



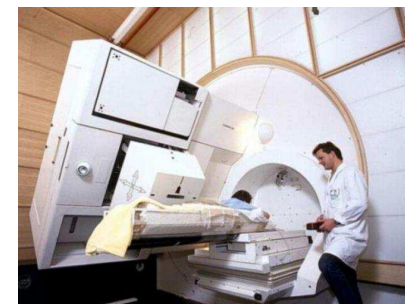
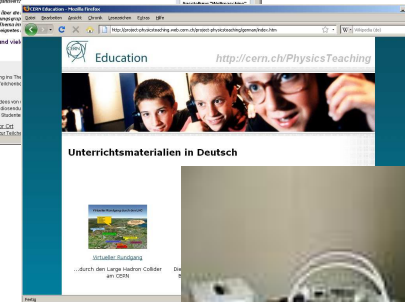
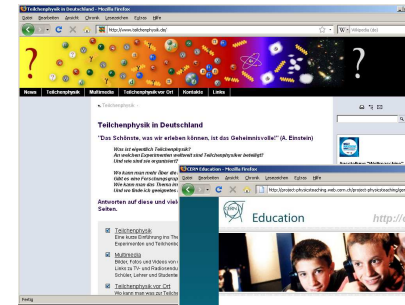
# Unterrichtsmaterialien zur Teilchenphysik

## + Technologietransfer

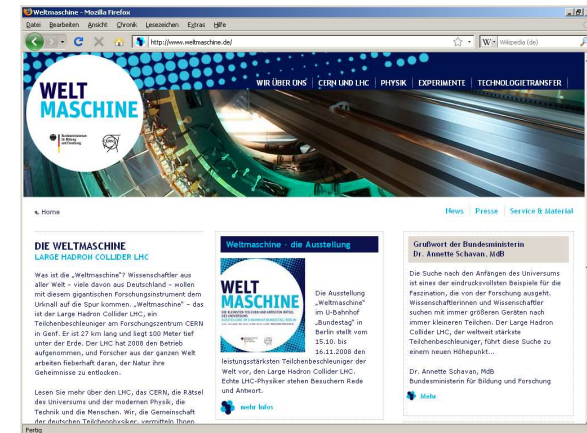
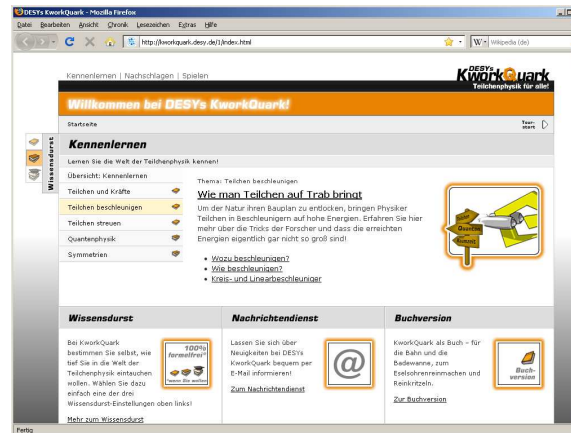
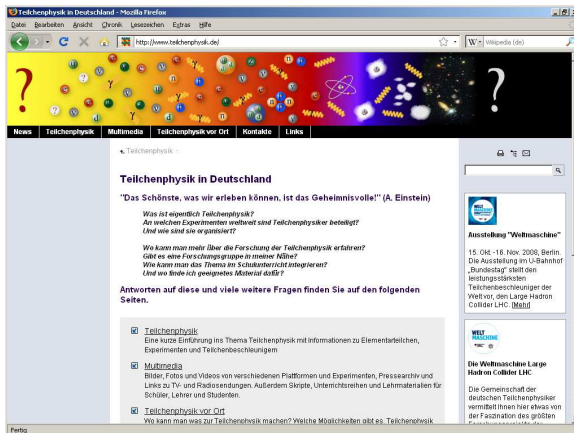
# Inhalt



- Materialien zur Teilchenphysik
- Materialien zu CERN und LHC
- Demonstrationsexperimente zur Teilchenphysik
- Technologietransfer



# Materialien zur Teilchenphysik





Teilchenphysik in Deutschland - Mozilla Firefox

http://www.teilchenphysik.de/

News Teilchenphysik Multimedia Teilchenphysik vor Ort Kontakte Links

## Teilchenphysik in Deutschland

"Das Schönste, was wir erleben können, ist das Geheimnisvolle!" (A. Einstein)

*Was ist eigentlich Teilchenphysik?  
An welchen Experimenten weltweit sind Teilchenphysiker beteiligt?  
Und wie sind sie organisiert?*

*Wo kann man mehr über die Forschung der Teilchenphysik erfahren?  
Gibt es eine Forschungsgruppe in meiner Nähe?  
Wie kann man das Thema im Schulunterricht integrieren?  
Und wo finde ich geeignetes Material dafür?*

Antworten auf diese und viele weitere Fragen finden Sie auf den folgenden Seiten.

- [Teilchenphysik](#)  
Eine kurze Einführung ins Thema Teilchenphysik mit Informationen zu Elementarteilchen, Experimenten und Teilchenbeschleunigern
- [Multimedia](#)  
Bilder, Fotos und Videos von verschiedenen Plattformen und Experimenten, Pressearchive und Links zu TV- und Radiosendungen. Außerdem Skripte, Unterrichtsreihen und Lehrmaterialien für Schüler, Lehrer und Studenten.
- [Teilchenphysik vor Ort](#)  
Wo kann man was zur Teilchenphysik machen? Welche Möglichkeiten gibt es. Teilchenphysik

Fertig

Ausstellung "Weltmaschine"

15. Okt. -16. Nov. 2008, Berlin.  
Die Ausstellung im U-Bahnhof "Bundestag" stellt den leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger der Welt vor, den Large Hadron Collider LHC. [\[Mehr\]](#)

Die Weltmaschine Large Hadron Collider LHC

Die Gemeinschaft der deutschen Teilchenphysiker vermittelt Ihnen hier etwas von der Faszination des größten Beschleunigers der Welt.



Teilchenphysik in Deutschland - Mozilla Firefox

Datei Bearbeiten Ansicht Chronik Lesezeichen Extras Hilfe

http://www.teilchenphysik.de/ Wikipedia (de)

News Teilchenphysik Multimedia Teilchenphysik vor Ort Kontakte Links

← Teilchenphysik :

## Teilchenphysik in Deutschland

"Das Schönste, was wir erleben können, ist das Geheimnisvolle!" (A. Einstein)

*Was ist eigentlich Teilchenphysik?  
An welchen Experimenten weltweit sind Teilchenphysiker beteiligt?  
Und wie sind sie organisiert?*

*Wo kann man mehr über die Forschung der Teilchenphysik erfahren?  
Gibt es eine Forschungsgruppe in meiner Nähe?  
Wie kann man das Thema im Schulunterricht integrieren?  
Und wo finde ich geeignetes Material dafür?*

**Antworten auf diese und viele weitere Fragen finden Sie auf den folgenden Seiten.**

- [Teilchenphysik](#)  
Eine kurze Einführung ins Thema Teilchenphysik mit Informationen zu Elementarteilchen, Experimenten und Teilchenbeschleunigern
- [Multimedia](#)  
Bilder, Fotos und Videos von verschiedenen Plattformen und Experimenten, Pressearchiv und Links zu TV- und Radiosendungen. Außerdem Skripte, Unterrichtsreihen und Lehrmaterialien für Schüler, Lehrer und Studenten.
- [Teilchenphysik vor Ort](#)  
Wo kann man was zur Teilchenphysik machen? Welche Möglichkeiten gibt es. Teilchenphysik

🖨️ 📧 ✉️

🔍

**Ausstellung "Weltmaschine"**

15. Okt. -16. Nov. 2008, Berlin.  
Die Ausstellung im U-Bahnhof „Bundestag“ stellt den leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger der Welt vor, den Large Hadron Collider LHC. [\[Mehr\]](#)

**Die Weltmaschine Large Hadron Collider LHC**

Die Gemeinschaft der deutschen Teilchenphysiker vermittelt Ihnen hier etwas von der Faszination des größten Beschleunigers der Welt.

Fertig

Teilchenphysik in Deutschland - Mozilla Firefox

Datei Bearbeiten Ansicht Chronik Lesezeichen Extras Hilfe

http://www.teilchenphysik.de/

Wikipedia (de)



News **Teilchenphysik** Multimedia Teilchenphysik vor Ort Kontakte Links

Nachrichten  
Veranstaltungen

← Teilchenphysik :

## Teilchenphysik in Deutschland

"Das Schönste, was wir erleben können, ist das Geheimnisvolle!" (A. Einstein)

*Was ist eigentlich Teilchenphysik?  
An welchen Experimenten weltweit sind Teilchenphysiker beteiligt?  
Und wie sind sie organisiert?*

*Wo kann man mehr über die Forschung der Teilchenphysik erfahren?  
Gibt es eine Forschungsgruppe in meiner Nähe?  
Wie kann man das Thema im Schulunterricht integrieren?  
Und wo finde ich geeignetes Material dafür?*

**Antworten auf diese und viele weitere Fragen finden Sie auf den folgenden Seiten.**

- [Teilchenphysik](#)  
Eine kurze Einführung ins Thema Teilchenphysik mit Informationen zu Elementarteilchen, Experimenten und Teilchenbeschleunigern
- [Multimedia](#)  
Bilder, Fotos und Videos von verschiedenen Plattformen und Experimenten, Pressearchiv und Links zu TV- und Radiosendungen. Außerdem Skripte, Unterrichtsreihen und Lehrmaterialien für Schüler, Lehrer und Studenten.
- [Teilchenphysik vor Ort](#)  
Wo kann man was zur Teilchenphysik machen? Welche Möglichkeiten gibt es. Teilchenphysik

http://www.teilchenphysik.de/e5/


🖨️ 📧

🔍



**Ausstellung "Weltmaschine"**

15. Okt. -16. Nov. 2008, Berlin.  
Die Ausstellung im U-Bahnhof „Bundestag“ stellt den leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger der Welt vor, den Large Hadron Collider LHC. [\[Mehr\]](#)



**Die Weltmaschine Large Hadron Collider LHC**

Die Gemeinschaft der deutschen Teilchenphysiker vermittelt Ihnen hier etwas von der Faszination des größten Beschleunigers der Welt.

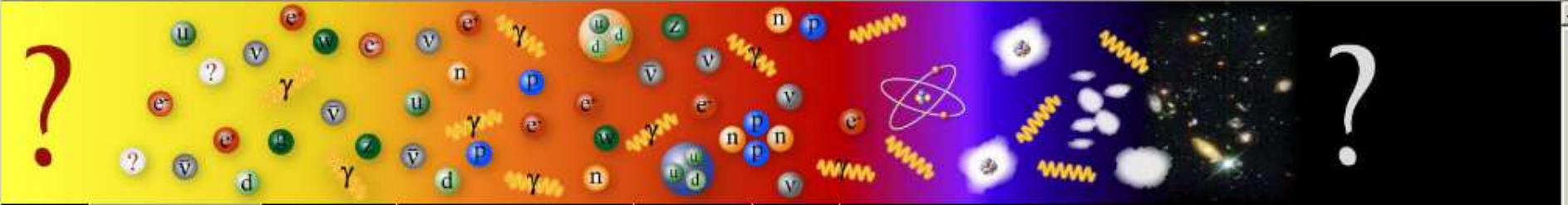


Teilchenphysik in Deutschland - Mozilla Firefox

Datei Bearbeiten Ansicht Chronik Lesezeichen Extras Hilfe

http://www.teilchenphysik.de/

Wikipedia (de)



**News** **Teilchenphysik** **Multimedia** **Teilchenphysik vor Ort** **Kontakte** **Links**

Elementarteilchen  
Kräfte  
Beschleuniger  
Experimente  
Kosmologie  
Jenseits des Standardmodells  
Anwendungen

Teilchenphysik in Deutschland

**"Das Schönste, was wir erleben können, ist das Geheimnisvolle!" (A. Einstein)**

*Was ist eigentlich Teilchenphysik?  
An welchen Experimenten weltweit sind Teilchenphysiker beteiligt?  
Und wie sind sie organisiert?*

*Wo kann man mehr über die Forschung der Teilchenphysik erfahren?  
Gibt es eine Forschungsgruppe in meiner Nähe?  
Wie kann man das Thema im Schulunterricht integrieren?  
Und wo finde ich geeignetes Material dafür?*

**Antworten auf diese und viele weitere Fragen finden Sie auf den folgenden Seiten.**

- [Teilchenphysik](#)  
Eine kurze Einführung ins Thema Teilchenphysik mit Informationen zu Elementarteilchen, Experimenten und Teilchenbeschleunigern
- [Multimedia](#)  
Bilder, Fotos und Videos von verschiedenen Plattformen und Experimenten, Pressearchiv und Links zu TV- und Radiosendungen. Außerdem Skripte, Unterrichtsreihen und Lehrmaterialien für Schüler, Lehrer und Studenten.
- [Teilchenphysik vor Ort](#)  
Wo kann man was zur Teilchenphysik machen? Welche Möglichkeiten gibt es. Teilchenphysik

http://www.teilchenphysik.de/e25/

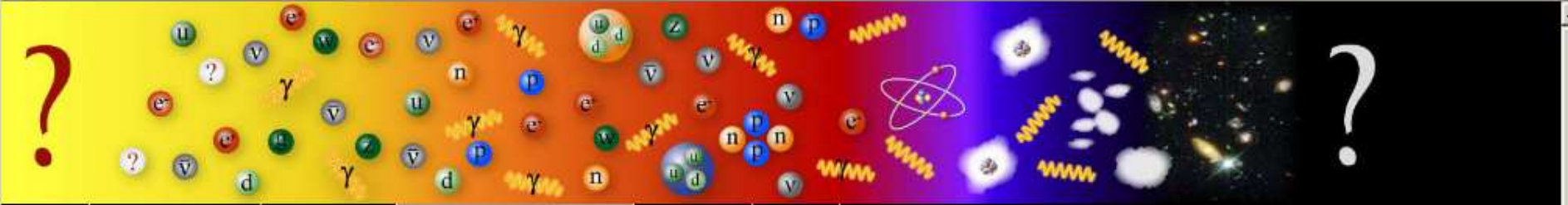
**Ausstellung "Weltmaschine"**  
15. Okt. -16. Nov. 2008, Berlin.  
Die Ausstellung im U-Bahnhof „Bundestag“ stellt den leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger der Welt vor, den Large Hadron Collider LHC. [\[Mehr\]](#)

**Die Weltmaschine Large Hadron Collider LHC**  
Die Gemeinschaft der deutschen Teilchenphysiker vermittelt Ihnen hier etwas von der Faszination des größten Beschleunigers der Welt.

Teilchenphysik in Deutschland - Mozilla Firefox

Datei Bearbeiten Ansicht Chronik Lesezeichen Extras Hilfe

http://www.teilchenphysik.de/



**News** **Teilchenphysik** **Multimedia** **Teilchenphysik vor Ort** **Kontakte** **Links**

Teilchenphysik in Deutschland

- Vorträge für Jedermann
- Führungen und Besichtigungen
- Angebote für Schüler
- Fortbildungen für Lehrer
- Programme für Studenten

**"Das Schönste, was wir erreichen können, ist das Geheimnisvolle!" (A. Einstein)**

*Was ist eigentlich Teilchenphysik?  
An welchen Experimenten weltweit sind Teilchenphysiker beteiligt?  
Und wie sind sie organisiert?*

*Wo kann man mehr über die Forschung der Teilchenphysik erfahren?  
Gibt es eine Forschungsgruppe in meiner Nähe?  
Wie kann man das Thema im Schulunterricht integrieren?  
Und wo finde ich geeignetes Material dafür?*

**Antworten auf diese und viele weitere Fragen finden Sie auf den folgenden Seiten.**

- [Teilchenphysik](#)  
Eine kurze Einführung ins Thema Teilchenphysik mit Informationen zu Elementarteilchen, Experimenten und Teilchenbeschleunigern
- [Multimedia](#)  
Bilder, Fotos und Videos von verschiedenen Plattformen und Experimenten, Pressearchive und Links zu TV- und Radiosendungen. Außerdem Skripte, Unterrichtsreihen und Lehrmaterialien für Schüler, Lehrer und Studenten.
- [Teilchenphysik vor Ort](#)  
Wo kann man was zur Teilchenphysik machen? Welche Möglichkeiten gibt es. Teilchenphysik

http://www.teilchenphysik.de/e166/

Suche

**Ausstellung "Weltmaschine"**

15. Okt. -16. Nov. 2008, Berlin.  
Die Ausstellung im U-Bahnhof „Bundestag“ stellt den leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger der Welt vor, den Large Hadron Collider LHC. [\[Mehr\]](#)

**Die Weltmaschine Large Hadron Collider LHC**

Die Gemeinschaft der deutschen Teilchenphysiker vermittelt Ihnen hier etwas von der Faszination des größten Beschleunigers der Welt.

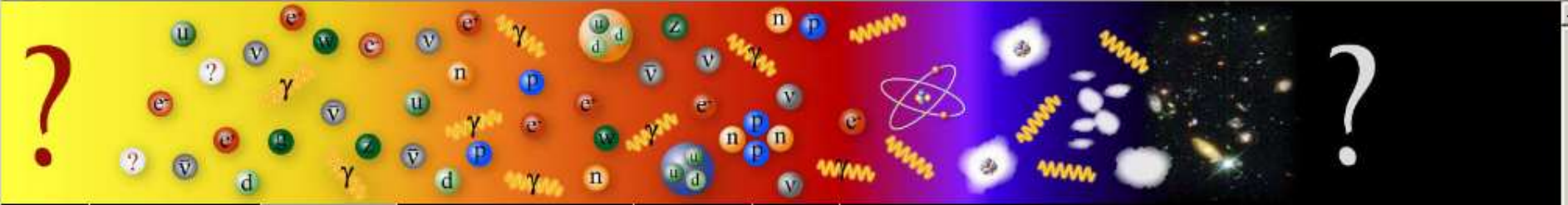


Teilchenphysik in Deutschland - Mozilla Firefox

Datei Bearbeiten Ansicht Chronik Lesezeichen Extras Hilfe

http://www.teilchenphysik.de/

Wikipedia (de)



News Teilchenphysik Multimedia Teilchenphysik vor Ort Kontakte Links

Vorträge  
In der Presse  
Informationsmaterial  
Lehr- und Lernmodule

## in Deutschland

**"Das Schönste, was wir erleben können, ist das Geheimnisvolle!" (A. Einstein)**

*Was ist eigentlich Teilchenphysik?  
An welchen Experimenten weltweit sind Teilchenphysiker beteiligt?  
Und wie sind sie organisiert?*

*Wo kann man mehr über die Forschung der Teilchenphysik erfahren?  
Gibt es eine Forschungsgruppe in meiner Nähe?  
Wie kann man das Thema im Schulunterricht integrieren?  
Und wo finde ich geeignetes Material dafür?*

**Antworten auf diese und viele weitere Fragen finden Sie auf den folgenden Seiten.**

- [Teilchenphysik](#)  
Eine kurze Einführung ins Thema Teilchenphysik mit Informationen zu Elementarteilchen, Experimenten und Teilchenbeschleunigern
- [Multimedia](#)  
Bilder, Fotos und Videos von verschiedenen Plattformen und Experimenten, Pressearchiv und Links zu TV- und Radiosendungen. Außerdem Skripte, Unterrichtsreihen und Lehrmaterialien für Schüler, Lehrer und Studenten.
- [Teilchenphysik vor Ort](#)  
Wo kann man was zur Teilchenphysik machen? Welche Möglichkeiten gibt es. Teilchenphysik

http://www.teilchenphysik.de/e26/

WELT MASCHINE

**Ausstellung "Weltmaschine"**

15. Okt. -16. Nov. 2008, Berlin.  
Die Ausstellung im U-Bahnhof „Bundestag“ stellt den leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger der Welt vor, den Large Hadron Collider LHC. [\[Mehr\]](#)

WELT MASCHINE

**Die Weltmaschine Large Hadron Collider LHC**

Die Gemeinschaft der deutschen Teilchenphysiker vermittelt Ihnen hier etwas von der Faszination des größten Beschleunigers der Welt.



Teilchenphysik in Deutschland - Mozilla Firefox

Datei Bearbeiten Ansicht Chronik Lesezeichen Extras Hilfe

http://www.teilchenphysik.de/

Wikipedia (de)

News Teilchenphysik Multimedia Teilchenphysik vor Ort Kontakte Links

Vorträge  
In der Presse  
Informationsmaterial  
Lehr- und Lernmodule

**in Deutschland**

**"Das Schönste, was wir erleben können, ist das Geheimnisvolle!" (A. Einstein)**

*Was ist eigentlich Teilchenphysik?  
An welchen Experimenten weltweit sind Teilchenphysiker beteiligt?  
Und wie sind sie organisiert?*

*Wo kann man mehr über die Forschung der Teilchenphysik erfahren?  
Gibt es eine Forschungsgruppe in meiner Nähe?  
Wie kann man das Thema im Schulunterricht integrieren?  
Und wo finde ich geeignetes Material dafür?*

**Antworten auf diese und viele weitere Fragen finden Sie auf den folgenden Seiten.**

- [Teilchenphysik](#)  
Eine kurze Einführung ins Thema Teilchenphysik mit Informationen zu Elementarteilchen, Experimenten und Teilchenbeschleunigern
- [Multimedia](#)  
Bilder, Fotos und Videos von verschiedenen Plattformen und Experimenten, Pressearchiv und Links zu TV- und Radiosendungen. Außerdem Skripte, Unterrichtsreihen und Lehrmaterialien für Schüler, Lehrer und Studenten.
- [Teilchenphysik vor Ort](#)  
Wo kann man was zur Teilchenphysik machen? Welche Möglichkeiten gibt es. Teilchenphysik

http://www.teilchenphysik.de/e26/

WELT MASCHINE

**Ausstellung "Weltmaschine"**

15. Okt. -16. Nov. 2008, Berlin.  
Die Ausstellung im U-Bahnhof „Bundestag“ stellt den leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger der Welt vor, den Large Hadron Collider LHC. [\[Mehr\]](#)

WELT MASCHINE

**Die Weltmaschine Large Hadron Collider LHC**

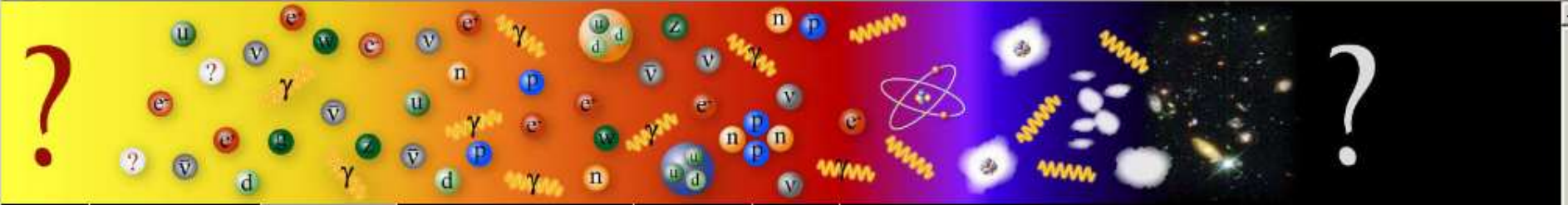
Die Gemeinschaft der deutschen Teilchenphysiker vermittelt Ihnen hier etwas von der Faszination des größten Beschleunigers der Welt.

