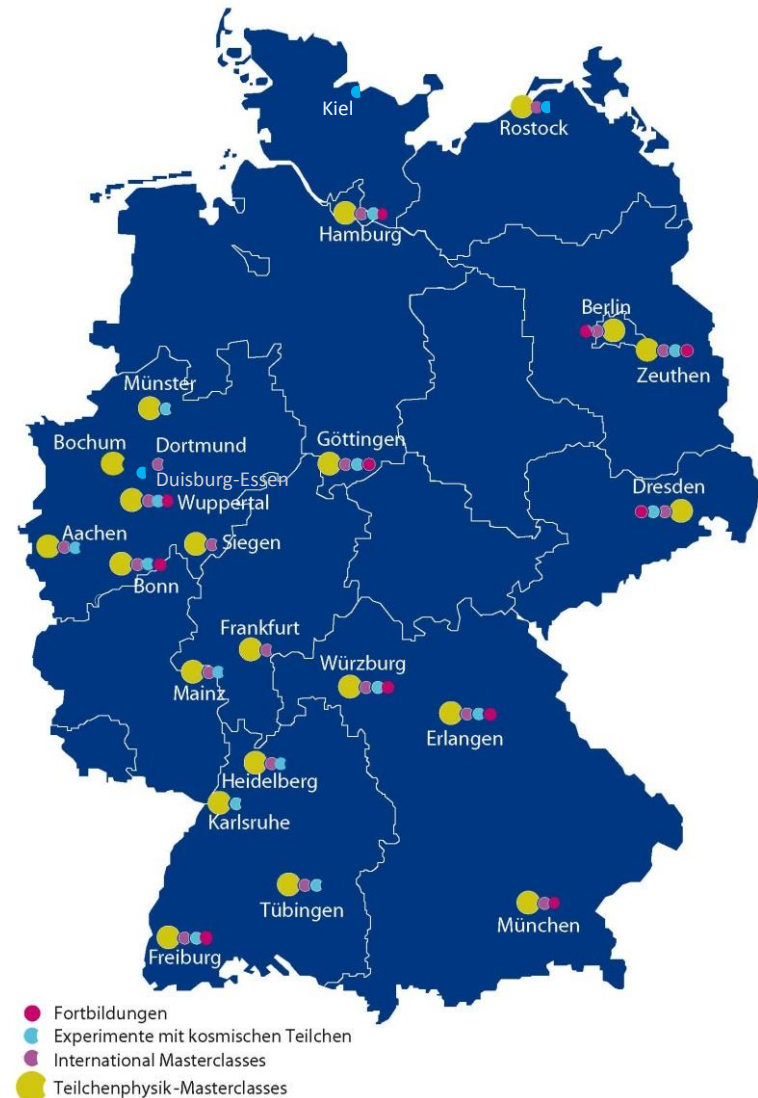


# Unterrichtsmaterialien vom Netzwerk Teilchenwelt



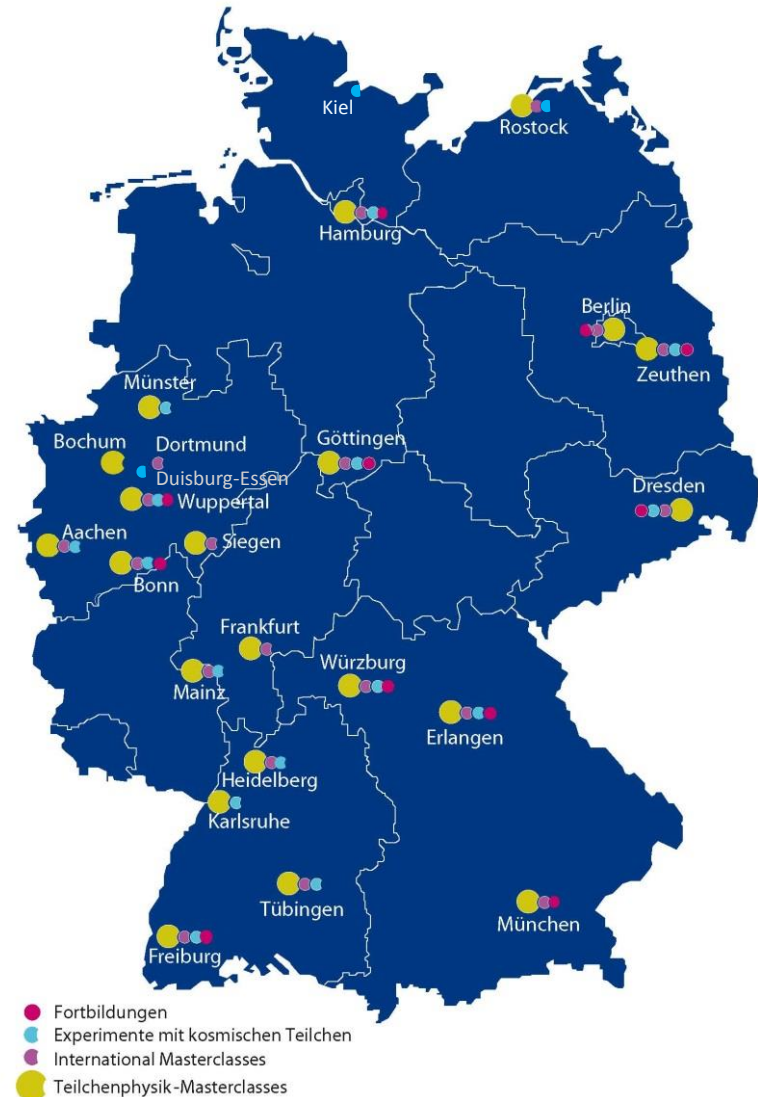
# Netzwerk Teilchenwelt

- ▶ 24 Standorte in 12 Bundesländern
  - insgesamt 26 Institute
  - 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



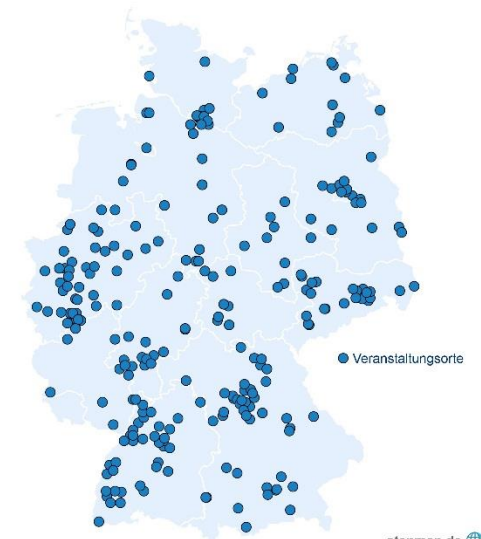
#### Projekte an Originalschauplätzen

- 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



# 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 8



# 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](http://www.teilchenwelt.de/material)



# LEIFI Physik Portal

JOACHIM  
HERZ  
STIFTUNG



[www.leifiphysik.de/themenbereiche/teilchenphysik](http://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  $\nu_e$ , das von den  $\beta$ -Zerfällen her bekannt ist und auch in großer Zahl von der Sonne zur Erde gelangt.

Die Mitglieder der 2. und 3. Generation in der 2. und 3. Spalte treten nur unter extremen Bedingungen auf, wie sie z.B. in Teilchenbeschleunigern oder in den oberen Schichten unserer Atmosphäre herrschen, wo die kosmische Strahlung auf Teilchen in unserer Atmosphäre trifft. Die Mitglieder der 3. Generation besitzen im Vergleich zu ihren Verwandten eine sehr große Masse und können daher nur in Teilchenbeschleunigern nachgewiesen werden, denn man benötigt sehr hohe Energien um diese Teilchen zu erzeugen.

Man kann die 12 Teilchen aber auch nach ihrer Ladung in verschiedene Gruppen einteilen (in der Tabelle rechts die drei Zeilen), wodurch ein erstaunlich übersichtliches Schema entsteht. Je höher die Teilchen in der Tabelle stehen, desto mehr unterschiedliche Ladungen besitzen sie.

Die **elektrisch neutralen Leptonen** in der untersten Zeile tragen lediglich eine schwache Ladung. Somit werden sie "nur" von der schwachen Wechselwirkung beeinflusst und tauschen "nur" die Botenteilchen  $W^+$ ,  $W^-$  und  $Z^0$  aus.

Die **elektrisch geladenen Leptonen** in der mittleren Zeile tragen zusätzlich eine elektrische Ladung. Somit werden sie auch von der elektromagnetischen Wechselwirkung beeinflusst und tauschen neben  $W^+$ ,  $W^-$  und  $Z^0$  auch Photonen als Botenteilchen aus.

Die **Quarks** in der obersten Zeile schließlich tragen auch noch eine starke Ladung. Sie werden also zusätzlich von der starken Wechselwirkung beeinflusst und tauschen somit außer Photonen und  $W^+$ ,  $W^-$  und  $Z^0$  Gluonen als Botenteilchen aus.