Lehr- und Lernmodule - Mozilla Firefox

Datei Bearbeiten Ansicht Chronik Lesezeichen Extras Hilfe

http://www.teilchenphysik.de/e26/e51/

Wikipedia (de)



**News** **Teilchenphysik** **Multimedia** **Teilchenphysik vor Ort** **Kontakte** **Links**

← Teilchenphysik ▶ Multimedia ▶ Lehr- und Lernmodule ▶


## Lehr- und Lernmodule

Unterrichtsreihen für Lehrer und Schüler

- [Unterrichtsreihen und Evaluationen](#)  
Staatsarbeiten und Dokumentationen von Unterrichtsreihen
- [Lernsysteme und Unterrichtsmaterialien](#)  
Websysteme zum Lernen über Teilchenphysik
- [Vorlesungsskripte](#)  
Für Studenten - Vorlesungen zum Nachlesen
- [Multimedia für die Schule](#)  
Materialien für Lehrer


Fertig

🖨️ 📄 ✉️



### Ausstellung "Weltmaschine"

15. Okt. -16. Nov. 2008, Berlin.  
Die Ausstellung im U-Bahnhof „Bundestag“ stellt den leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger der Welt vor, den Large Hadron Collider LHC. [\[Mehr\]](#)



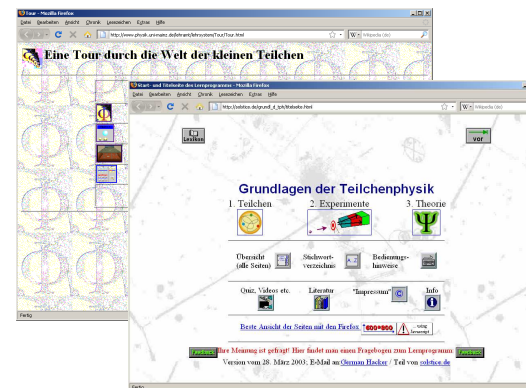
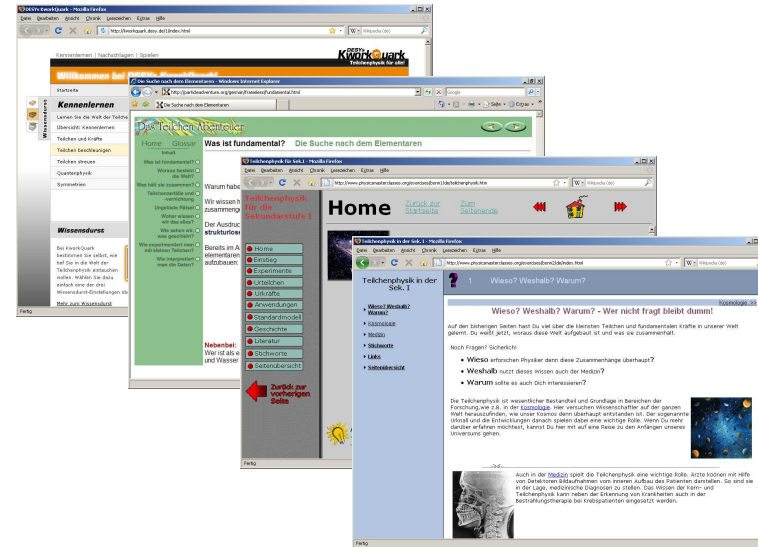
### Die Weltmaschine Large Hadron Collider LHC

Die Gemeinschaft der deutschen Teilchenphysiker vermittelt Ihnen hier etwas von der Faszination des größten Beschleunigers der Welt.

# Webbasierte Lernsysteme



- Allgemeinverständlich
  - Kworkquark (DESY)
  - Das Teilchen-Abenteuer
- Sekundarstufe I
  - Eine Reise durch die Welt der kleinsten Teilchen (Uni Bonn)
  - Kosmologie und Medizin (Uni Bonn)
- Sekundarstufe II
  - Lehrsystem Teilchenphysik (Uni Mainz)
  - Grundlagen der Teilchenphysik (Uni Erlangen)





# Kworkquark



DESYs KworkQuark - Mozilla Firefox

http://kworkquark.desy.de/1/index.html

Wikipedia (de)

Kennenlernen | Nachschlagen | Spielen

## Willkommen bei DESYs KworkQuark!

Startseite Tour-start

### Wissensdurst

#### Kennenlernen

Lernen Sie die Welt der Teilchenphysik kennen!

Übersicht: Kennenlernen


- Teilchen und Kräfte
- Teilchen beschleunigen**
- Teilchen streuen
- Quantenphysik
- Symmetrien

Thema: Teilchen beschleunigen

#### Wie man Teilchen auf Trab bringt

Um der Natur ihren Bauplan zu entlocken, bringen Physiker Teilchen in Beschleunigern auf hohe Energien. Erfahren Sie hier mehr über die Tricks der Forscher und dass die erreichten Energien eigentlich gar nicht so groß sind!


- [Wozu beschleunigen?](#)
- [Wie beschleunigen?](#)
- [Kreis- und Linearbeschleuniger](#)



### Wissensdurst

Bei KworkQuark bestimmen Sie selbst, wie tief Sie in die Welt der Teilchenphysik eintauchen wollen. Wählen Sie dazu einfach eine der drei Wissensdurst-Einstellungen oben links!


[Mehr zum Wissensdurst](#)



### Nachrichtendienst

Lassen Sie sich über Neuigkeiten bei DESYs KworkQuark bequem per E-Mail informieren!


[Zum Nachrichtendienst](#)



### Buchversion

KworkQuark als Buch - für die Bahn und die Badewanne, zum Eselsohrenreinmachen und Reinkritzeln.

[Zur Buchversion](#)

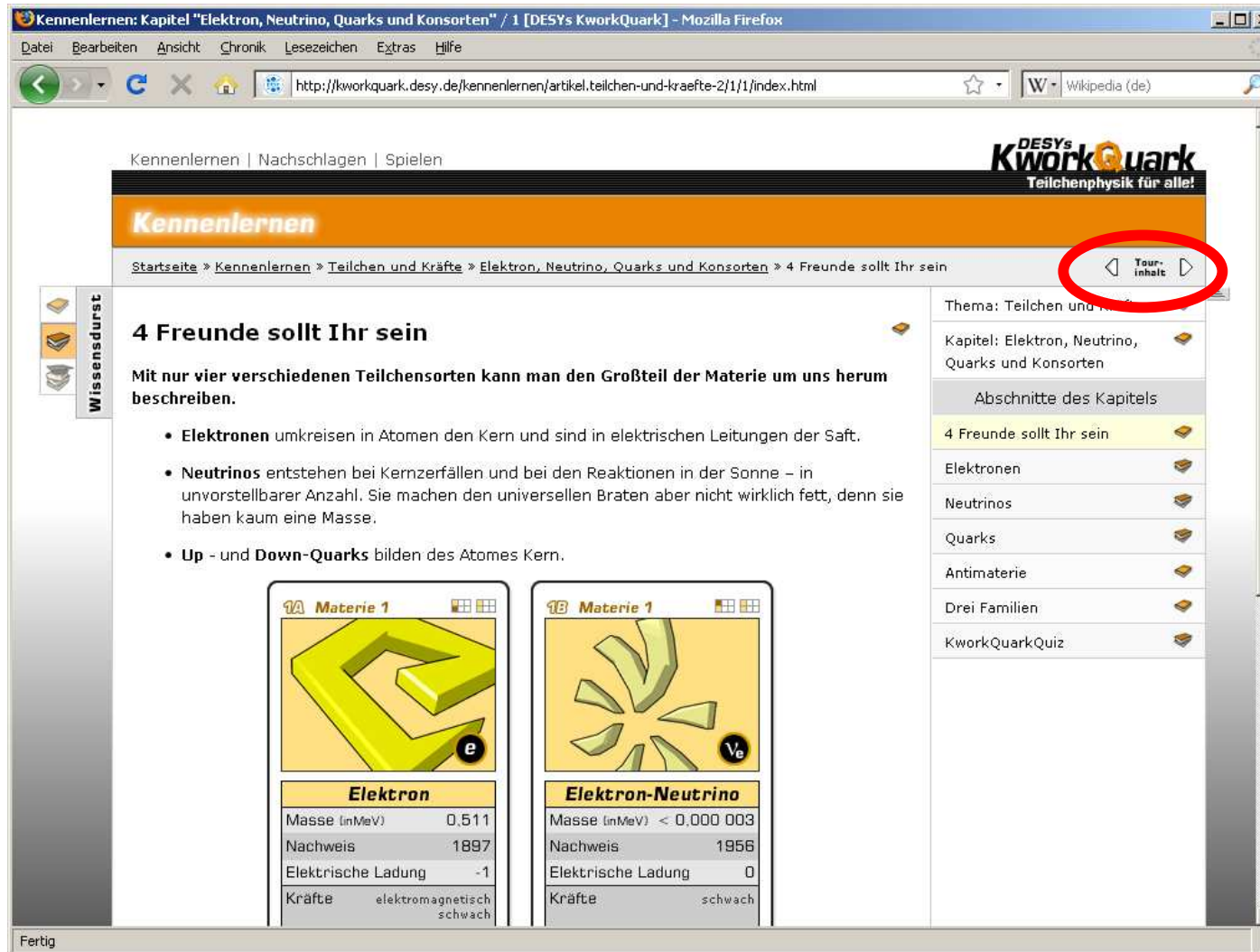


Fertig

# Kworkquark







Kennenlernen | Nachschlagen | Spielen

**DESYs KworkQuark**  
Teilchenphysik für alle!


Kennenlernen


Startseite » Kennenlernen » Teilchen und Kräfte » Elektron, Neutrino, Quarks und Konsorten » 4 Freunde sollt Ihr sein

**4 Freunde sollt Ihr sein**

Mit nur vier verschiedenen Teilchensorten kann man den Großteil der Materie um uns herum beschreiben.

- **Elektronen** umkreisen in Atomen den Kern und sind in elektrischen Leitungen der Saft.
- **Neutrinos** entstehen bei Kernzerfällen und bei den Reaktionen in der Sonne – in unvorstellbarer Anzahl. Sie machen den universellen Braten aber nicht wirklich fett, denn sie haben kaum eine Masse.
- **Up - und Down-Quarks** bilden des Atomes Kern.

1A Materie 1	
	e
<b>Elektron</b>	
Masse (in MeV)	0,511
Nachweis	1897
Elektrische Ladung	-1
Kräfte	elektromagnetisch schwach

1B Materie 2	
	$\nu_e$
<b>Elektron-Neutrino</b>	
Masse (in MeV)	< 0,000 003
Nachweis	1956
Elektrische Ladung	0
Kräfte	schwach

Fertig

# Das Teilchen-Abenteuer



Die Suche nach dem Elementaren - Windows Internet Explorer

http://particleadventure.org/german/frameless/fundamental.html

Die Suche nach dem Elementaren

## Das Teilchen Abenteuer

Home Glossar

Inhalt

- Was ist fundamental?
- Woraus besteht die Welt?
- Was hält sie zusammen?
- Teilchenzerfälle und -vernichtung
- Ungelöste Rätsel
- Woher wissen wir das alles?
- Wie sehen wir, was geschieht?
- Wie experimentiert man mit kleinen Teilchen?
- Wie interpretiert man die Daten?

### Was ist fundamental? Die Suche nach dem Elementaren

## Woraus besteht die Welt?

Warum haben so viele Dinge in unserer Welt gemeinsame Eigenschaften?

Wir wissen heute, dass alle Dinge aus denen die Welt besteht, aus wenigen **elementaren** Bausteinen zusammengesetzt sind.

Der Ausdruck "**elementar**" hat hier fundamentale Bedeutung! Elementare Bausteine sind **einfache und strukturlose** Objekte- sie sind nicht aus noch kleineren Teilen zusammengesetzt.

Bereits im Altertum, versuchten Naturphilosophen die Welt die sie umgab aus elementaren Bausteinen - wie zum Beispiel Erde, Luft, Feuer und Wasser - aufzubauen:



**Nebenbei:**  
Wer ist als erster auf den Gedanken gekommen, dass die Welt aus den elementaren Bausteinen Erde, Luft, Feuer und Wasser bestehen könnte? [\[Antwort\]](#)

# Lehrsystem Uni Bonn



Teilchenphysik für Sek.I - Mozilla Firefox

http://www.physicsmasterclasses.org/exercises/bonn1/de/teilchenphysik.htm

Wikipedia (de)

**Teilchenphysik für die Sekundarstufe I**

- Home
- Einstieg
- Experimente
- Urteilchen
- Urkräfte
- Anwendungen
- Standardmodell
- Geschichte
- Literatur
- Stichworte
- Seitenübersicht

Zurück zur vorherigen Seite

## Home

[Zurück zur Startseite](#) [Zum Seitenende](#)



### Woraus besteht die Materie?



Auf diese und ähnliche Fragen soll in der folgenden **TEILCHENTOUR** eine Antwort gegeben werden.

Fertig



Teilchenphysik für Sek.I - Mozilla Firefox

http://www.physicsmasterclasses.org/exercises/bonn1/de/teilchenphysik.htm

## Teilchenphysik für die Sekundarstufe I

- Home
- Einstieg
- Experimente
- Urteilchen
- Urkräfte
- Anwendungen
- Standardmodell
- Geschichte
- Literatur
- Stichworte
- Seitenübersicht

**Zurück zur vorherigen Seite**

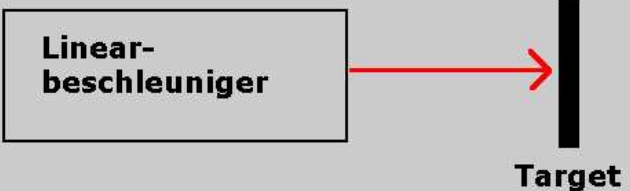
# Beschleunigerarten

Zum Seitenende

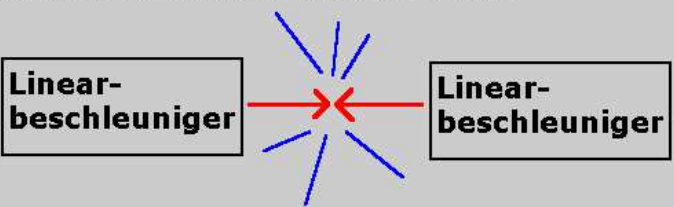
### ! Welche Arten von Linearbeschleunigern gibt es?

Es gibt verschiedene Arten von Linearbeschleunigern.

- Es gibt **Linearbeschleuniger**, bei denen es nur eine Sorte von geladenen Teilchen gibt, z.B. Elektronen, die auf ein festes Target geschossen werden.



- Es gibt **Linearbeschleuniger**, bei denen aus zwei entgegengesetzt beschleunigenden Beschleunigern die Teilchen an einem Punkt zur Kollision gebracht werden.



Fertig



# Lehrsystem Uni Bonn 2: Kosmologie



Teilchenphysik in der Sek. I - Mozilla Firefox

http://www.physicsmasterclasses.org/exercises/bonn2/de/index.html

W - Wikipedia (de)

Teilchenphysik in der Sek. I

- Wieso? Weshalb? Warum?
- Kosmologie
- Medizin
- Stichworte
- Links
- Seitenübersicht

1 Wieso? Weshalb? Warum?

Kosmologie >>


## Wieso? Weshalb? Warum? - Wer nicht fragt bleibt dumm!

Auf den bisherigen Seiten hast Du viel über die kleinsten Teilchen und fundamentalen Kräfte in unserer Welt gelernt. Du weißt jetzt, woraus diese Welt aufgebaut ist und was sie zusammenhält.


Noch Fragen? Sicherlich!

- **Wieso** erforschen Physiker denn diese Zusammenhänge überhaupt?
- **Weshalb** nutzt dieses Wissen auch der Medizin?
- **Warum** sollte es auch Dich interessieren?

Die Teilchenphysik ist wesentlicher Bestandteil und Grundlage in Bereichen der Forschung, wie z.B. in der [Kosmologie](#). Hier versuchen Wissenschaftler auf der ganzen Welt herauszufinden, wie unser Kosmos denn überhaupt entstanden ist. Der sogenannte Urknall und die Entwicklungen danach spielen dabei eine wichtige Rolle. Wenn Du mehr darüber erfahren möchtest, kannst Du hier mit auf eine Reise zu den Anfängen unseres Universums gehen.



Auch in der [Medizin](#) spielt die Teilchenphysik eine wichtige Rolle. Ärzte können mit Hilfe von Detektoren Bildaufnahmen vom inneren Aufbau des Patienten darstellen. So sind sie in der Lage, medizinische Diagnosen zu stellen. Das Wissen der Kern- und Teilchenphysik kann neben der Erkennung von Krankheiten auch in der Bestrahlungstherapie bei Krebspatienten eingesetzt werden.



Fertig



# Lehrsystem Teilchenphysik (Mainz)



Tour - Mozilla Firefox  
Datei Bearbeiten Ansicht Chronik Lesezeichen Extras Hilfe  
http://www.physik.uni-mainz.de/lehramt/lehssystem/Tour/Tour.html

## Eine Tour durch die Welt der kleinen Teilchen

	Start der Tour - Der Makrokosmos	
	Physikalische Grundlagen	
	Erste Teilchen	
	Teilchenbeschleuniger	
	Das Standardmodell	
	Das Ziel - Die Geschichte des Universums	

Inhalt

Fertig

# Grundlagen d. Teilchenph. (Erlangen)




Start- und Titelseite des Lernprogramms - Mozilla Firefox

http://solstice.de/grundl\_d\_tph/titelseite.html

Lexikon vor

## Grundlagen der Teilchenphysik

1. Teilchen  2. Experimente  3. Theorie 

Übersicht (alle Seiten)  Stichwortverzeichnis  Bedienungshinweise 

Quiz, Videos etc.  Literatur  "Impressum"  Info 

Beste Ansicht der Seiten mit den Firefox  ... using Javascript 

**Feedback** Ihre Meinung ist gefragt! Hier findet man einen Fragebogen zum Lernprogramm: **Feedback**

Version vom 28. März 2003; E-Mail an: [German Hacker](mailto:German.Hacker@solstice.de) / Teil von [solstice.de](http://solstice.de)

Fertig

# Grundlagen d. Teilchenph. (Erlangen)



Kreisbeschleuniger: Das Zyklotron - Mozilla Firefox  
http://solstice.de/grundl\_d\_tph/exp\_besch/exp\_besch\_04.html

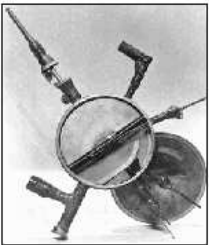
Titelseite   Wo bin ich?   Lexikon   Level 1   nach unten   zurück   vor

## Beschleuniger und Speicherringe - Kreisbeschleuniger

Bei der Weiterentwicklung der Linearbeschleuniger sollten Teilchen auf immer größere Energien beschleunigt werden. Um dies zu erreichen, wurden die Beschleunigungsstrecken immer länger. Schließlich wurden die LINAC's zu großartig. Man kam daher auf die Idee, die zu beschleunigenden Teilchen auf eine Kreisbahn zu lenken, um so die verwendete Beschleunigungsstrecke immer wieder durchlaufen zu können.

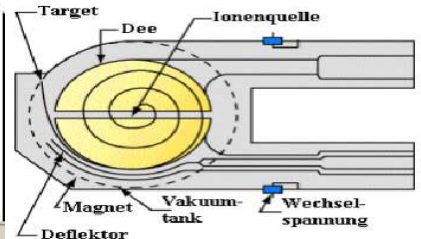
### Zyklotron

Ernest Orlando Lawrence schlug das Prinzip des Kreisbeschleunigers erstmals 1930 vor. Ende 1930 baute er das erste Zyklotron. Es beschleunigte Protonen auf eine Energie von 80 keV, sein Durchmesser betrug etwa 9 cm (s. Abb. rechts).



### Funktionsweise des Zyklotron

Ein Zyklotron besteht aus zwei Dipolmagneten, die in der Abbildung über- und unterhalb der gestrichelten Kreislinie angebracht sind. Zwischen den Magneten befinden sich zwei D-förmige-Elektroden (Dee, gelbe Halbkreisflächen), eine Ionenquelle und



Mausklick in linke Abbildung startet Video-Animation

Fertig



# Grundlagen d. Teilchenph. (Erlangen)



Beschleuniger Quiz - Mozilla Firefox

http://solstice.de/grundl\_d\_tph/exp\_besch/exp\_besch\_quiz.html

Titelseite   Wo bin ich?   Lexikon   Quiz   nach unten   zurück   vor

### Beschleuniger - Quiz

Zum Abschluß des Kapitels noch ein kurzes Quiz.

1. Wie heißen die Beschleunigungsstrecken von Kreisbeschleuniger?
  - Van de Graaff Generatoren
  - Kavitäten
  - Klystronröhren
2. Woher stammt der Name des Synchrotrons?
  - Die Magnetfeldstärke wird synchron mit der Teilchenenergie erhöht
  - Die Teilchenpakete kollidieren alle synchron
  - Die elektrische Feldstärke wird synchron mit der Teilchenenergie erhöht.
3. Wie kann man geladenen Teilchen Energie zuführen?
  - Durch elektrische Felder
  - Durch magnetische Felder
  - Durch elektromagnetische Wellen
4. Warum sollten bei der Beschleunigung von Ionen möglichst viele Hüllelektronen entfernt sein?
  - Damit sie keine Ladung besitzen und so die beschleunigenden Felder nicht beeinflussen.
  - Damit bei der Kollision mit anderen Teilchen weniger störende Kräfte auftreten.
  - Damit sie effektiver beschleunigt werden, da  $F=QE$
5. Warum muss in dem Beschleunigersystem Vakuum herrschen?
  - Damit möglichst wenig Teilchen durch Stöße mit Rest-Gasmolekülen verlorengehen.
  - Damit die elektrischen Felder homogen sind.
  - Damit die Ablenkmagnete ein homogenes Feld erzeugen.
6. Warum müssen in einem Speicherring die Teilchen immer wieder beschleunigt werden?
  - Da die Teilchen auf Grund von Stößen mit Rest-Gasmolekülen Energie verlieren.
  - Damit die Teilchen fokussiert werden.
  - Da die Teilchen Energie durch Synchrotronstrahlung

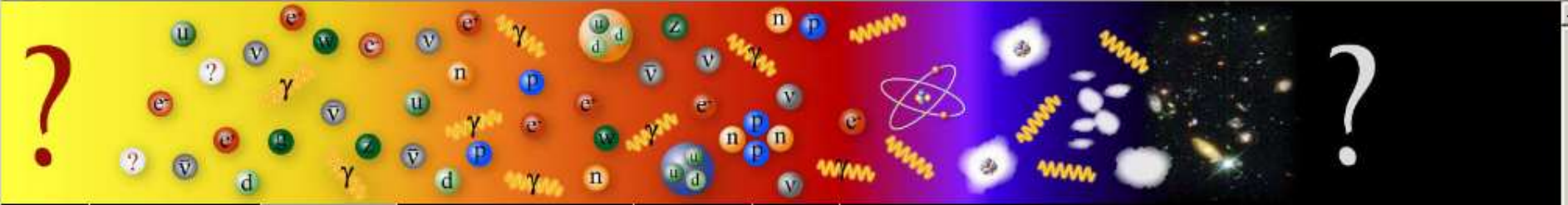
Fertig



Lehr- und Lernmodule - Mozilla Firefox

File Edit View Chronik Lesezeichen Extras Help

http://www.teilchenphysik.de/e26/e51/ Wikipedia (de)



News Teilchenphysik Multimedia Teilchenphysik vor Ort Kontakte Links

Teilchenphysik > Multimedia > Lehr- und Lernmodule

## Lehr- und Lernmodule

Unterrichtsreihen für Lehrer und Schüler

- Unterrichtsreihen und Evaluationen  
Staatsarbeiten und Dokumentationen von Unterrichtsreihen
- Lernsysteme und Unterrichtsmaterialien  
Websysteme zum Lernen über Teilchenphysik
- Vorlesungsskripte  
Für Studenten - Vorlesungen zum Nachlesen
- Multimedia für die Schule  
Materialien für Lehrer

Fertig

WELT MASCHINE

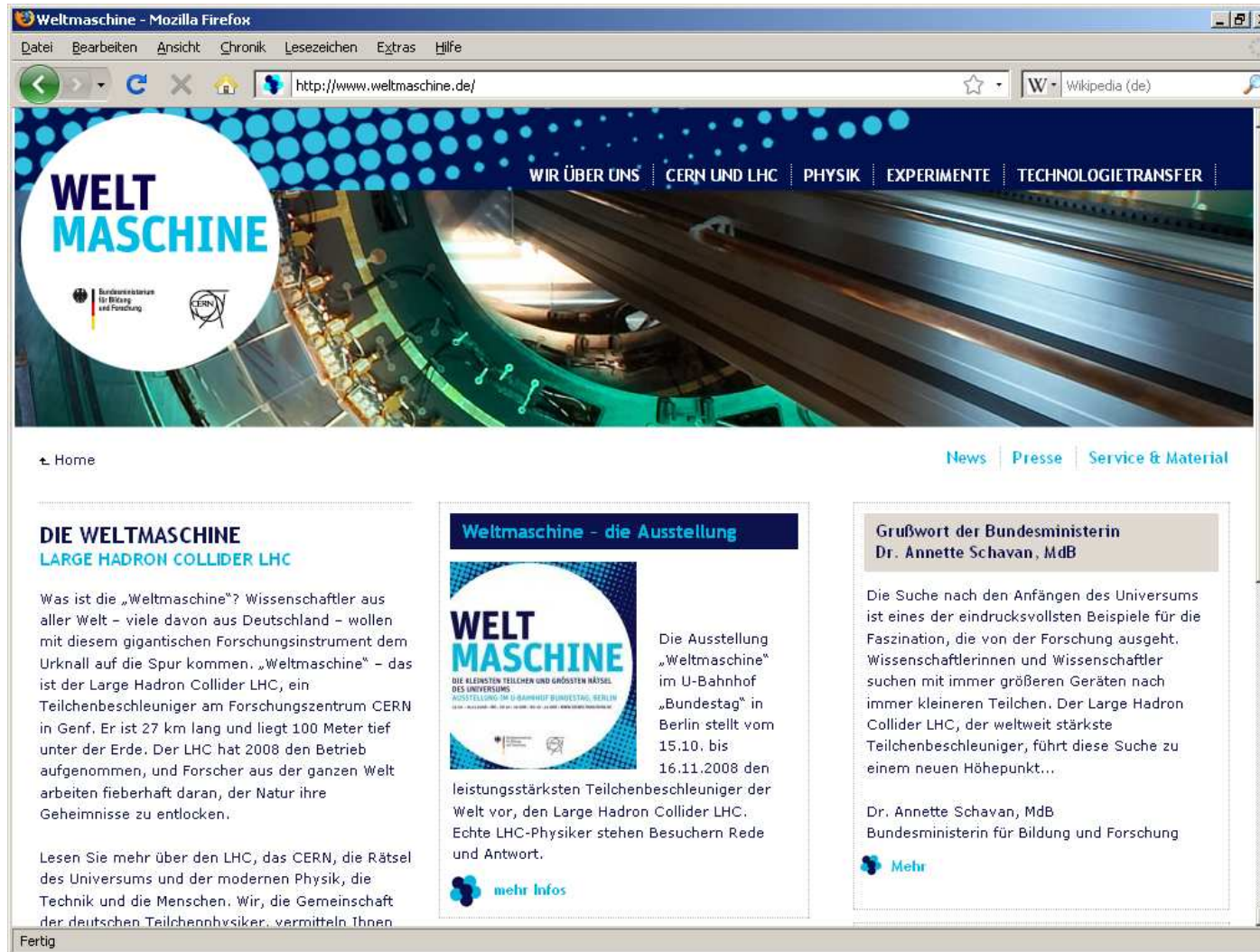
### Ausstellung "Weltmaschine"

15. Okt. -16. Nov. 2008, Berlin.  
Die Ausstellung im U-Bahnhof „Bundestag“ stellt den leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger der Welt vor, den Large Hadron Collider LHC. [\[Mehr\]](#)

WELT MASCHINE

### Die Weltmaschine Large Hadron Collider LHC

Die Gemeinschaft der deutschen Teilchenphysiker vermittelt Ihnen hier etwas von der Faszination des größten Beschleunigers der Welt.



**WELT MASCHINE**

WIR ÜBER UNS | CERN UND LHC | PHYSIK | EXPERIMENTE | TECHNOLOGIETRANSFER

Home [News](#) [Presse](#) [Service & Material](#)

### DIE WELTMASCHINE


**LARGE HADRON COLLIDER LHC**

Was ist die „Weltmaschine“? Wissenschaftler aus aller Welt – viele davon aus Deutschland – wollen mit diesem gigantischen Forschungsinstrument dem Urknall auf die Spur kommen. „Weltmaschine“ – das ist der Large Hadron Collider LHC, ein Teilchenbeschleuniger am Forschungszentrum CERN in Genf. Er ist 27 km lang und liegt 100 Meter tief unter der Erde. Der LHC hat 2008 den Betrieb aufgenommen, und Forscher aus der ganzen Welt arbeiten fieberhaft daran, der Natur ihre Geheimnisse zu entlocken.

Lesen Sie mehr über den LHC, das CERN, die Rätsel des Universums und der modernen Physik, die Technik und die Menschen. Wir, die Gemeinschaft der deutschen Teilchenphysiker, vermitteln Ihnen

Fertig

### Weltmaschine - die Ausstellung



Die Ausstellung „Weltmaschine“ im U-Bahnhof „Bundestag“ in Berlin stellt vom 15.10. bis 16.11.2008 den leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger der Welt vor, den Large Hadron Collider LHC. Echte LHC-Physiker stehen Besuchern Rede und Antwort.

[mehr Infos](#)

### Grußwort der Bundesministerin Dr. Annette Schavan, MdB

Die Suche nach den Anfängen des Universums ist eines der eindrucksvollsten Beispiele für die Faszination, die von der Forschung ausgeht. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler suchen mit immer größeren Geräten nach immer kleineren Teilchen. Der Large Hadron Collider LHC, der weltweit stärkste Teilchenbeschleuniger, führt diese Suche zu einem neuen Höhepunkt...

Dr. Annette Schavan, MdB  
Bundesministerin für Bildung und Forschung

[Mehr](#)

# Materialien zu CERN und LHC

**Der CMS-Detektor** enthält 10 Millionen Transistoren, die alle auf der Suche nach einem Teilchen sind, das die Teilchenphysik revolutionieren könnte. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**Die neuen Ausmaße von CMS** betragen 13,2 m im Durchmesser. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**Ein weltweites Abarbeiten** der Bildungsländer Europas, des Mittelmeerraums und des Nordamerikas ermöglicht die Teilnahme von mehr als 1000 Studenten an der CMS-Forschung. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2008** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2009** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2010** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2011** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2012** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2013** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2014** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2015** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2016** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2017** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2018** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2019** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2020** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2021** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2022** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2023** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2024** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2025** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2026** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2027** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2028** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2029** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**2030** wurde der Detektor in Betrieb genommen. Die Detektoren sind in einem 100 m langen Tunnel unter der Erde im Bereich des LHC gebaut.

**Education** <http://cern.ch/PhysicsTeaching>

**Unterrichtsmaterialien in Deutsch**

**Virtualer Rundgang**  
...durch den Large Hadron Collider am CERN

**Teilchenphysik multimedial**  
Die Physik der kleinsten Teilchen, beschleunigt und detektiert, erklärt in kurzweiligen Videos.

**Experimente zur Teilchenphysik**  
Vorsuche zur Teilchenphysik sind auch ohne Millionen-Budget möglich!

**Unterrichtsstunden**  
Multimediale Präsentationen für den direkten Einsatz in der Schule

**Videoscenen**  
...Aus dem CERN National Teacher-Programm

**ELIAS**  
CERN-Filme





# Large Hadron Rap



# Large Hadron Rap




# http://cern.ch/PhysicsTeaching




CERN Education - Mozilla Firefox

http://project-physics-teaching.web.cern.ch/project-physics-teaching/german/index.htm

Education <http://cern.ch/PhysicsTeaching>



### Unterrichtsmaterialien in Deutsch



**Virtueller Rundgang durch den LHC**  
[Virtueller Rundgang](#)  
...durch den Large Hadron Collider am CERN

**Teilchenphysik im Experiment**  
Teil 1: Struktur der Materie  
[Teilchenphysik multimedial](#)  
Die Physik der kleinsten Teilchen, Beschleuniger und Detektoren erklärt in Kurzvideos

**Experimente zur Teilchenphysik**  
[Experimente zur Teilchenphysik](#)  
Versuche zur Teilchenphysik sind auch ohne Milliarden-Budget möglich!

**Der Lange Hadron Collider am CERN**  
- Länge: 27 km  
- 100 Jahre der Idee  
- 4 Teilchenbeschleuniger  
[Unterrichtsstunden](#)  
Multimediale Präsentationen für den direkten Einsatz in der Schule

**Vorlesungen**  
[Vorlesungen](#)  
...aus dem CERN National Teacher-Programm

**Filme**  
[Filme](#)  
CERN-Filme

Fertig





## Sammlung deutschsprachiger CERN-Materialien

- Broschüren

**Der CMS-Detektor** enthält 100 Millionen Einzelmesserelemente, die alle bei der Suche nach veränderlichen Signalen von neuen Teilchen oder Phänomenen mitwirken - 40 Millionen Mal pro Sekunde. Er ist eines der komplexesten und präzisesten wissenschaftlichen Instrumente, die jemals gebaut wurden. Er liegt 100 m unter der Erde im französischen Dorf Cessy in der Nähe der Stadt Genf, unmittelbar an der Grenze zur Schweiz. CMS wird ab Ende 2007 mindestens zehn Jahre lang in Betrieb sein.

Abmessungen  
12 500 Tonnen  
21 m Länge  
15 m Durchmesser

Die riesigen Ausmaße von CMS verbergen die innewohnende Komplexität. Ein Techniker baut mit 5 Mikrometer dicken Drähten eine der Komponenten des Trackers.

Die großen Teile von CMS, von denen jeder zwischen 200 und 2000 Tonnen wiegt, werden 100 m tief in die Kaverne hinab gelassen und dann vor Ort zusammengebaut.

**Ein weltweites Abenteuer** Die Klärung einiger Mysterien des Universums ist nur durch den Einsatz von Wissenschaftlern, Ingenieuren und Studenten aus einer Vielzahl an Fachgebieten möglich. Die Teile von CMS wurden an Instituten oder in Industriebetrieben der ganzen Welt entworfen und gebaut, bevor sie für den endgültigen Einbau zum CERN gebracht werden. Die Datenanalyse wird ebenfalls ein weltweites Unterfangen sein, das durch Innovationen in der Computertechnologie wie durch das Grid ermöglicht wird.

Ein Forscher und ein Doktorand arbeiten gemeinsam an der Verlabelung und Erprobung von Teilen der Ausleseelektronik von CMS.

Einige Mitarbeiter feiern in der Montagehalle die Fertigstellung eines Bestandteiles von CMS.

**CMS**  
Das Experiment „Compact Muon Solenoid“

**Kollisionen** von Protonen und schweren Ionen mit bisher unerreicht hohen Energien

**Erzeugung** von Bedingungen, wie sie zum Zeitpunkt eines Bruchteils einer Milliardstelskunde nach dem Urknall existierten

**Suche** nach neuen Teilchen wie dem Higgsboson, Gravitonen, supersymmetrischen Teilchen, mikroskopischschwarzen Löchern, neuen Zuständen von sehr heißer und dichter Materie ...

**Verständnis** warum die Welt so ist, wie sie ist; warum einige Teilchen schwerer sind als andere; woraus die dunkle Materie des Universums besteht; ob es mehr als drei Raumdimensionen gibt; der Eigenschaften der heißen, dichten Materie, die im jungen Universum existierte; wie wir einer vereinigten Theorie näher kommen, die ALLE physikalischen Phänomene erklären kann.

Nur Ergebnisse von Experimenten können die Geheimnisse der Natur offenbaren. CMS ist ein solches Experiment.

CERN  
Europäische Organisation  
für Kernforschung  
CH-1211 Genf, Schweiz  
Communications Group, March 2007  
CERN-Broschüre 2006-007-ger

**CMS-Mitglieder**  
37 Länder, 155 Institute  
2000 Wissenschaftler, davon etwa 450 Studenten

Weitere Informationen über alle Aspekte von CMS gibt es auf unserer Webseite:  
<http://cms.cern.ch>

[www.cern.ch](http://www.cern.ch)

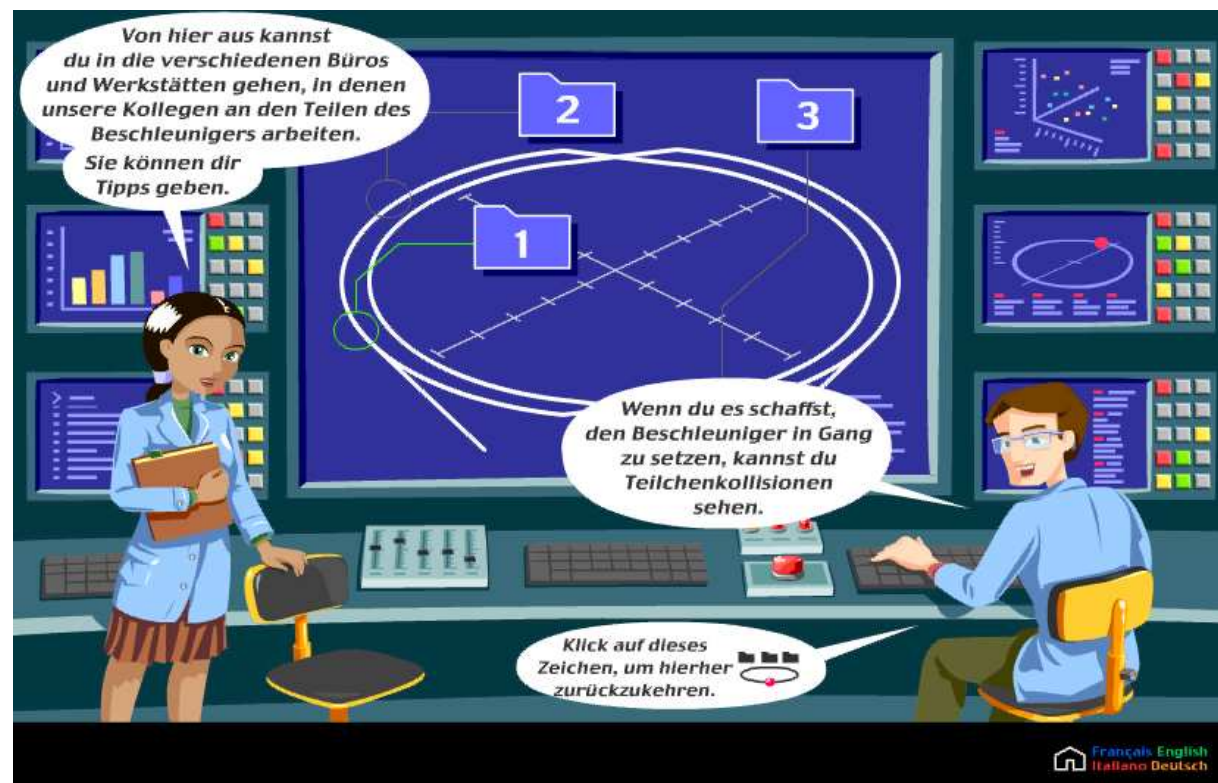
<http://cms.cern.ch>

# <http://cern.ch/PhysicsTeaching>



## Sammlung deutschsprachiger CERN-Materialien

- Broschüren
- Multimedia
  - Spiele etc.

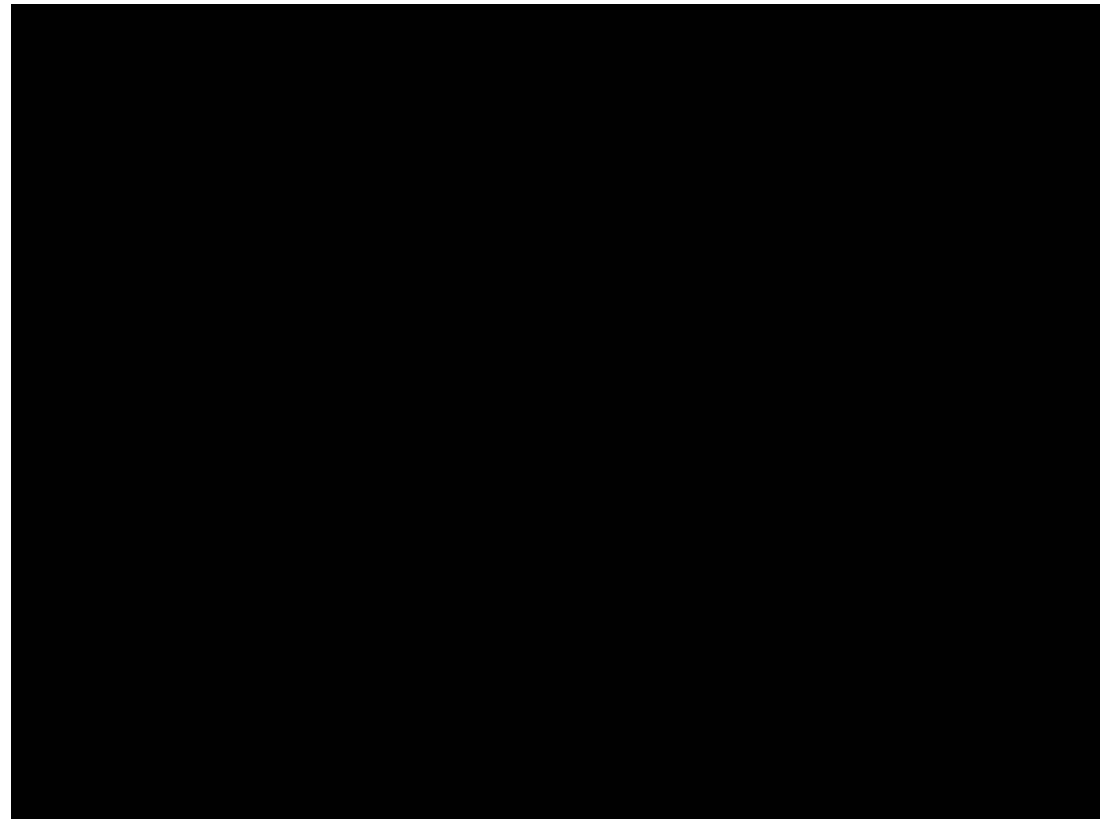


# <http://cern.ch/PhysicsTeaching>



## Sammlung deutschsprachiger CERN-Materialien

- Broschüren
- Multimedia
  - Spiele etc.
- Filme





# <http://cern.ch/PhysicsTeaching>



## Sammlung deutschsprachiger CERN-Materialien

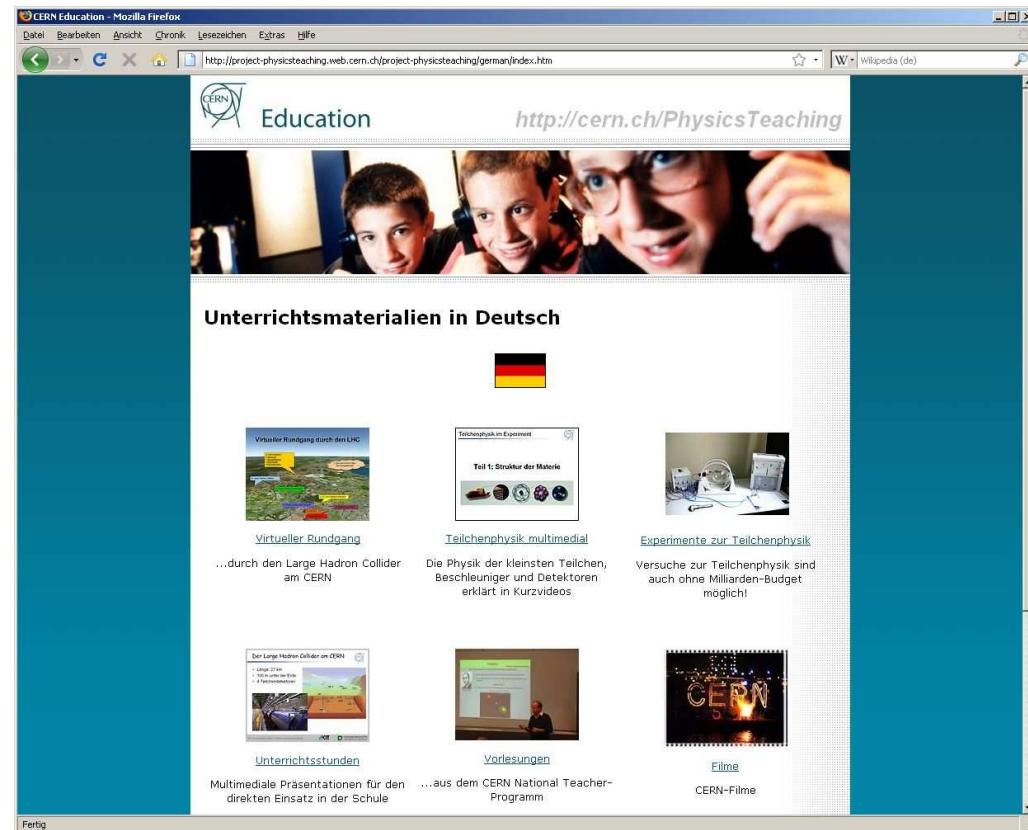
- Broschüren
- Multimedia
  - Spiele etc.
- Filme
- Vorlesungen





## Sammlung deutschsprachiger CERN-Materialien

- Broschüren
- Multimedia
  - Spiele etc.
- Filme
- Vorlesungen



- Virtueller Rundgang durch den LHC

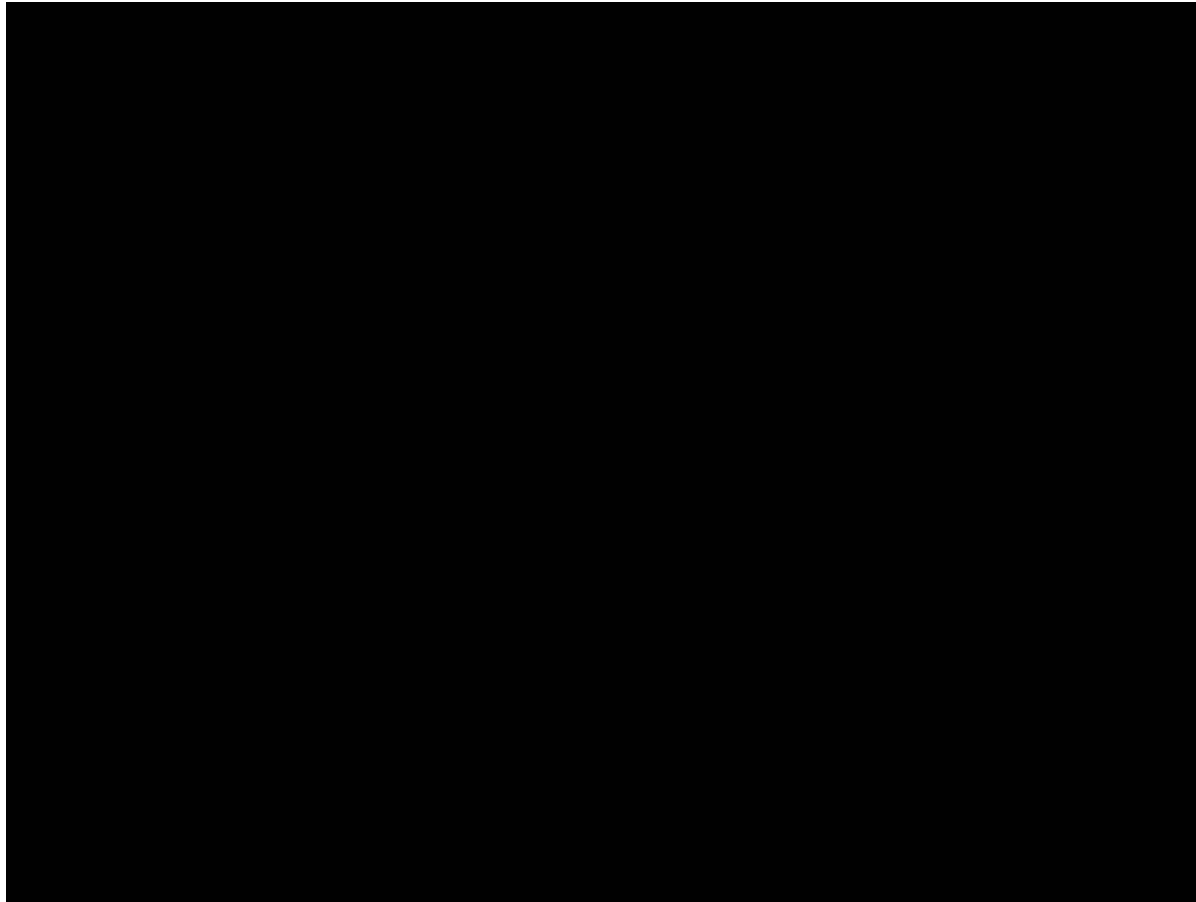




# <http://cern.ch/PhysicsTeaching>



- Virtueller Rundgang durch den LHC




CERN Education - Mozilla Firefox

Datei Bearbeiten Ansicht Chronik Lesezeichen Extras Hilfe

http://project-phycsteaching.web.cern.ch/project-phycsteaching/german/rundgang3.htm


Wikipedia (de)



## Virtueller Rundgang durch den LHC

Alle Spielfilme und Powerpoint-Präsentationen, die den Videos des "Virtuellen Rundgangs" zugrunde liegen, sind auf dieser Seite abrufbar und können für den Unterricht vor Ort verwendet werden.