Das gleiche Bild ergibt sich für die jeweiligen Antiteilchen, hier sind lediglich alle Ladungen umgekehrt, statt einer elektrischen Ladung von  $+\frac{2}{3}$  trägt das

1. Generation

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



FOLGENDE BÄNDE  
SIND VERFÜGBAR:

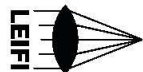
- Mikrokurse
- Kosmische Strahlung
- Forschungsmethoden
- Wechselwirkungen und Teilchen

# TEILCHEN- PHYSIK

UNTERRICHTSMATERIAL AB KLASSE 10

Erstellt in Kooperation mit Netzwerk Teilchenwelt

KOSMISCHE  
STRAHLUNG



PHYSIK



NETZWERK  
TEILCHENWELT



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.



# 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](http://www.teilchenwelt.de/tp)
  - [www.leifiphysik.de/tp](http://www.leifiphysik.de/tp)
  - Online oder als Druckexemplar
- 3 Bände bereits erschienen
- Der letzte folgt in wenigen Wochen



## Band 1: Wechselwirkungen, Ladungen und Teilchen

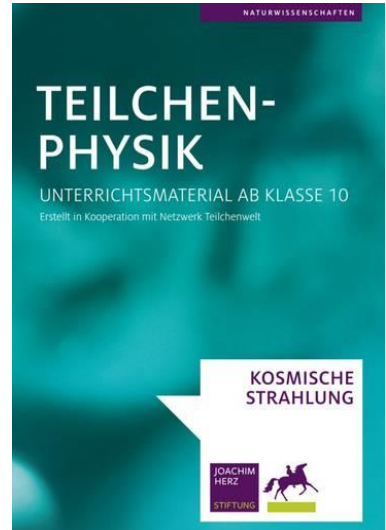
- Ca. 100 Seiten Hintergrundinformationen für Lehrkräfte
- Einführung in das Standardmodell
- Spiralcurriculum, didaktische und fachliche Hinweise
- Aufgabenblätter online

## 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 Inhalte des Buches sind in der Tabelle unten dargestellt. Die Tabelle ist in zwei Spalten unterteilt: 'Inhaltliche Anknüpfungspunkte im Lehrplan' und 'Inhaltliche Anknüpfungspunkte im Lehrplan'. Die Tabelle enthält Informationen über die Anknüpfungspunkte im Lehrplan und die Anknüpfungspunkte im Lehrplan.

### 2.2 VORKENNTNISSE

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

- Kenntnisse der Teilchenphysik
- Kenntnisse der Relativitätstheorie
- Kenntnisse der Quantenmechanik
- Kenntnisse der Elektrodynamik
- Kenntnisse der Statistik

### 2.3 LEHRZIELE

Die Schüler sollen nach der Bearbeitung des Buches folgende Ziele erreichen:

- Die Schüler sollen die Grundlagen der Teilchenphysik verstehen können.
- Die Schüler sollen die Grundlagen der Relativitätstheorie verstehen können.
- Die Schüler sollen die Grundlagen der Quantenmechanik verstehen können.
- Die Schüler sollen die Grundlagen der Elektrodynamik verstehen können.
- Die Schüler sollen die Grundlagen der Statistik verstehen können.

## 3.3 WOHER KOMMEN DIE MYONEN?

Frage: Woher kommen die Myonen, die wir in der Natur beobachten? Woher kommen die Myonen, die wir in der Natur beobachten? Woher kommen die Myonen, die wir in der Natur beobachten?

### 3.3.1 Bestimmung der Lebensdauer von Myonen

Die Lebensdauer von Myonen kann durch die Messung der Anzahl der Myonen, die in einem bestimmten Zeitraum beobachtet werden, bestimmt werden. Die Lebensdauer von Myonen kann durch die Messung der Anzahl der Myonen, die in einem bestimmten Zeitraum beobachtet werden, bestimmt werden.

### 3.3.2 Bestimmung der Lebensdauer von Myonen

Die Lebensdauer von Myonen kann durch die Messung der Anzahl der Myonen, die in einem bestimmten Zeitraum beobachtet werden, bestimmt werden. Die Lebensdauer von Myonen kann durch die Messung der Anzahl der Myonen, die in einem bestimmten Zeitraum beobachtet werden, bestimmt werden.

## AUFGABEN

### 1 EXPERIMENTELLE ERMITTLUNG DER MITTLEREN LEBENSDAUER

Die Lebensdauer von Myonen kann durch die Messung der Anzahl der Myonen, die in einem bestimmten Zeitraum beobachtet werden, bestimmt werden. Die Lebensdauer von Myonen kann durch die Messung der Anzahl der Myonen, die in einem bestimmten Zeitraum beobachtet werden, bestimmt werden.