---



CERN  
European Organization for Nuclear Research


### Einleitung

- [Video](#) (wmv)
- Präsentation: [pdf](#) | [ppt](#)
- Skript: [pdf](#) | [doc](#)

*Einspielfilme:*

- [higgs-feld.avi](#)
- [higgs-boson.avi](#)
- [teilchenkollision.wmv](#)
- [lhc-flug.wmv](#)

---



Virtueller Rundgang durch den LHC  
Teil 1: Protonenquelle


### Protonenquelle

- [Video](#) (wmv)
- Präsentation: [pdf](#) | [ppt](#)
- Skript: [pdf](#) | [doc](#)

*Einspielfilme:*

- [hinweg.wmv](#)
- [fadenstrahlroehre1.wmv](#)
- [fadenstrahlroehre2.wmv](#)

---



Virtueller Rundgang durch den LHC  
Teil 2: LINAC2

### Linac2

- [Video](#) (wmv)
- Präsentation: [pdf](#) | [ppt](#)

*Einspielfilme:*

- [hinweg.wmv](#)
- [Animation 1](#), [Animation 2](#)

Fertig

# http://cern.ch/PhysicsTeaching



- Teilchenphysik multimedial

CERN Education - Mozilla Firefox  
Datei Bearbeiten Ansicht Chronik Lesezeichen Extras Hilfe  
http://project-phycsteaching.web.cern.ch/project-phycsteaching/german/index.htm  
Wikipedia (de)

Education <http://cern.ch/PhysicsTeaching>

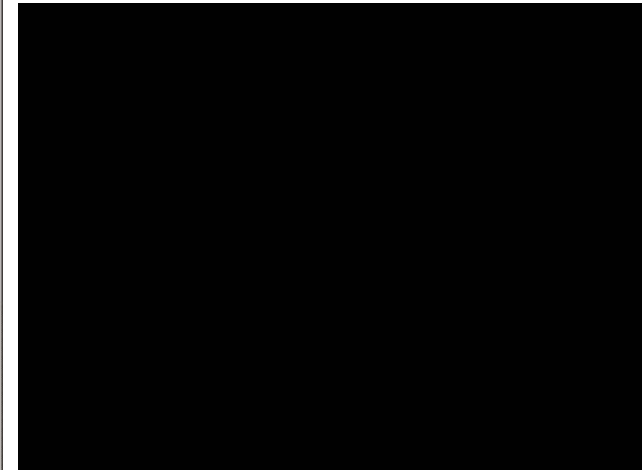
**Unterrichtsmaterialien in Deutsch**

**Virtueller Rundgang durch den LHC**  
Virtueller Rundgang  
...durch den Large Hadron Collider am CERN

**Teilchenphysik im Experiment**  
Teil 1: Struktur der Materie  
Teilchenphysik multimedial  
Die Physik der kleinsten Teilchen, Beschleuniger und Detektoren erklärt in Kurzvideo

**Experimente zur Teilchenphysik**  
Experimente zur Teilchenphysik sind auch ohne Milliarden-Budget möglich!

Fertig



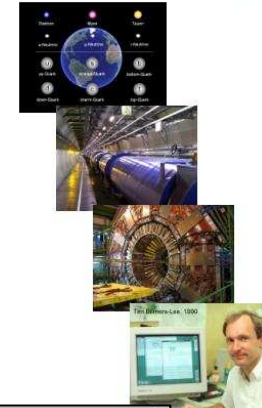




- **Unterrichtsstunden**
  - Powerpoint-Präsentationen incl. Videos und Animationen für eine Doppelstunde (Oberstufe) und eine Einzelstunde (Mittelstufe)

## Übersicht

- Die Welt der Elementarteilchen
- Teilchenbeschleuniger
- Teilchendetektoren
- Technologietransfer



## Large Hadron Collider

- 1232 supraleitende Magnete
  - Magnetfeld: 8,3 T bei 11.850 Ampère
  - Betriebstemperatur: -271 °C
  - Länge: 15 m
  - Gewicht: 35 t
  - Preis: 500.000 CHF
- Transport bei 3 km/h!
  - ...bis zu 15 km weit



70 | Der Large Hadron Collider | Institut für Experimentelle Kernphysik



## Teilchenbeschleuniger in der Schule

- Braun'sche Röhre
- Oszilloskop
- Fadenstrahlröhre
- TV-Gerät

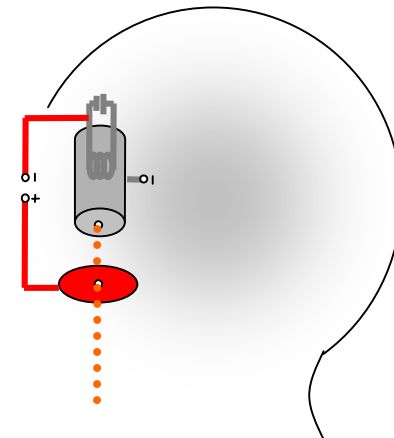
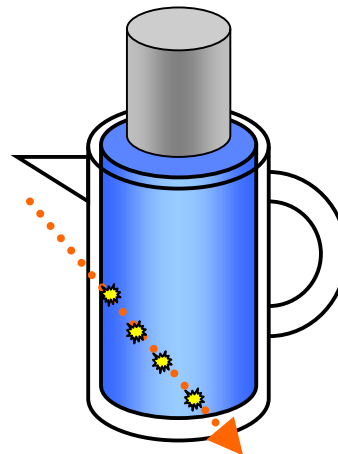
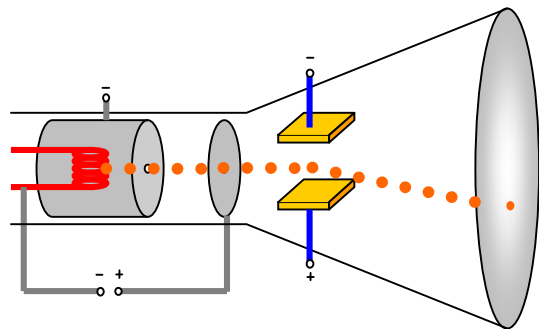


39 | Der Large Hadron Collider | Institut für Experimentelle Kernphysik



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

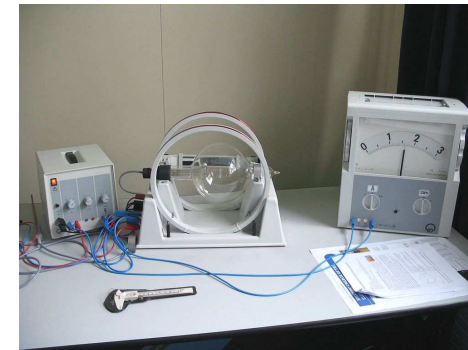
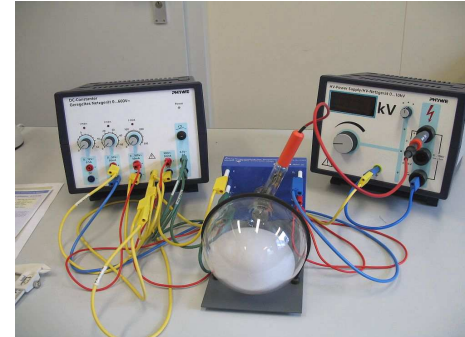
# Demonstrationsexperimente zur Teilchenphysik



# Die Versuche



- Braun'sche Röhre
- Elektronenbeugungsröhre
- Fadenstrahlröhre
- Franck-Hertz-Versuch
- Spektrometer
- Myonenkanne
- Geiger-Müller-Zählrohr

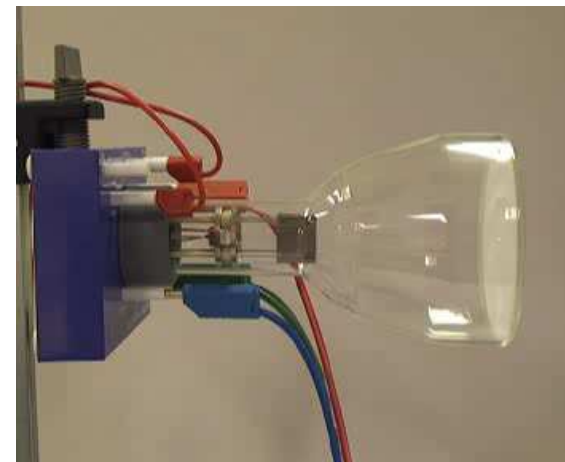
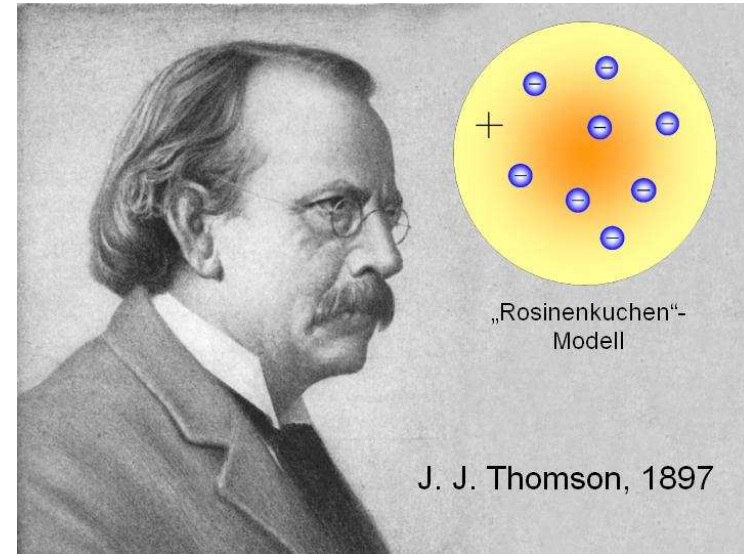
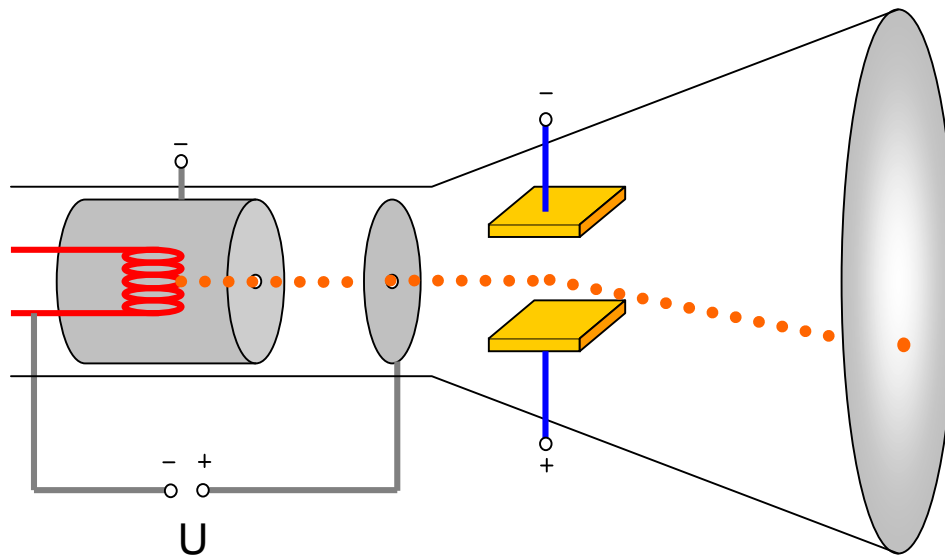




# Teilchenphysik



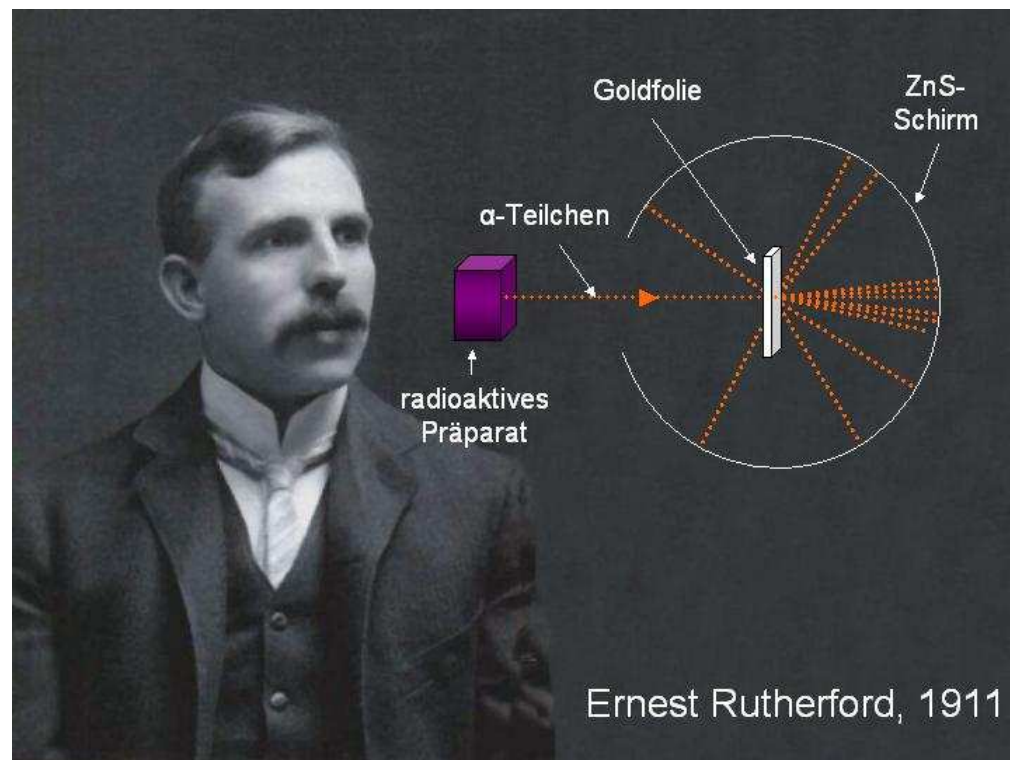
- Entdeckung des Elektrons
  - Braun'sche Röhre



# Teilchenphysik



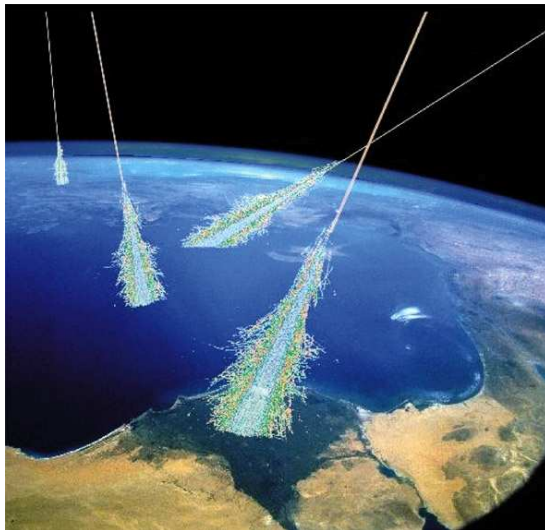
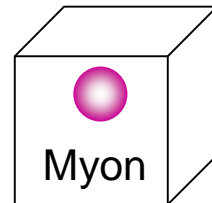
- Entdeckung des Atomkerns
  - Rutherford-Versuch



# Teilchenphysik



- Entdeckung weiterer Elementarteilchen in der kosmischen Strahlung (Myon, Positron, ...)
  - Funkenkammer, Nebelkammer, Myonenkanne

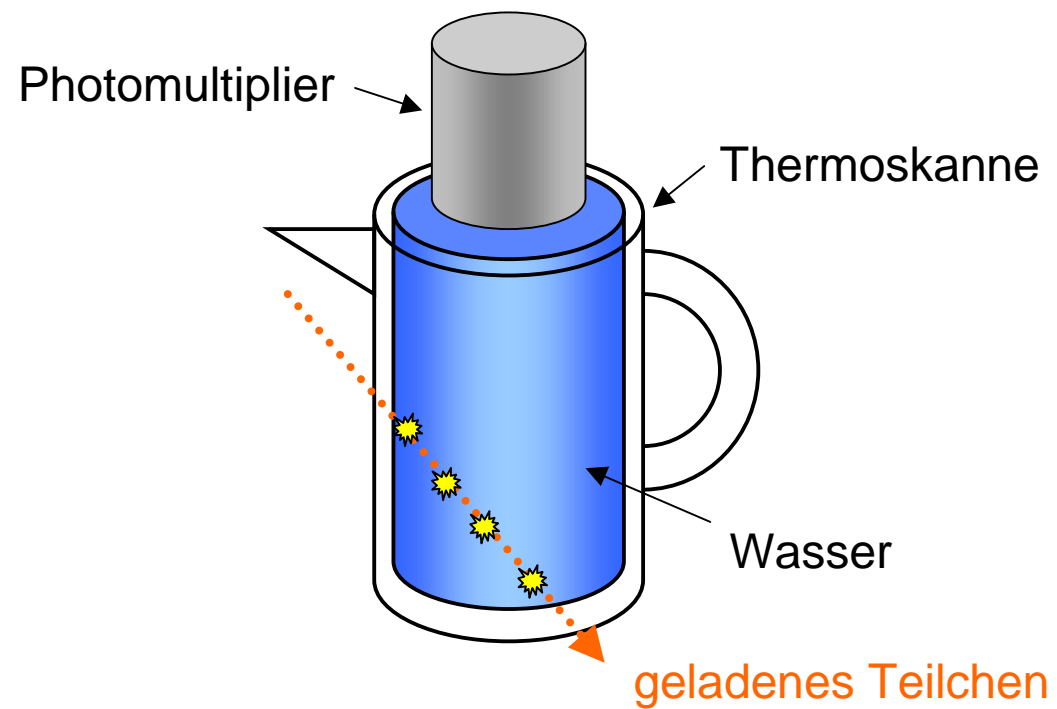
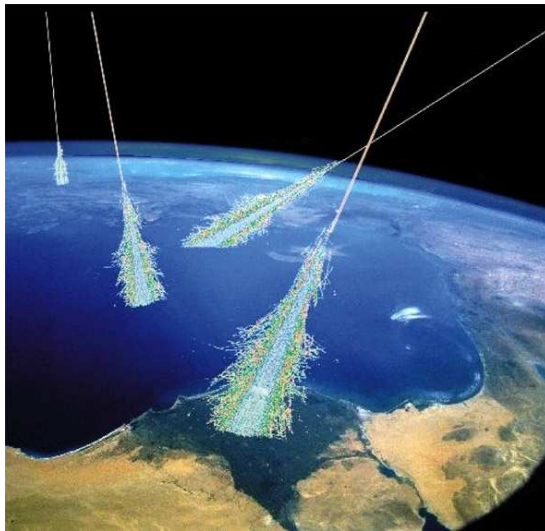
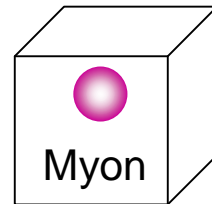




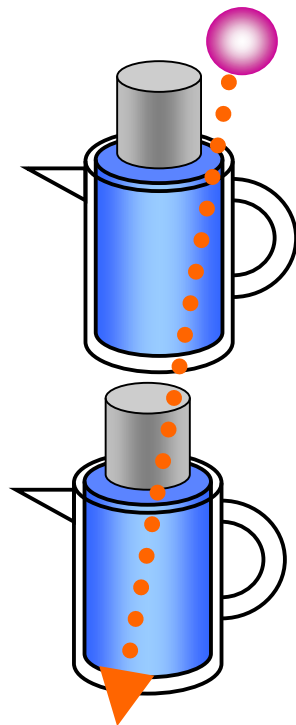
# Teilchenphysik



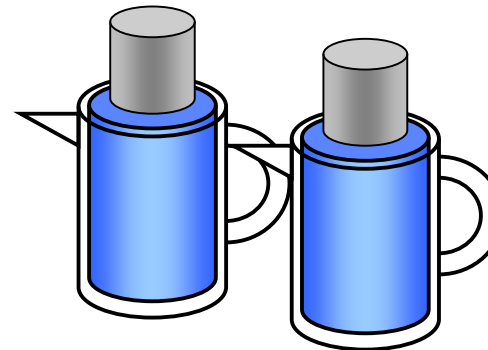
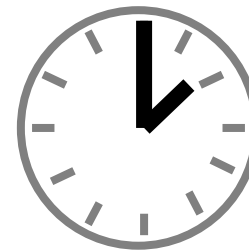
- Entdeckung weiterer Elementarteilchen in der kosmischen Strahlung (Myon, Positron, ...)
  - Funkenkammer, Nebelkammer, Myonenkanne



- Kosmische Strahlung
  - Myonenkanne: Koinzidenz-Messung



104

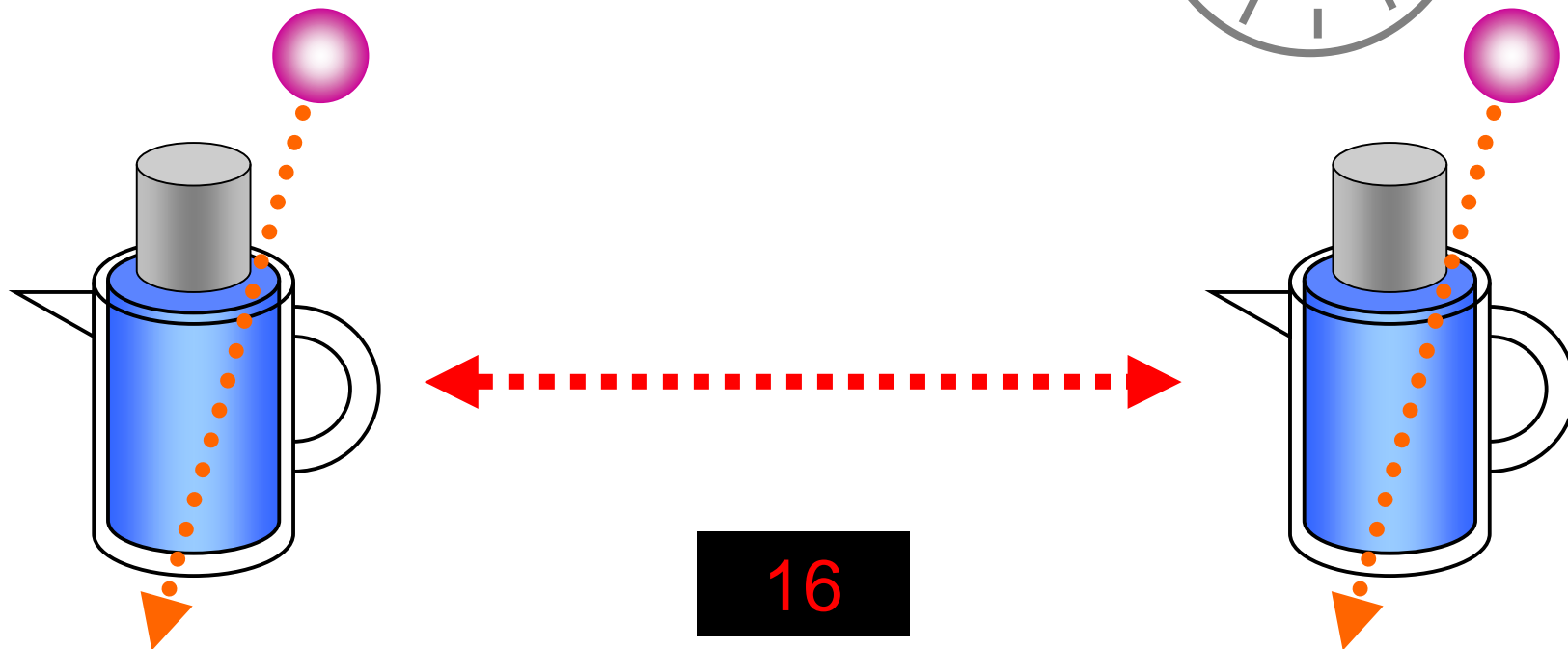
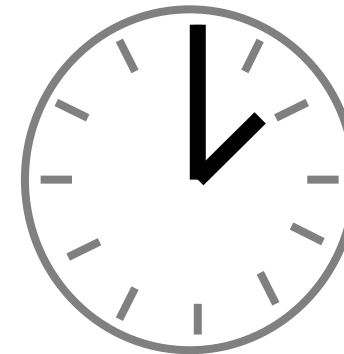


38

# Teilchenphysik



- Ausgedehnte Luftschauer
  - Myonenkanne: Koinzidenz-Messung

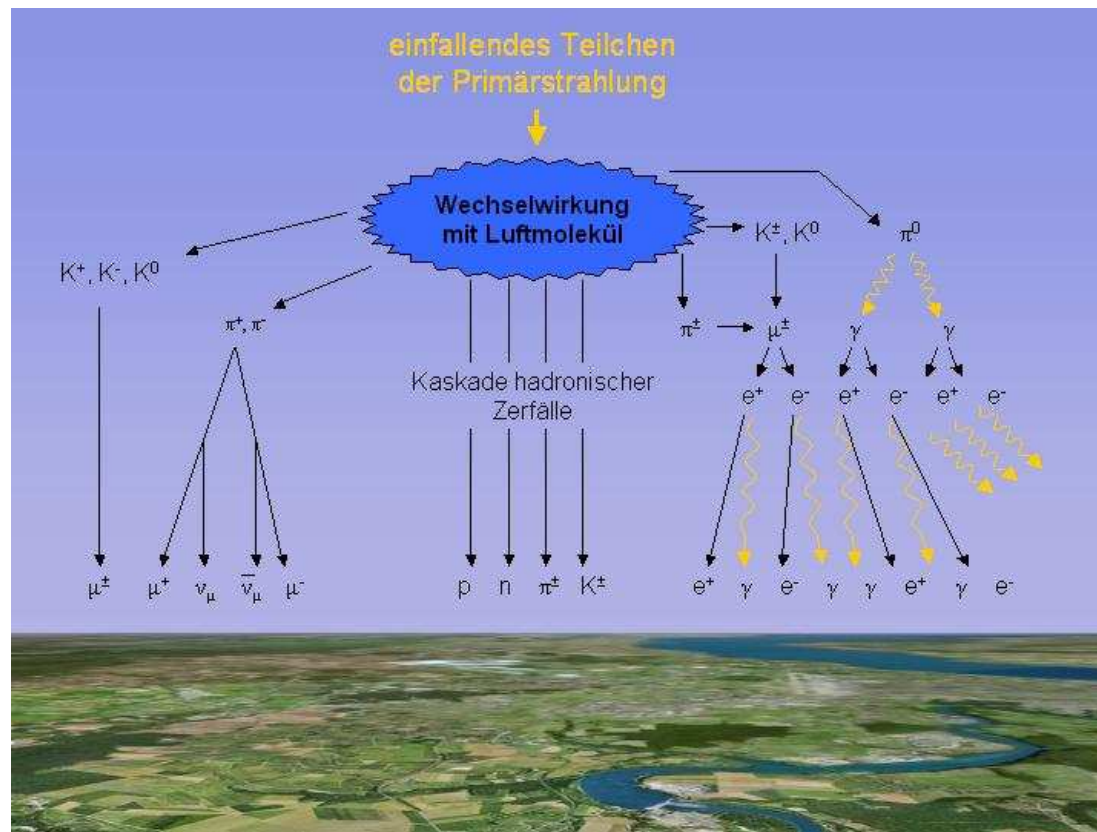




# Teilchenphysik



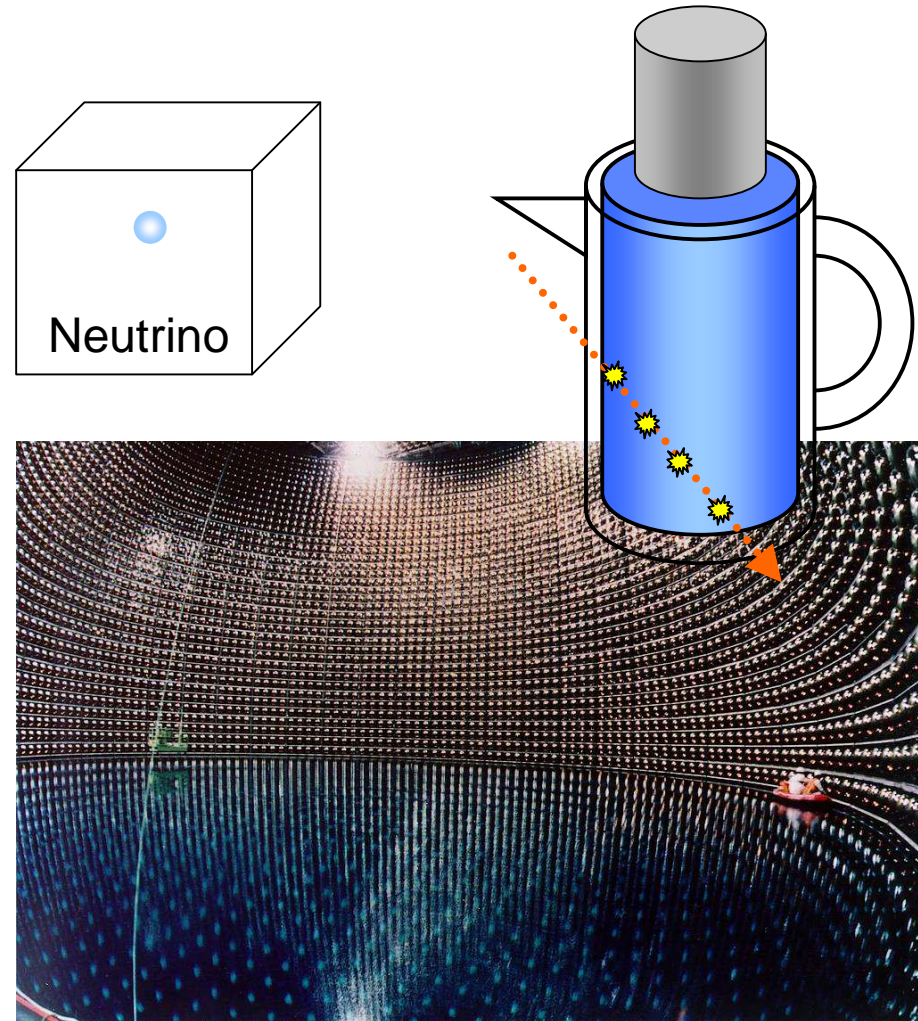
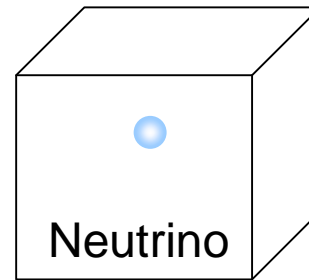
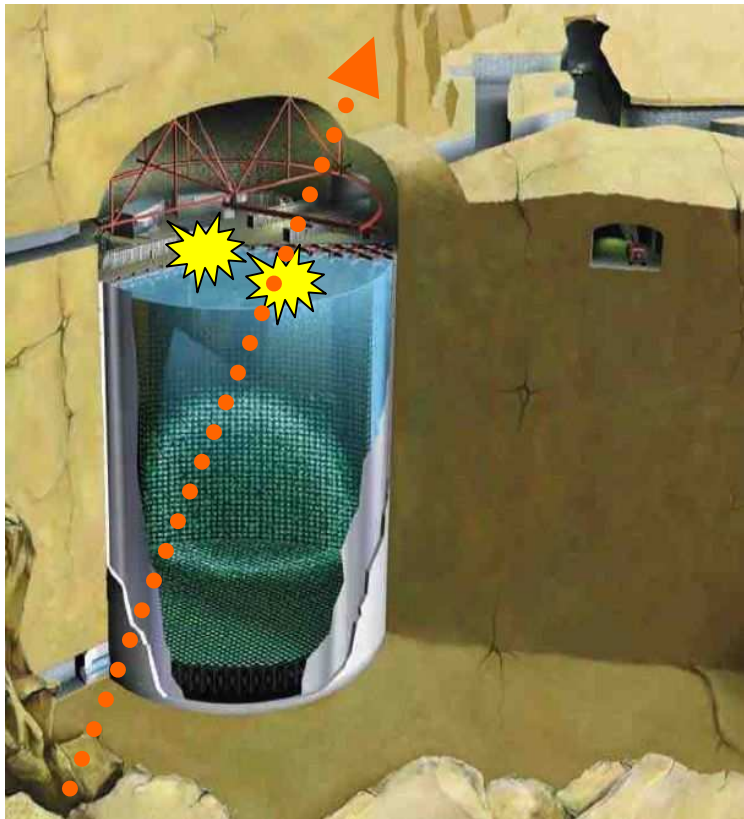
- Ausgedehnte Luftschauer
  - Myonenkanne: Koinzidenz-Messung



# Teilchenphysik



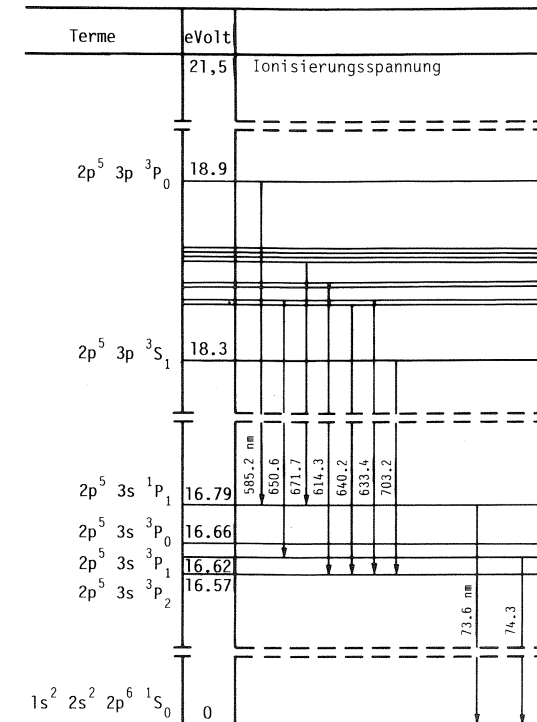
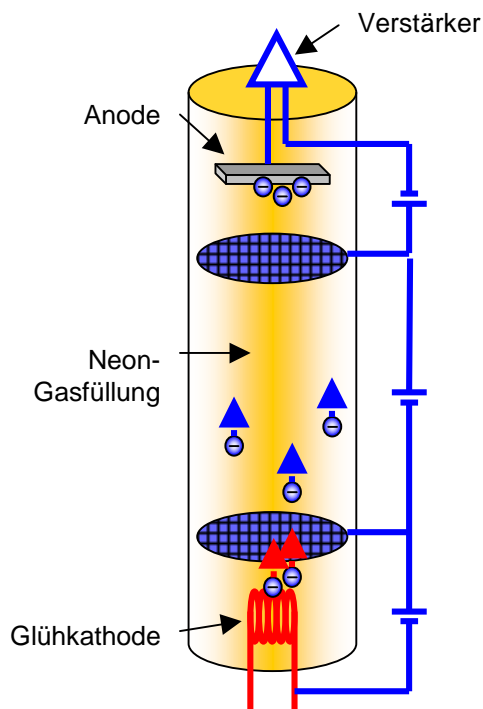
- Neutrinos
  - Myonenkanne



# Teilchenphysik



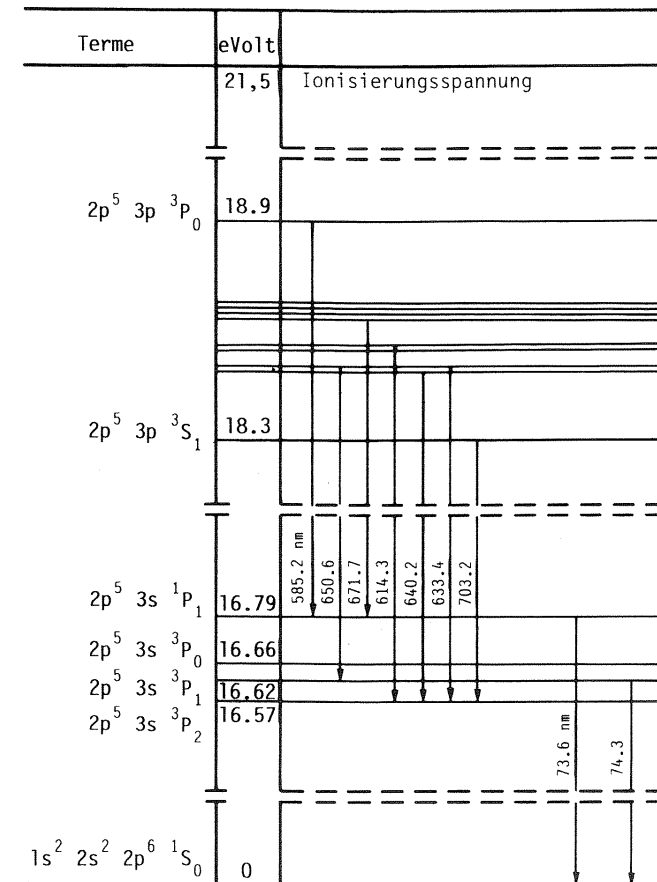
- Entdeckung der Quarks
  - Spektroskopie, Franck-Hertz-Versuch



# Teilchenphysik



- Entdeckung der Quarks
  - Spektroskopie, Franck-Hertz-Versuch

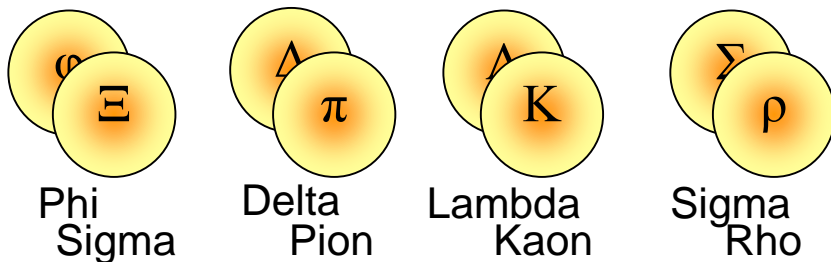
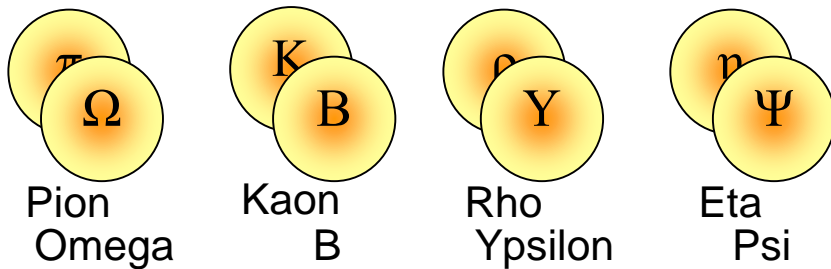




# Teilchenphysik



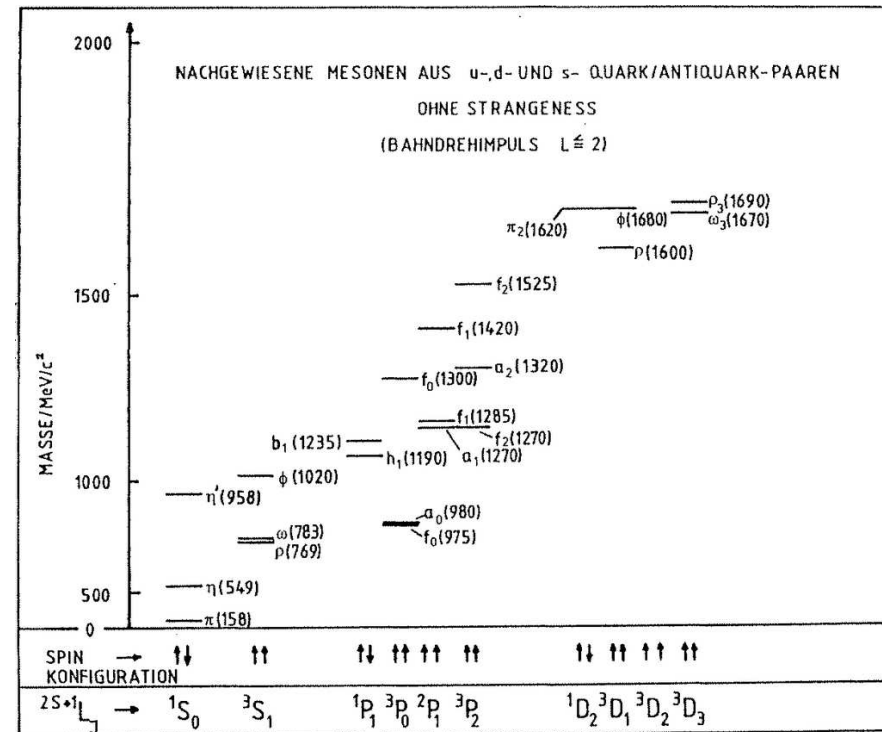
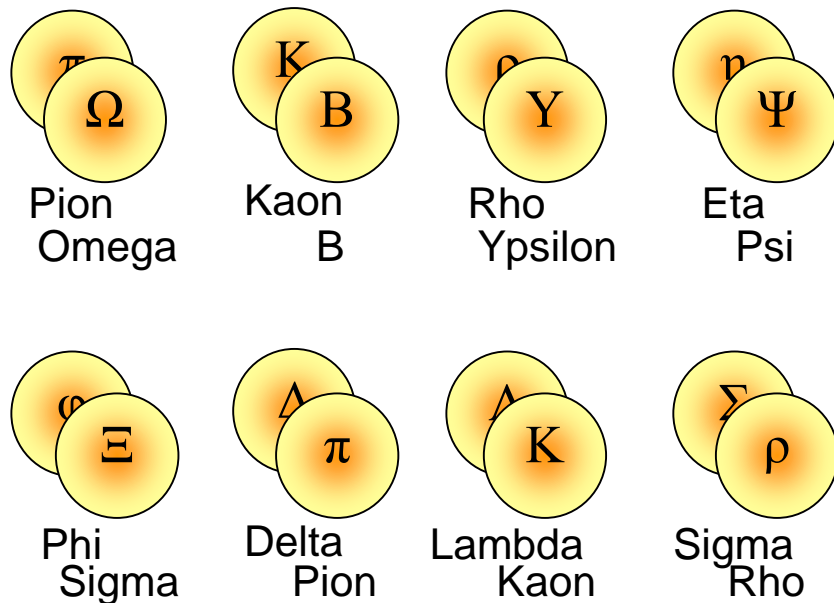
- Entdeckung der Quarks
  - Spektroskopie, Franck-Hertz-Versuch



# Teilchenphysik



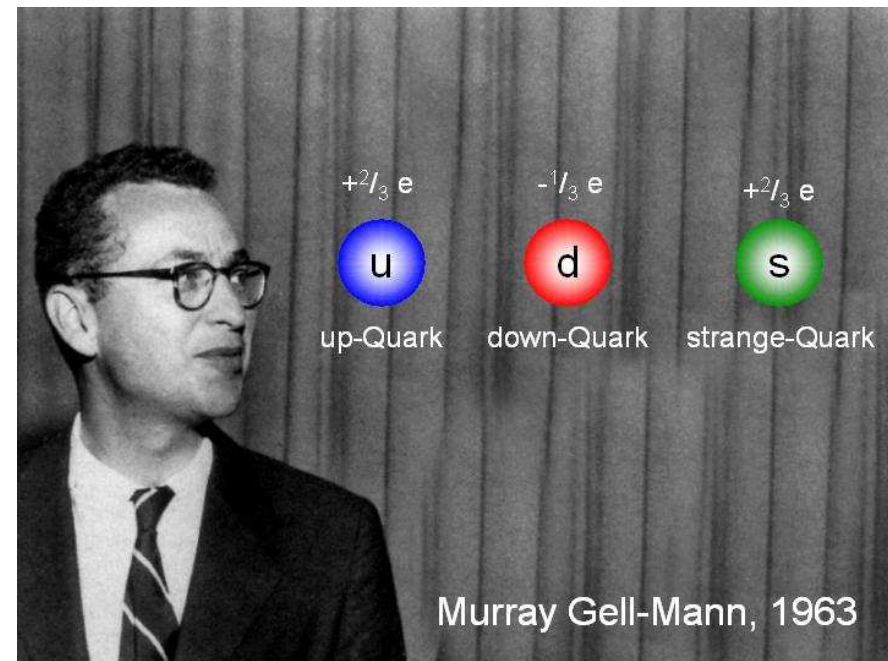
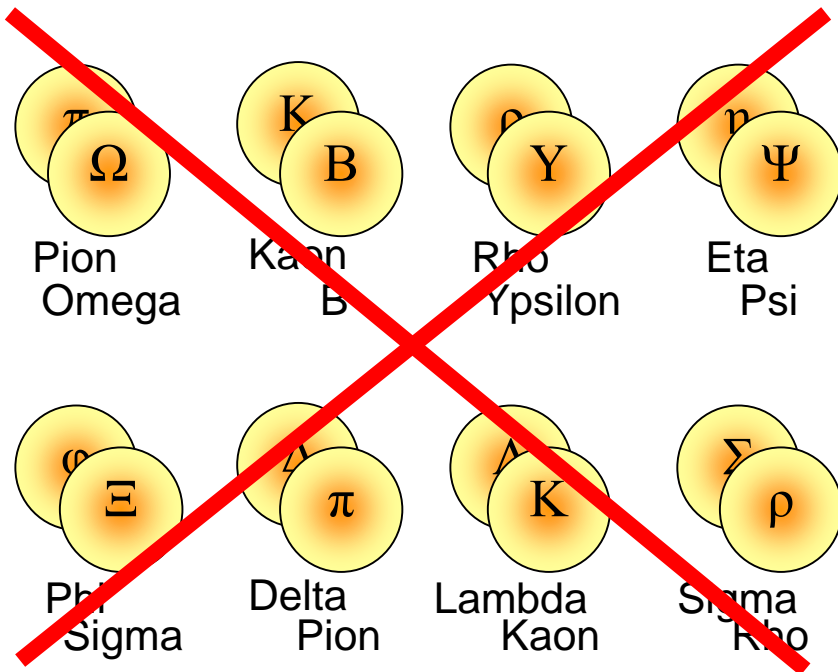
- Entdeckung der Quarks
  - Spektroskopie, Franck-Hertz-Versuch



# Teilchenphysik



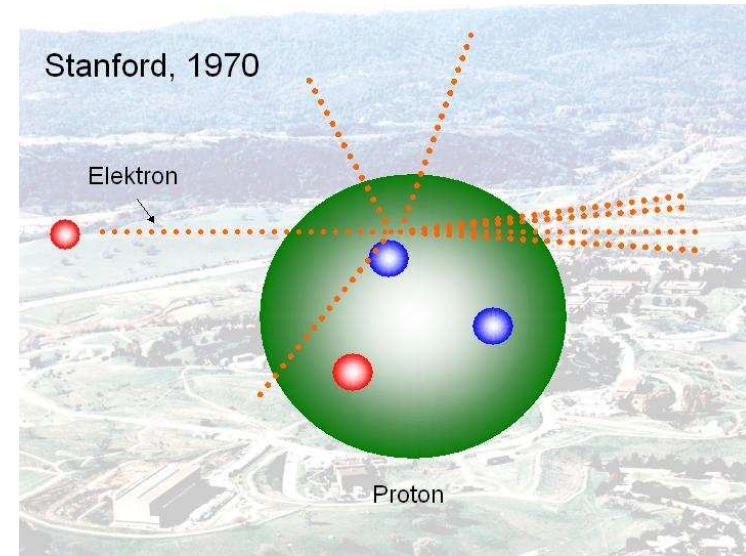
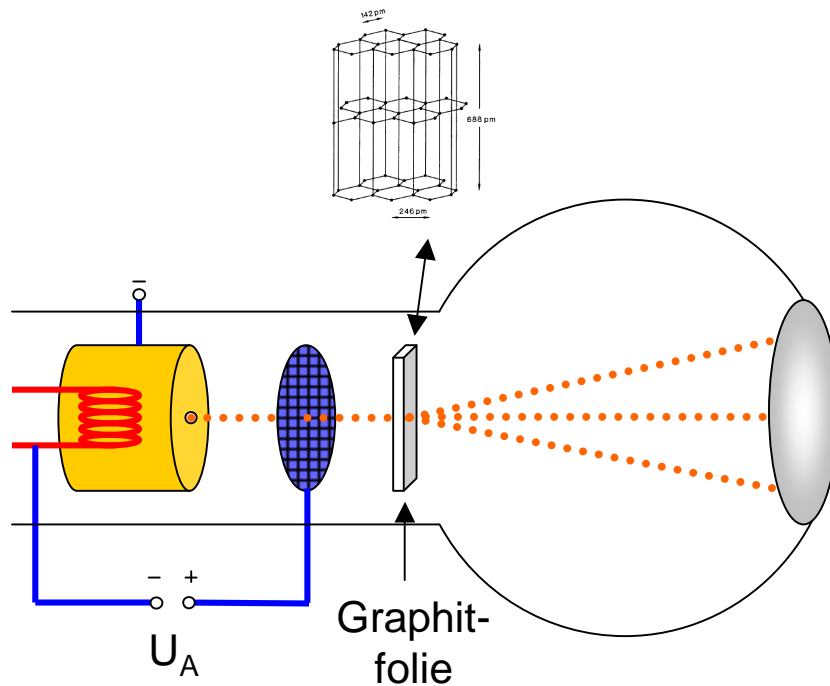
- Entdeckung der Quarks
  - Spektroskopie, Franck-Hertz-Versuch