### 2 BERECHNUNG DER LEBENSDAUER VON MYONEN

Die Lebensdauer von Myonen kann durch die Messung der Anzahl der Myonen, die in einem bestimmten Zeitraum beobachtet werden, bestimmt werden. Die Lebensdauer von Myonen kann durch die Messung der Anzahl der Myonen, die in einem bestimmten Zeitraum beobachtet werden, bestimmt werden.

$$N(t) = N_0 e^{-t/\tau}$$
$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$
$$\lambda = \frac{1}{\tau}$$

# 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 als ein Lehrbeispiel für die Anwendung der Newtonschen Gesetze angesehen. Es ist ein hervorragendes Beispiel für die Anwendung der Newtonschen Gesetze in der Praxis. Die Schüler können durch die Analyse der Flugbahn des Anti-Deuteriums die Wirkung der Schwerkraft und die Wirkung der Luftreibung untersuchen. Ein Schüler kann durch die Analyse der Flugbahn des Anti-Deuteriums die Wirkung der Schwerkraft und die Wirkung der Luftreibung untersuchen. Ein Schüler kann durch die Analyse der Flugbahn des Anti-Deuteriums die Wirkung der Schwerkraft und die Wirkung der Luftreibung untersuchen.

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

Das AEGIS-Experiment am CERN ist ein hervorragendes Beispiel für die Anwendung der Newtonschen Gesetze in der Praxis. Die Schüler können durch die Analyse der Flugbahn des Anti-Deuteriums die Wirkung der Schwerkraft und die Wirkung der Luftreibung untersuchen. Ein Schüler kann durch die Analyse der Flugbahn des Anti-Deuteriums die Wirkung der Schwerkraft und die Wirkung der Luftreibung untersuchen.

**INFOBOX: AEGIS EXPERIMENT**

Auf weitere Informationen zum AEGIS-Experiment findet man:

- auf der Website von AEGIS: <http://aegis.cern.ch/>
- auf Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/AEGIS-Experiment>
- sowie in zwei Publikationen von Abbas Khatami: <http://www.aegis.cern.ch/aegis/theses/thesis2012/thesis2012.pdf> und <http://www.aegis.cern.ch/aegis/theses/thesis2012/thesis2012.pdf>

### AUFGABEN

**1. Berechnung der Fallhöhe h**

Die Höhe h der Fallhöhe wird durch die Gleichung  $h = \frac{1}{2} g t^2$  beschrieben, wobei  $t$  die Zeitdauer ist, die die Kugel bis zum Auftreffen auf den Boden benötigt. Die Fallhöhe h ist durch die Gleichung  $h = \frac{1}{2} g t^2$  beschrieben, wobei  $t$  die Zeitdauer ist, die die Kugel bis zum Auftreffen auf den Boden benötigt.

**2. Vorgehensweise**

Die Kugel wird von der Höhe h mit der Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  horizontal abgeschossen. Die Fallhöhe h ist durch die Gleichung  $h = \frac{1}{2} g t^2$  beschrieben, wobei  $t$  die Zeitdauer ist, die die Kugel bis zum Auftreffen auf den Boden benötigt.

**3. Vorgehensweise bei der Bestimmung der Fallhöhe h**

Die Kugel wird von der Höhe h mit der Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  horizontal abgeschossen. Die Fallhöhe h ist durch die Gleichung  $h = \frac{1}{2} g t^2$  beschrieben, wobei  $t$  die Zeitdauer ist, die die Kugel bis zum Auftreffen auf den Boden benötigt.

**4. Bestimmung der Geschwindigkeit der Kugel**

Die Kugel wird von der Höhe h mit der Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  horizontal abgeschossen. Die Fallhöhe h ist durch die Gleichung  $h = \frac{1}{2} g t^2$  beschrieben, wobei  $t$  die Zeitdauer ist, die die Kugel bis zum Auftreffen auf den Boden benötigt.

**INFOBOX: VITELO-CHEN**

Zu jedem Materialblock enthält die Teilchenwelt eine detaillierte Beschreibung der Eigenschaften der Teilchen. Die Teilchenwelt enthält eine detaillierte Beschreibung der Eigenschaften der Teilchen. Die Teilchenwelt enthält eine detaillierte Beschreibung der Eigenschaften der Teilchen.



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

ORIGINALSCHAUPLATZ



SCHIRMHERRSCHAFT



PROJEKTLEITUNG



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

JOACHIM  
HERZ  
STIFTUNG