# Teilchenphysik



- Nachweis der Quarks
  - Elektronenbeugungsröhre

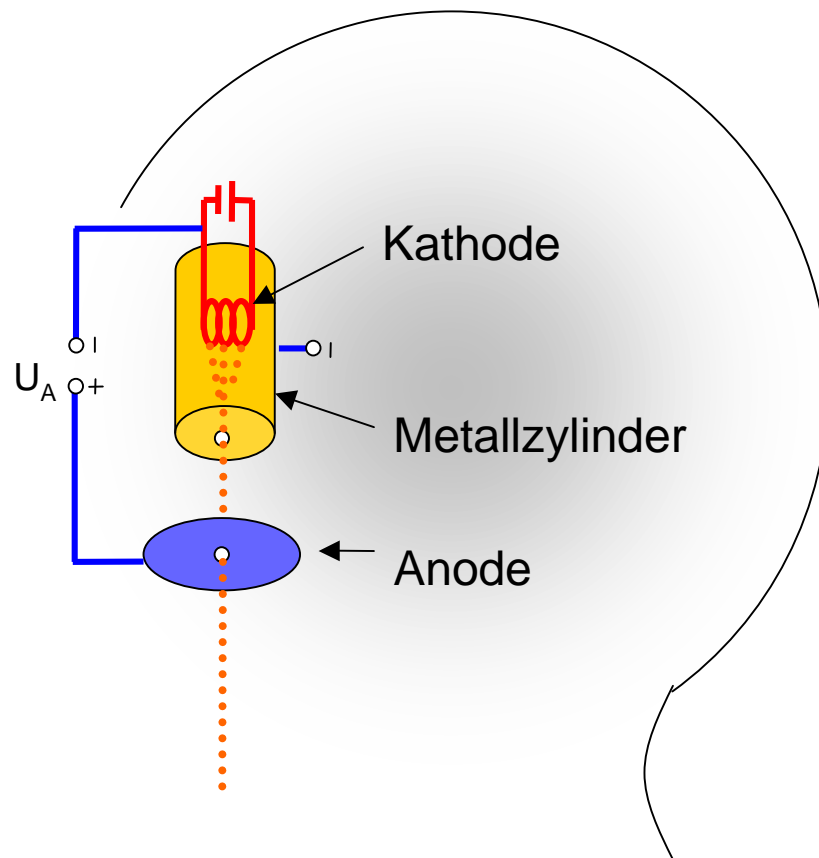




# Teilchenbeschleuniger



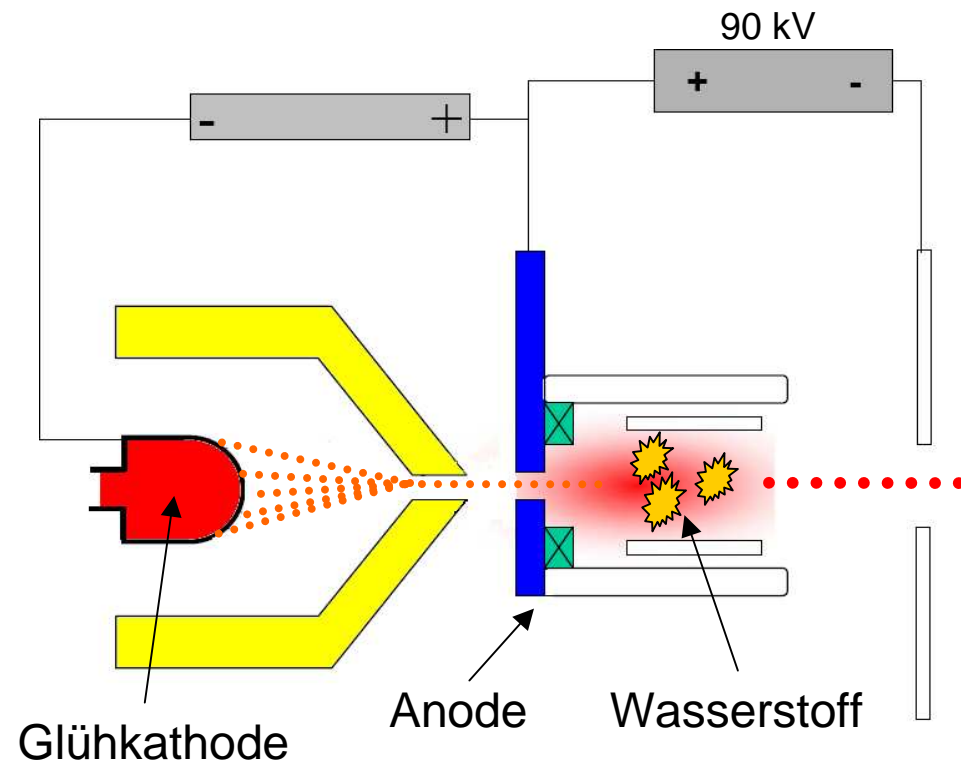
- Teilchenerzeugung
  - Röhrenfernseher, Braun'sche Röhre, Fadenstrahlröhre



# Teilchenbeschleuniger



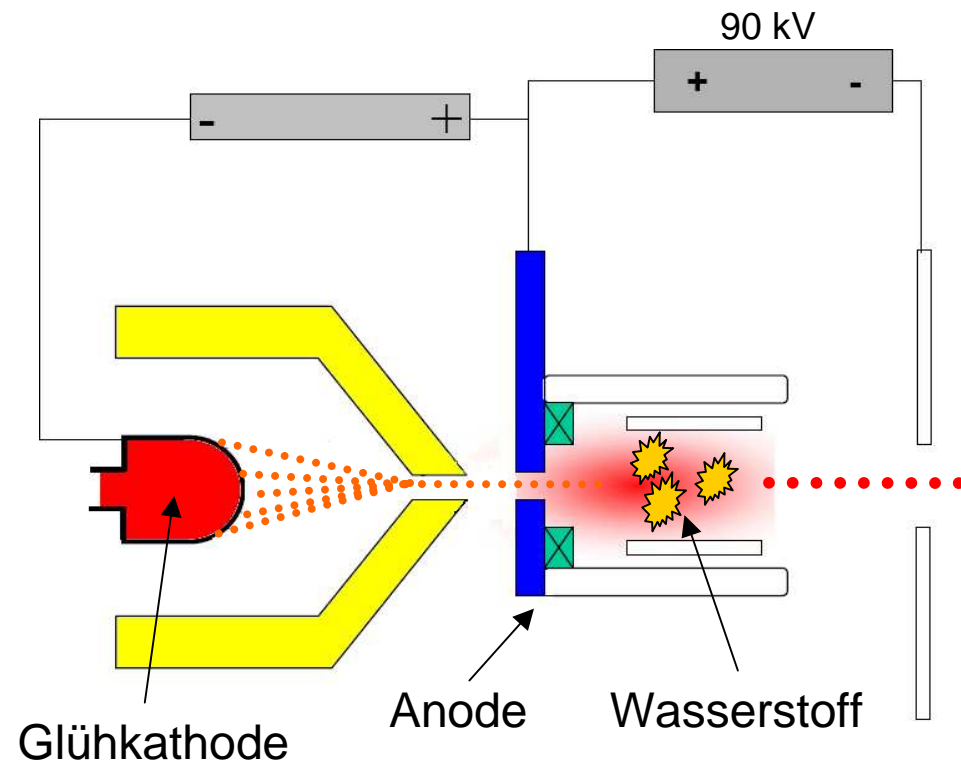
- Teilchenerzeugung
  - Röhrenfernseher, Braun'sche Röhre, Fadenstrahlröhre



# Teilchenbeschleuniger



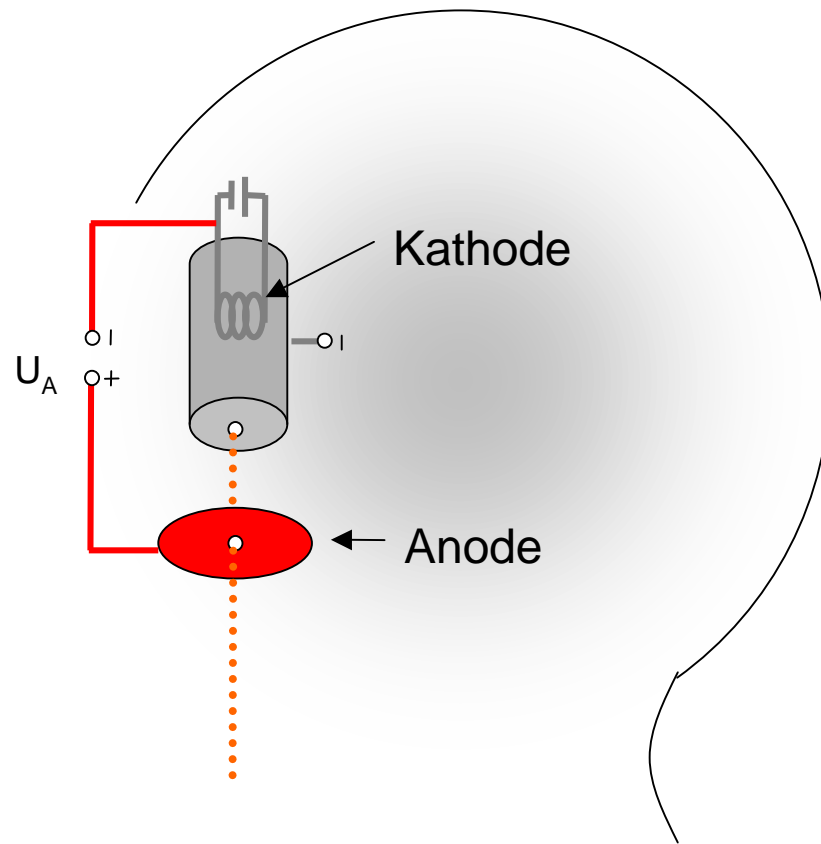
- Teilchenerzeugung
  - Röhrenfernseher, Braun'sche Röhre, Fadenstrahlröhre



# Teilchenbeschleuniger



- Beschleunigung
  - Röhrenfernseher, Braun'sche Röhre, Fadenstrahlröhre

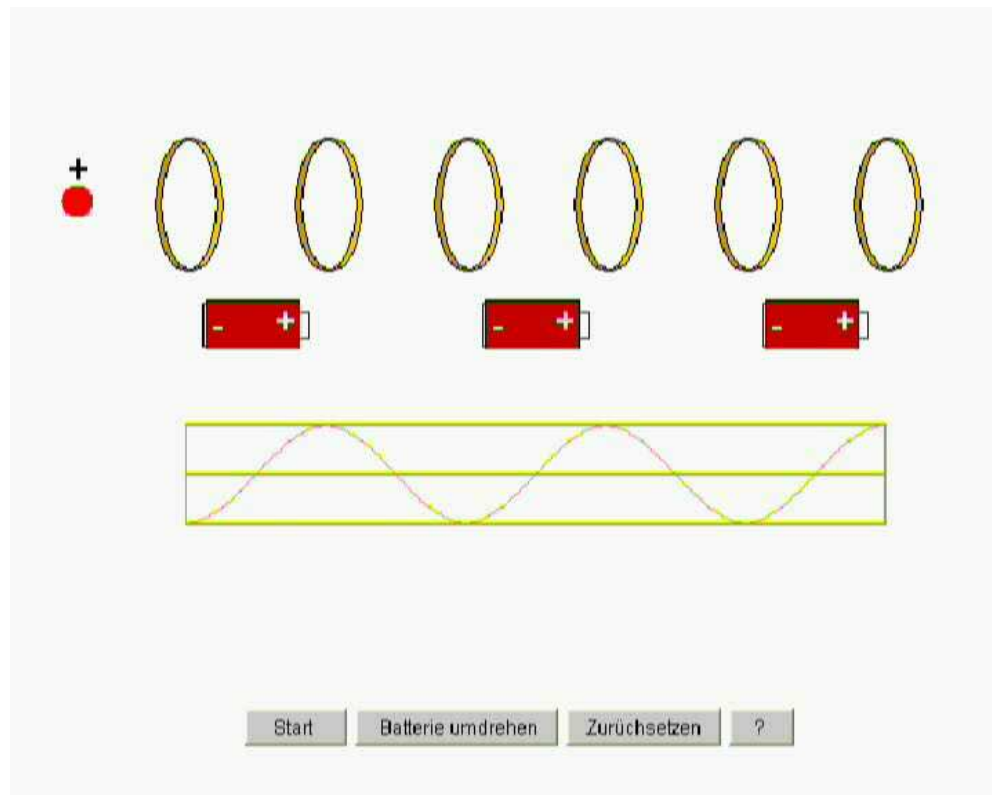




# Teilchenbeschleuniger



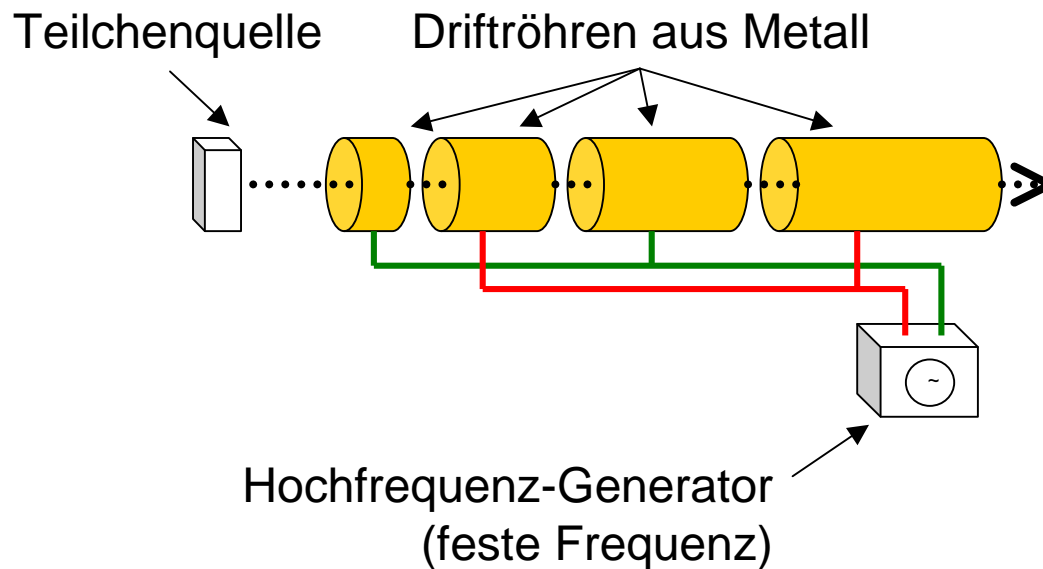
- Beschleunigung
  - Röhrenfernseher, Braun'sche Röhre, Fadenstrahlröhre



# Teilchenbeschleuniger



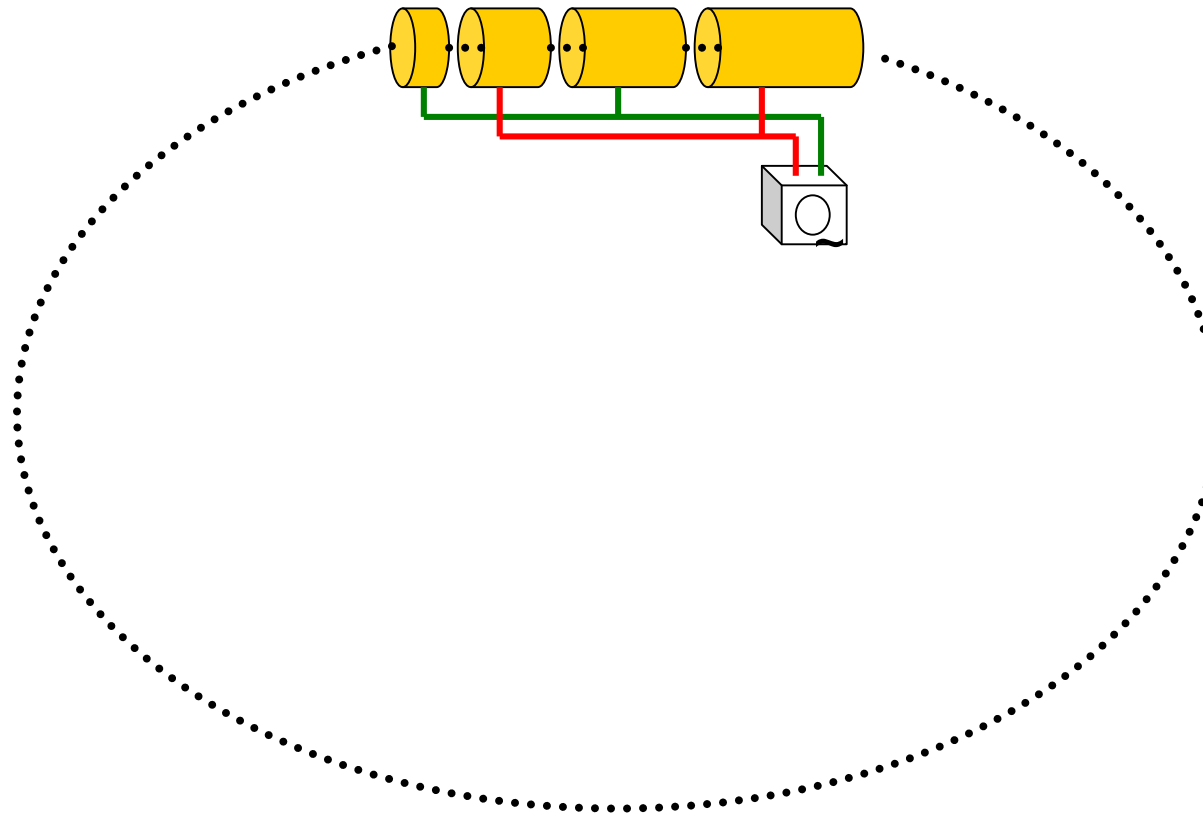
- Beschleunigung
  - Röhrenfernseher, Braun'sche Röhre, Fadenstrahlröhre



# Teilchenbeschleuniger



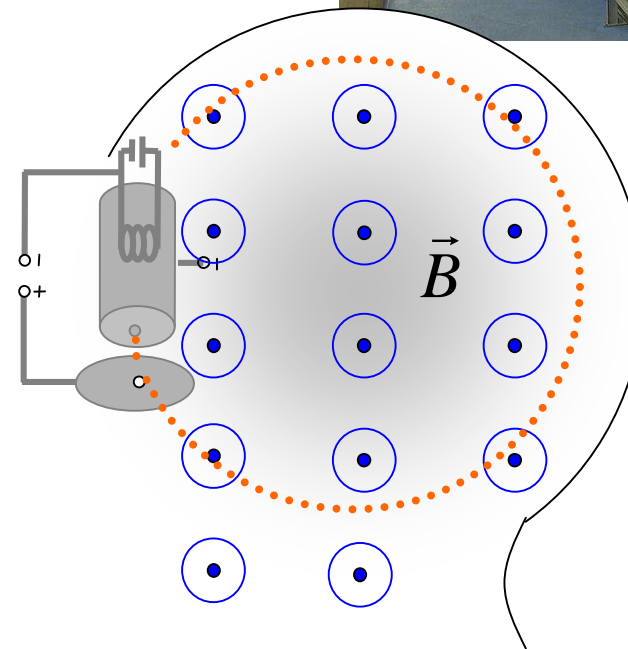
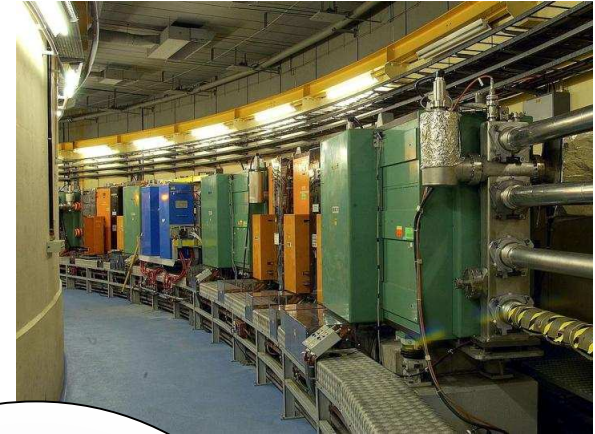
- Kreisbeschleuniger
  - Fadenstrahlröhre



# Teilchenbeschleuniger



- Kreisbeschleuniger
  - Fadenstrahlröhre

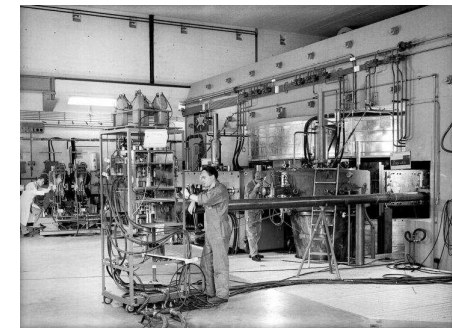
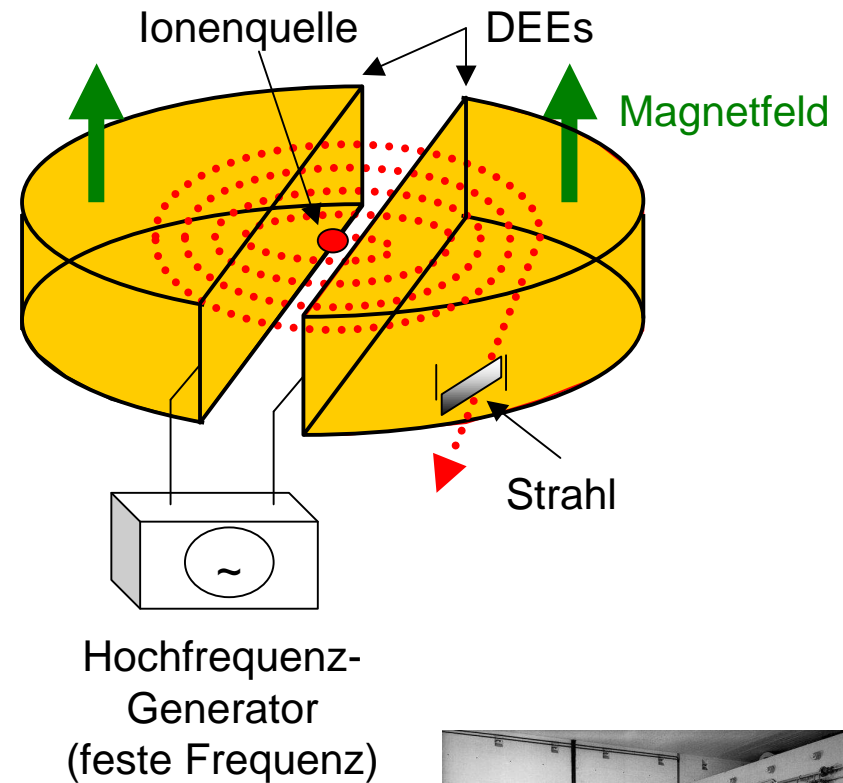




# Teilchenbeschleuniger



- Zyklotron
  - Fadenstrahlröhre



# Teilchenbeschleuniger



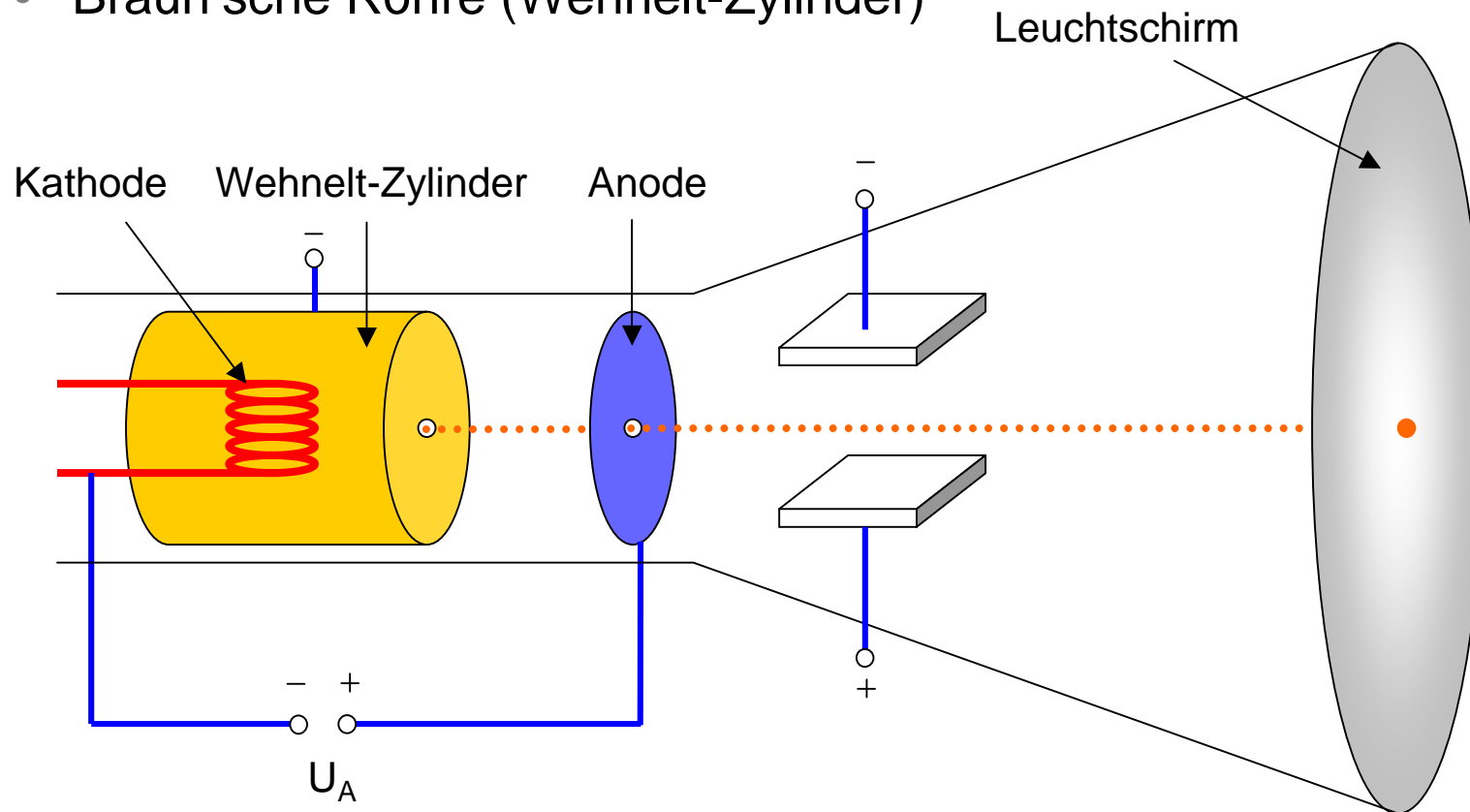
- Synchrotron
  - Fadenstrahlröhre



# Teilchenbeschleuniger



- Fokussierung
  - Braun'sche Röhre (Wehnelt-Zylinder)



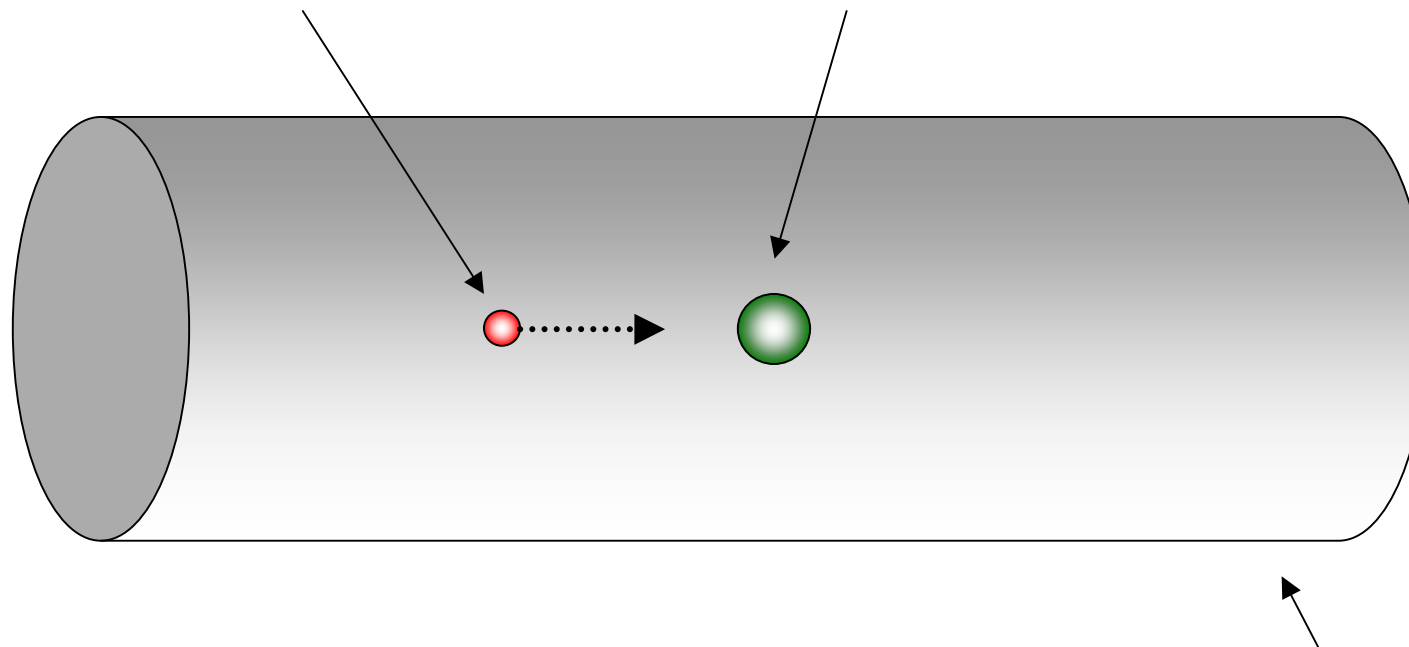
# Teilchenbeschleuniger



- Fokussierung

Beschleunigtes Teilchen

Gasatom



Strahlrohr



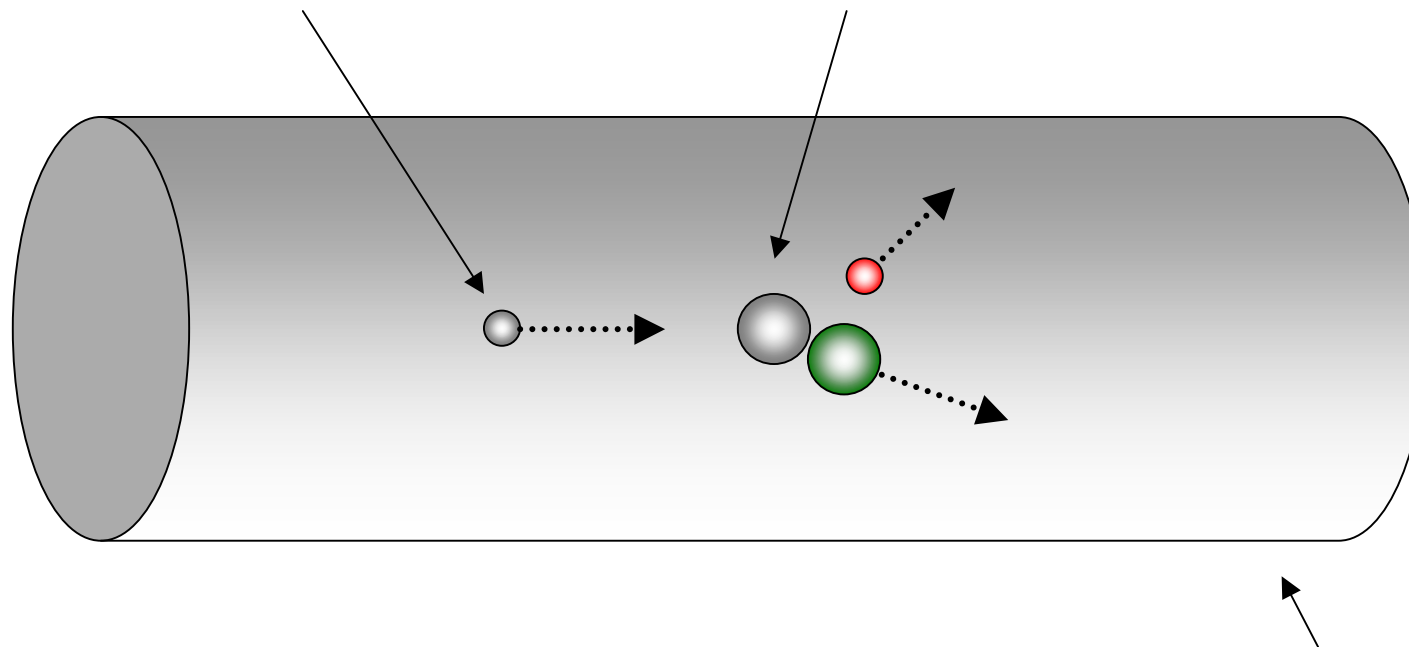
# Teilchenbeschleuniger



- Fokussierung

Beschleunigtes Teilchen

Gasatom



Strahlrohr

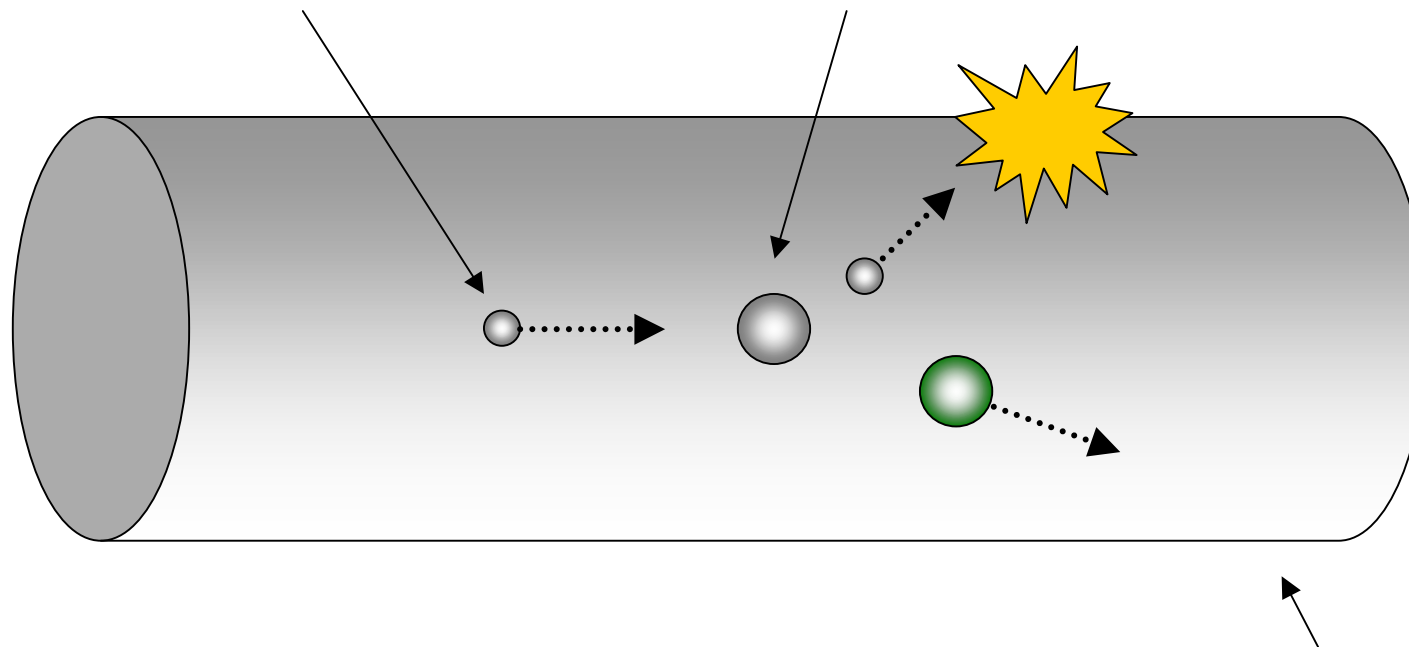
# Teilchenbeschleuniger



- Fokussierung

Beschleunigtes Teilchen

Gasatom

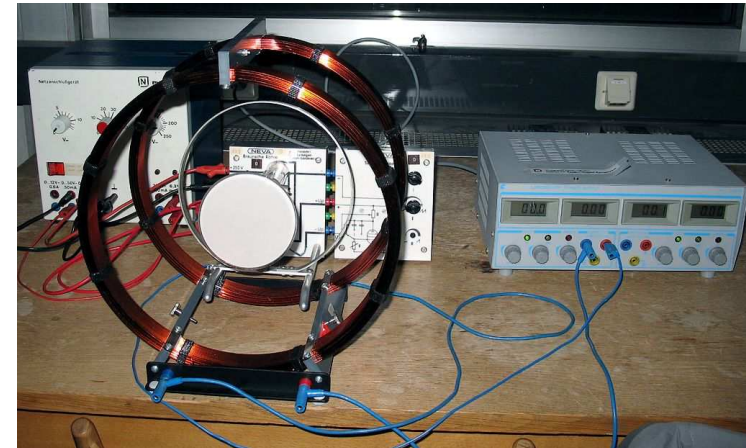
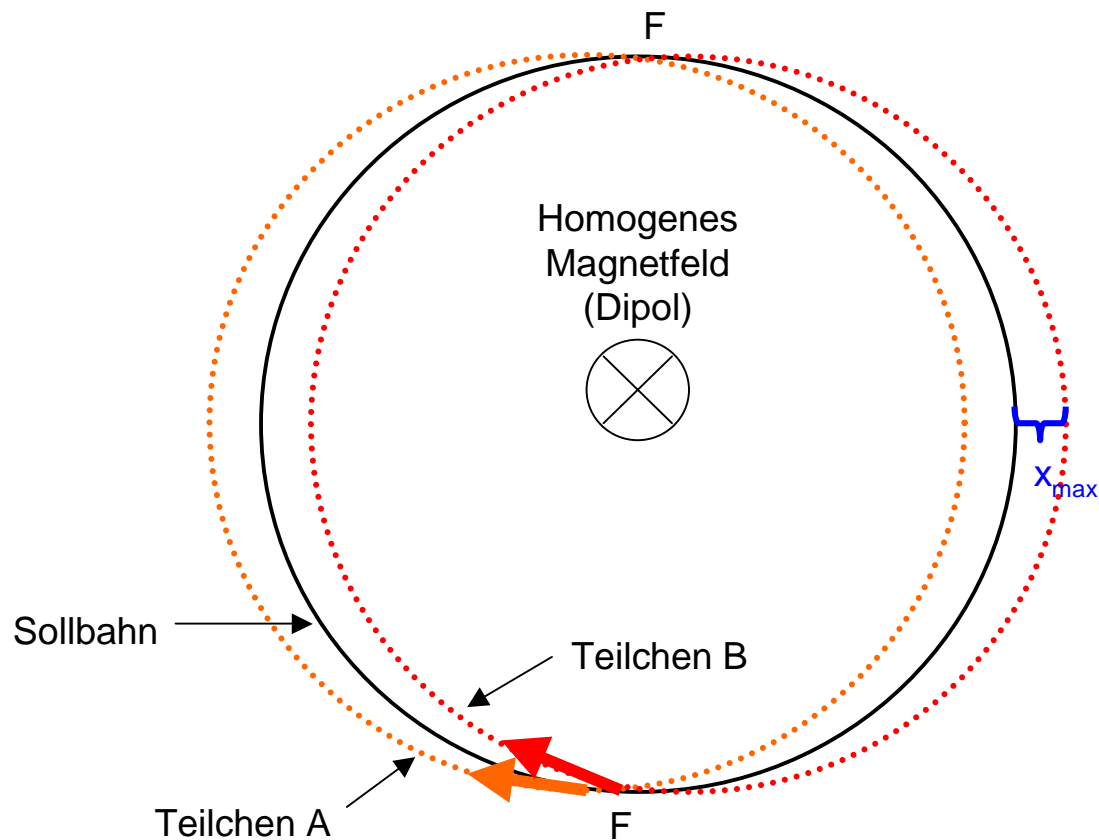


Strahlrohr

# Teilchenbeschleuniger



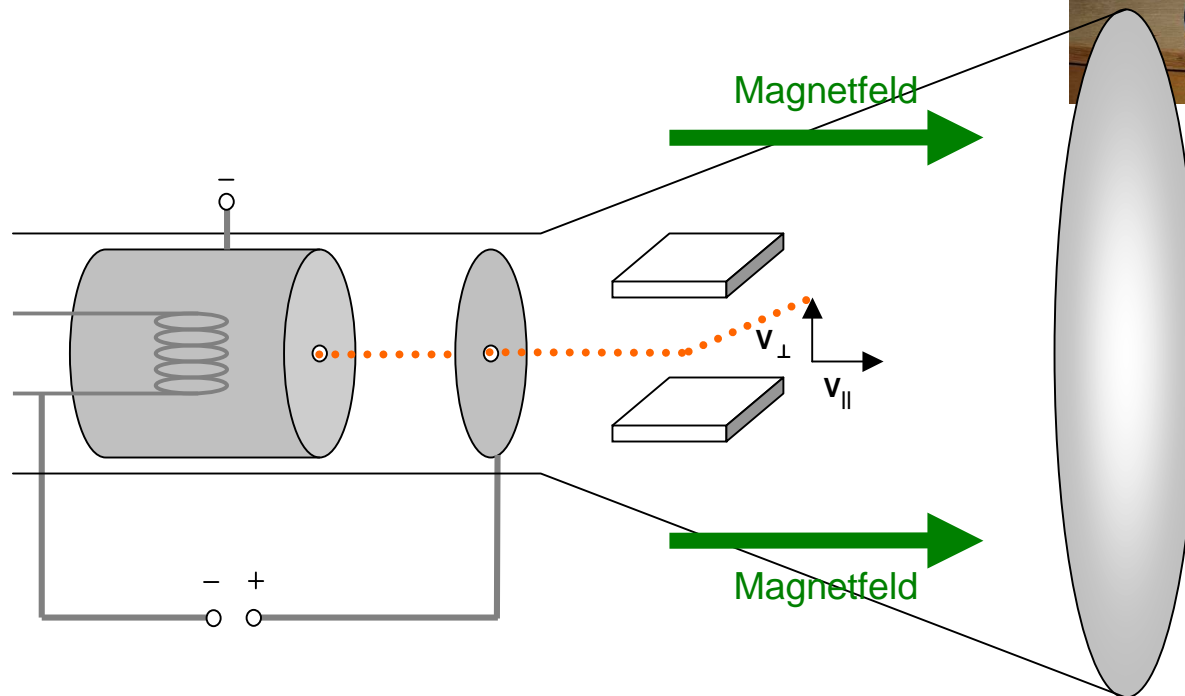
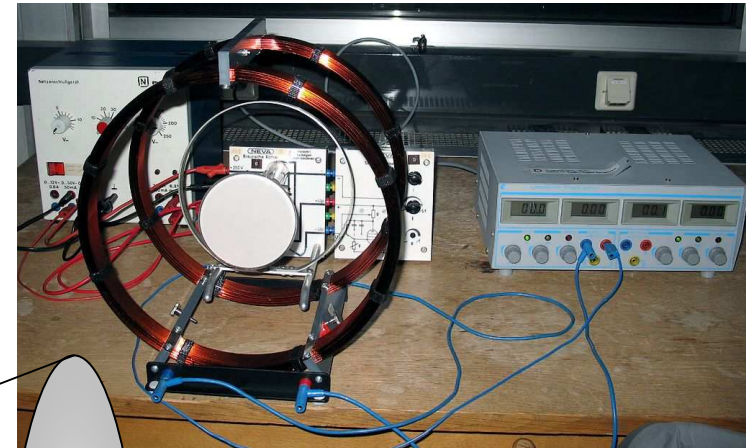
- Schwache Fokussierung
  - Braun'sche Röhre



# Teilchenbeschleuniger



- Schwache Fokussierung
  - Braun'sche Röhre

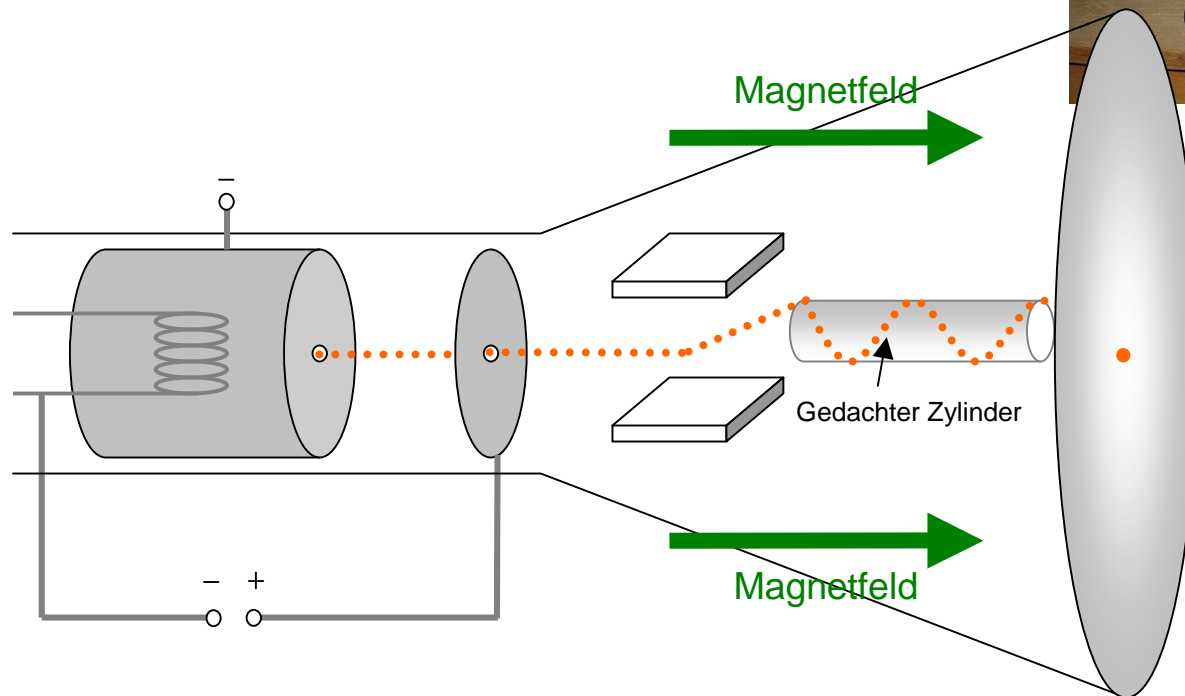
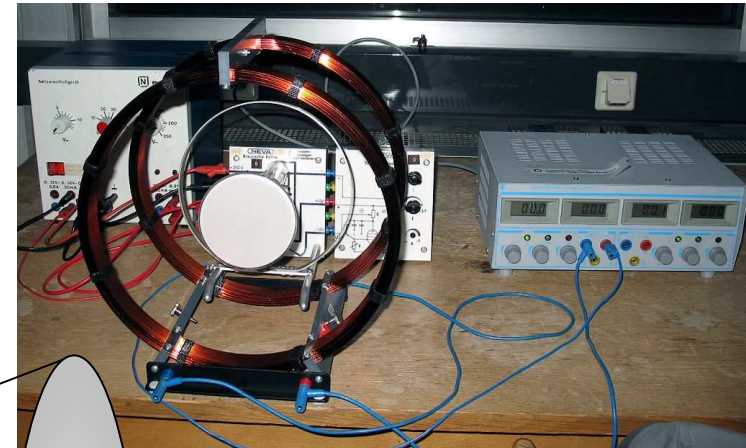




# Teilchenbeschleuniger



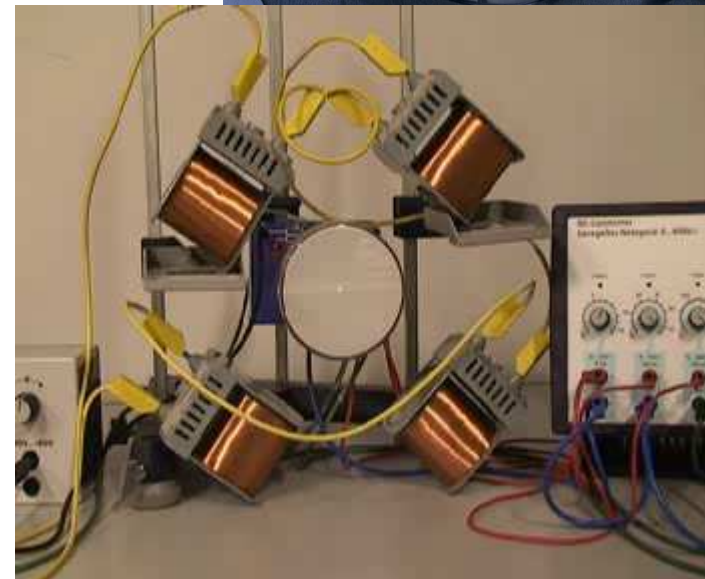
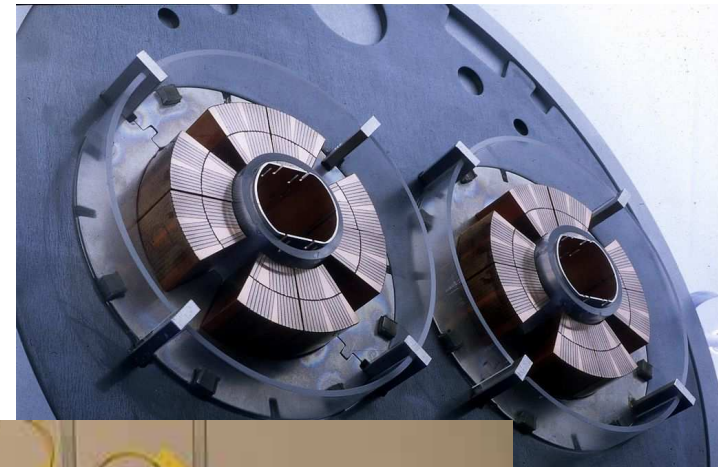
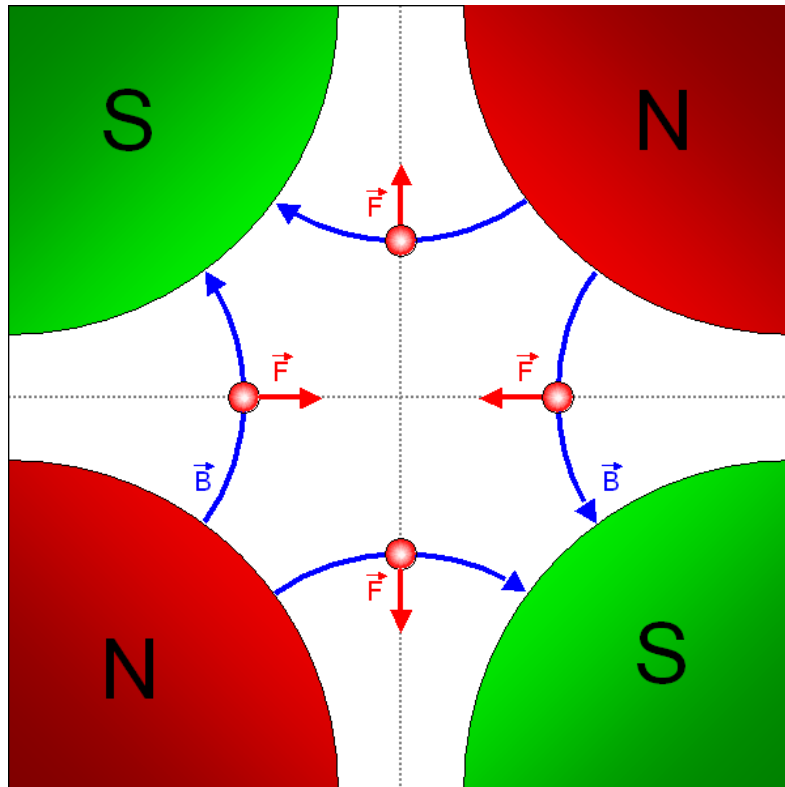
- Schwache Fokussierung
  - Braun'sche Röhre



# Teilchenbeschleuniger



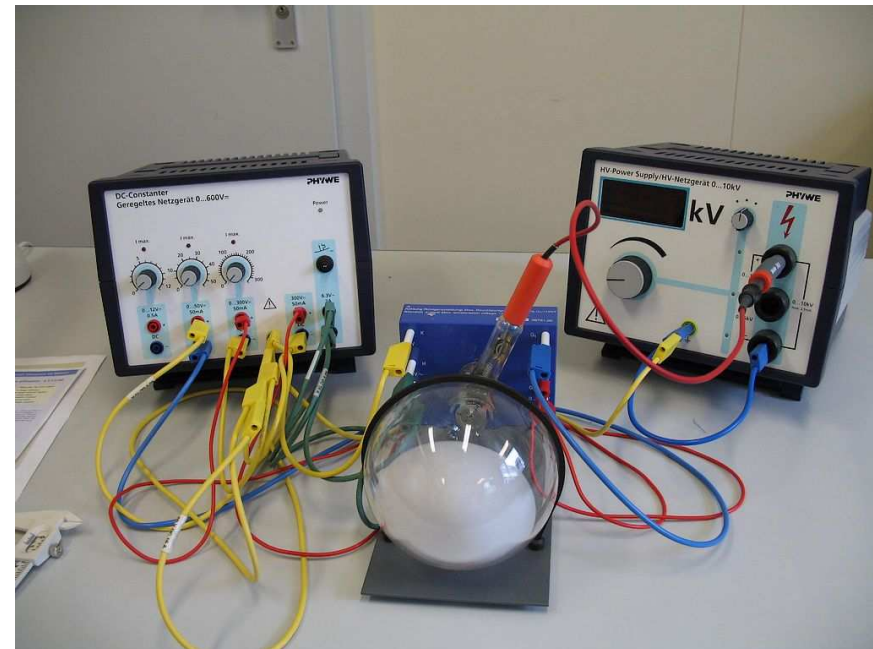
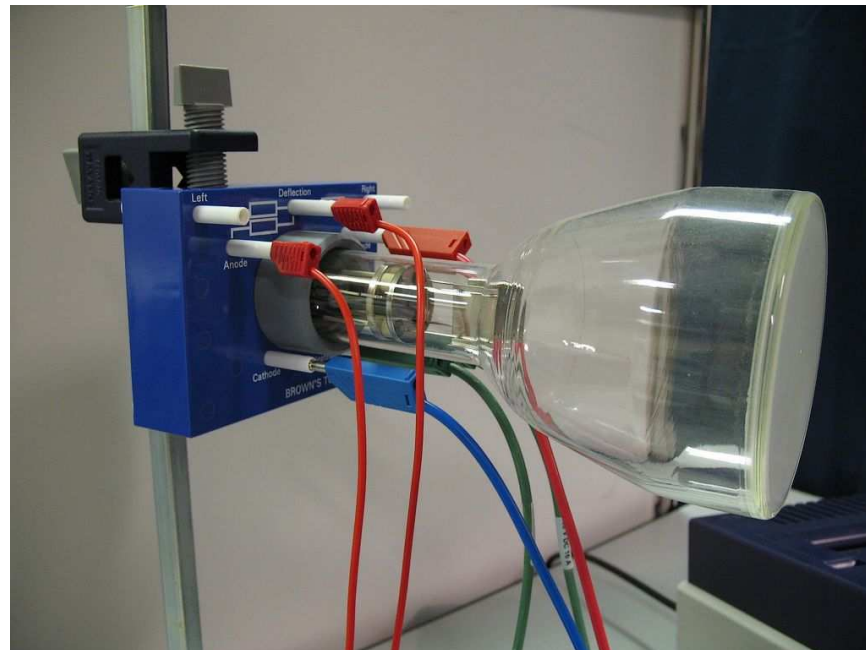
- Starke Fokussierung
  - Braun'sche Röhre



# Teilchenbeschleuniger



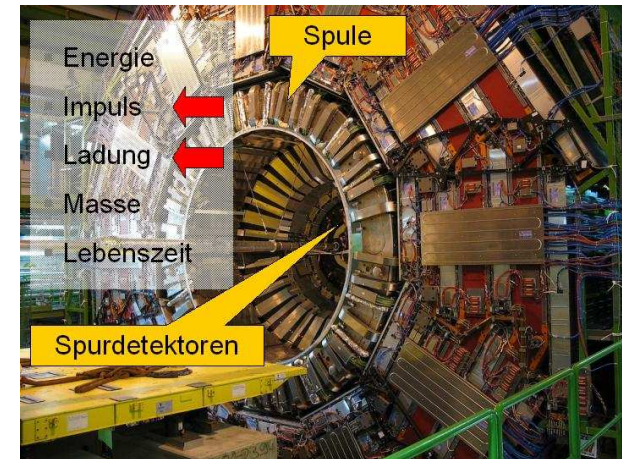
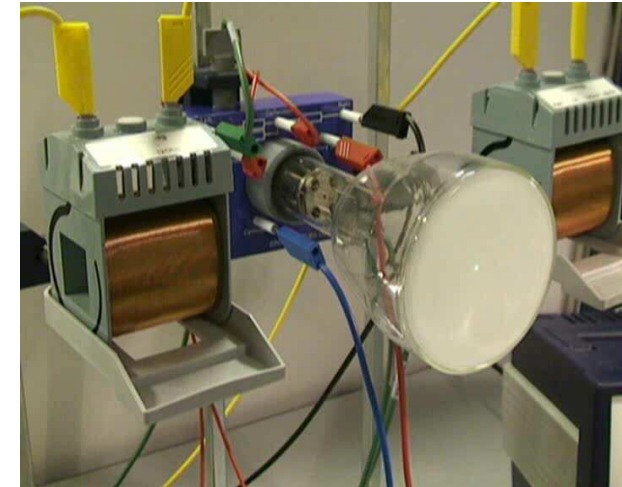
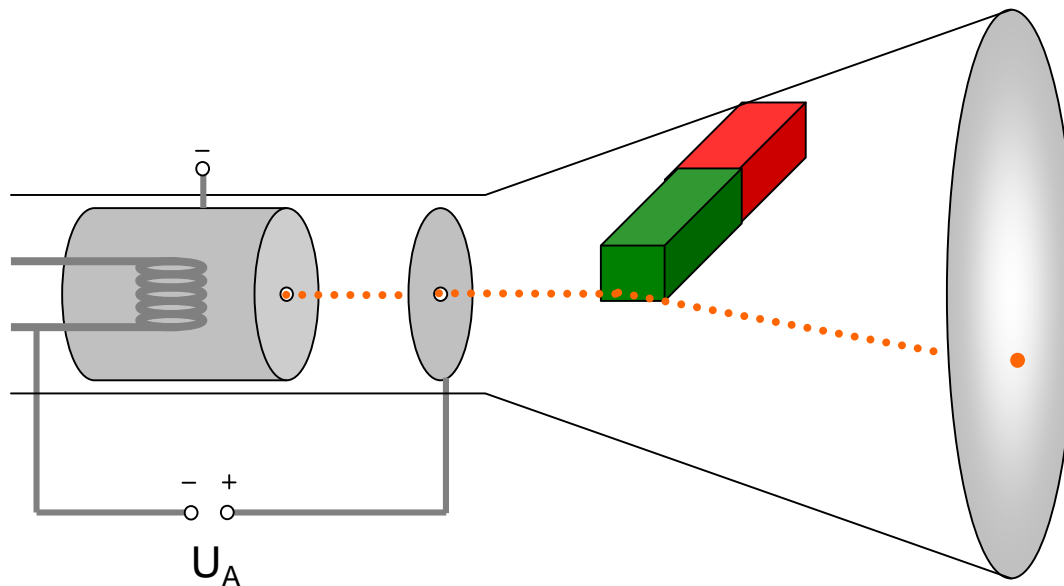
- Vakuum
  - Braun'sche Röhre, Elektronenbeugungsröhre



# Teilchendetektoren



- Ladungsbestimmung
  - Braun'sche Röhre, Fadenstrahlröhre

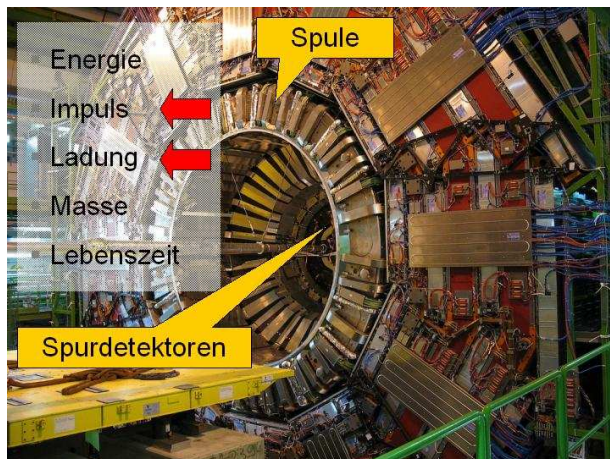
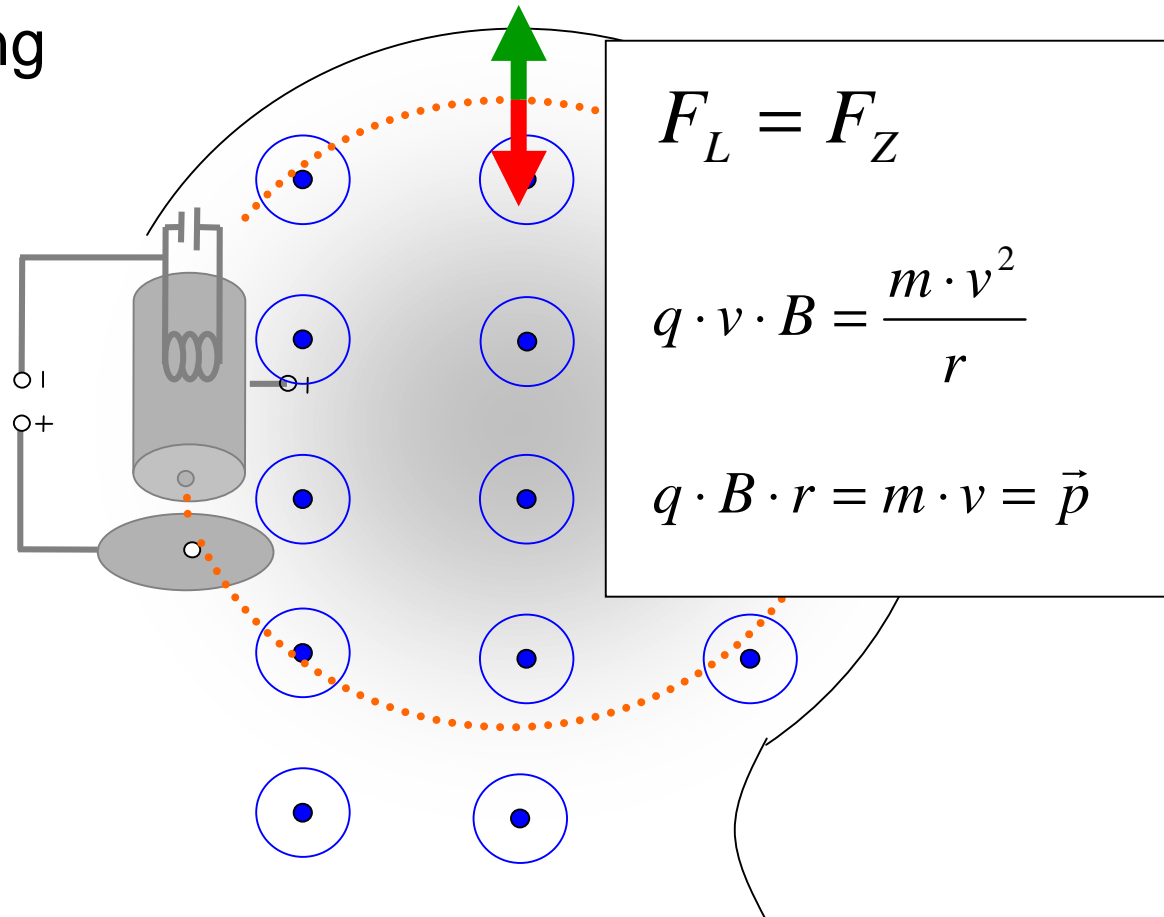




# Teilchendetektoren



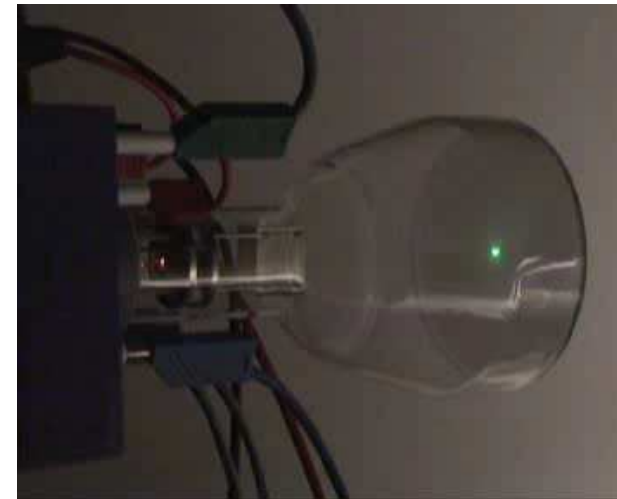
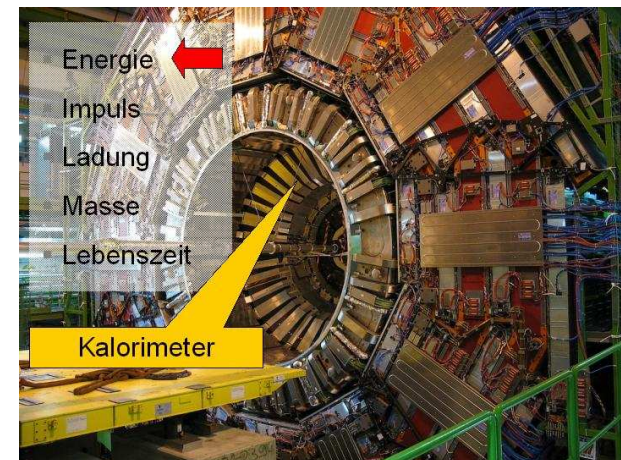
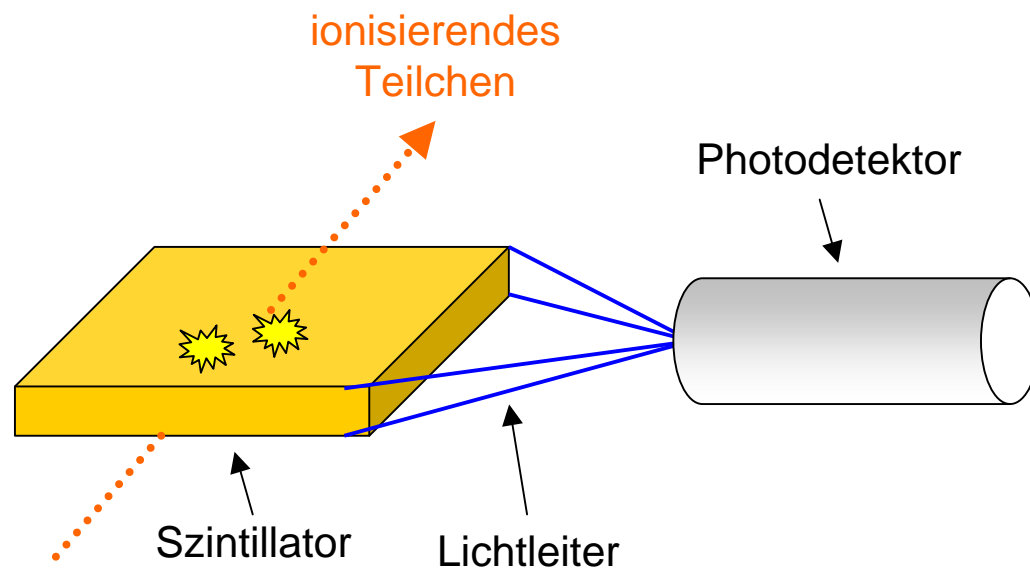
- Impulsbestimmung
  - Fadenstrahlröhre



# Teilchendetektoren



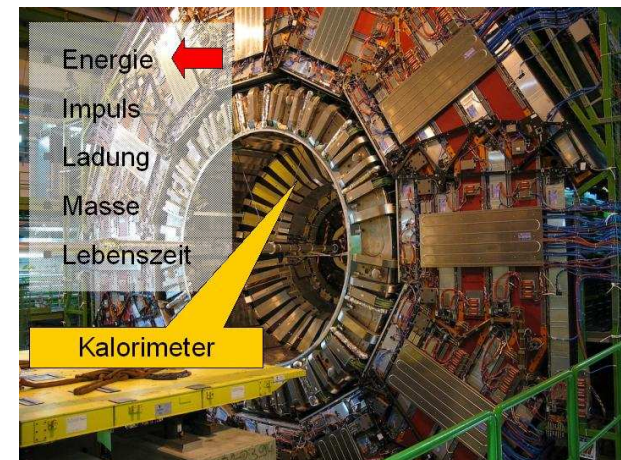
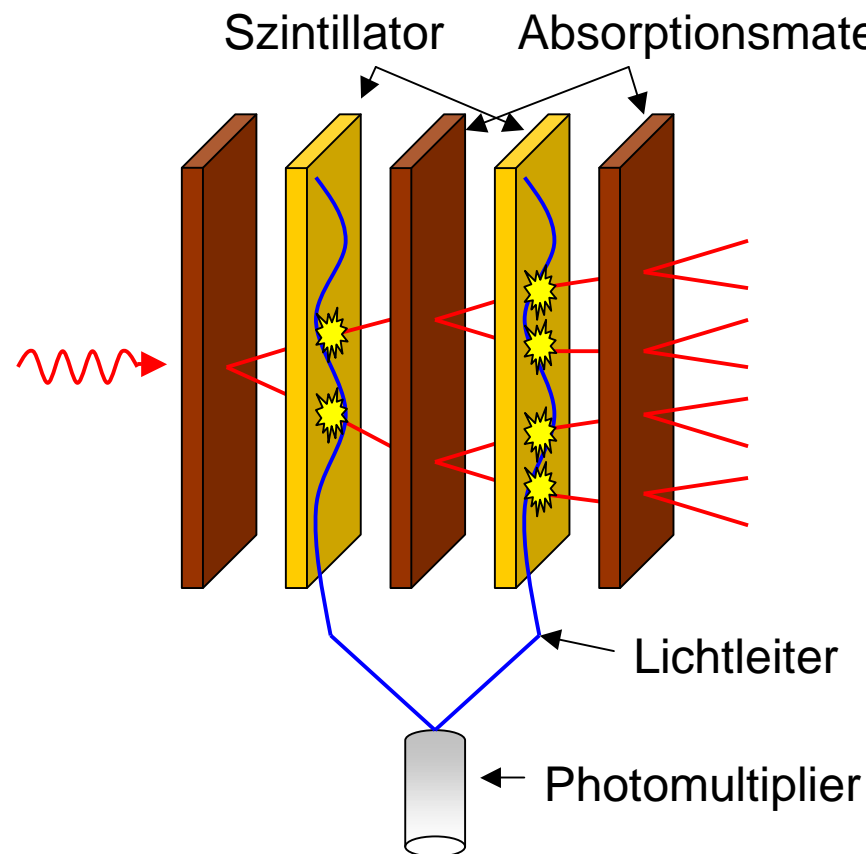
- Teilchendetektion mit Szintillatoren
  - Braun'sche Röhre, Fadenstrahlröhre, ...



# Teilchendetektoren



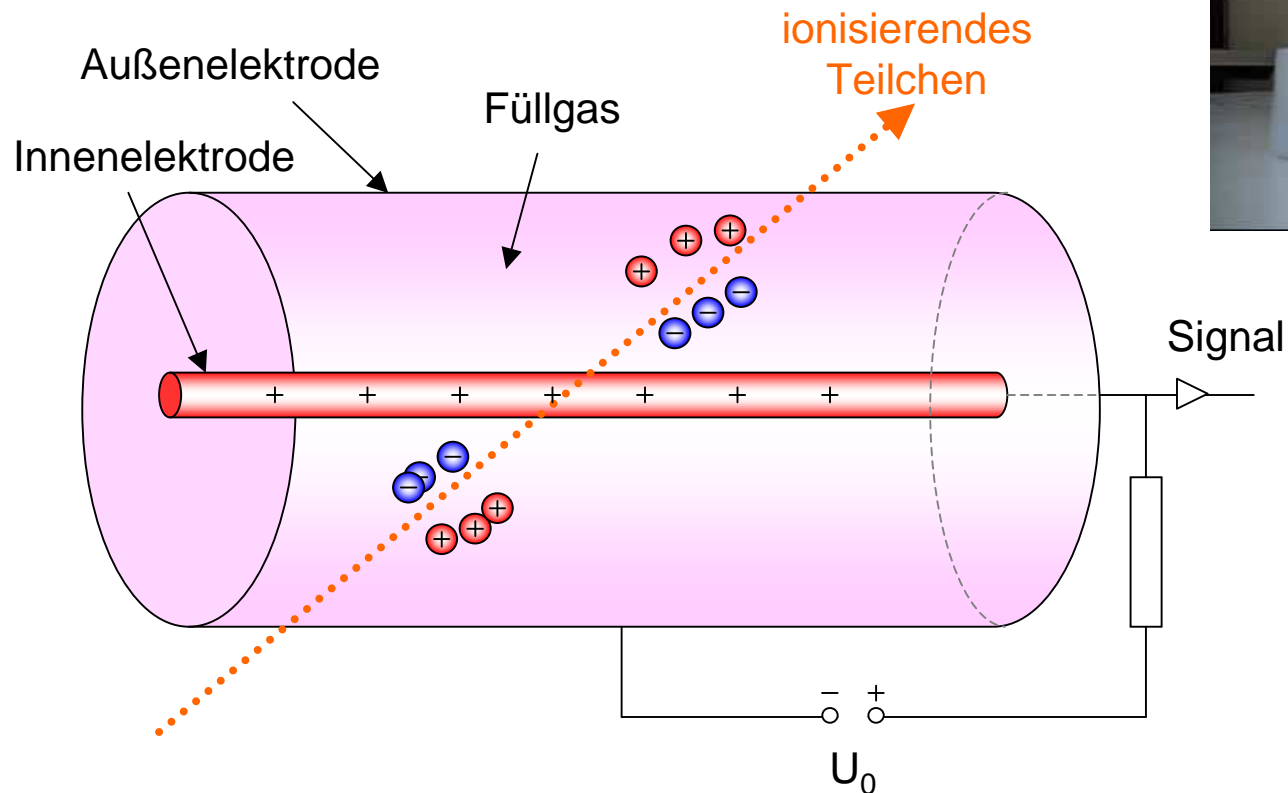
- Teilchendetektion mit Szintillatoren
  - Kalorimeter



# Teilchendetektoren



- Myonenkammern
  - Gasdetektor = Geiger-Müller-Zählrohr

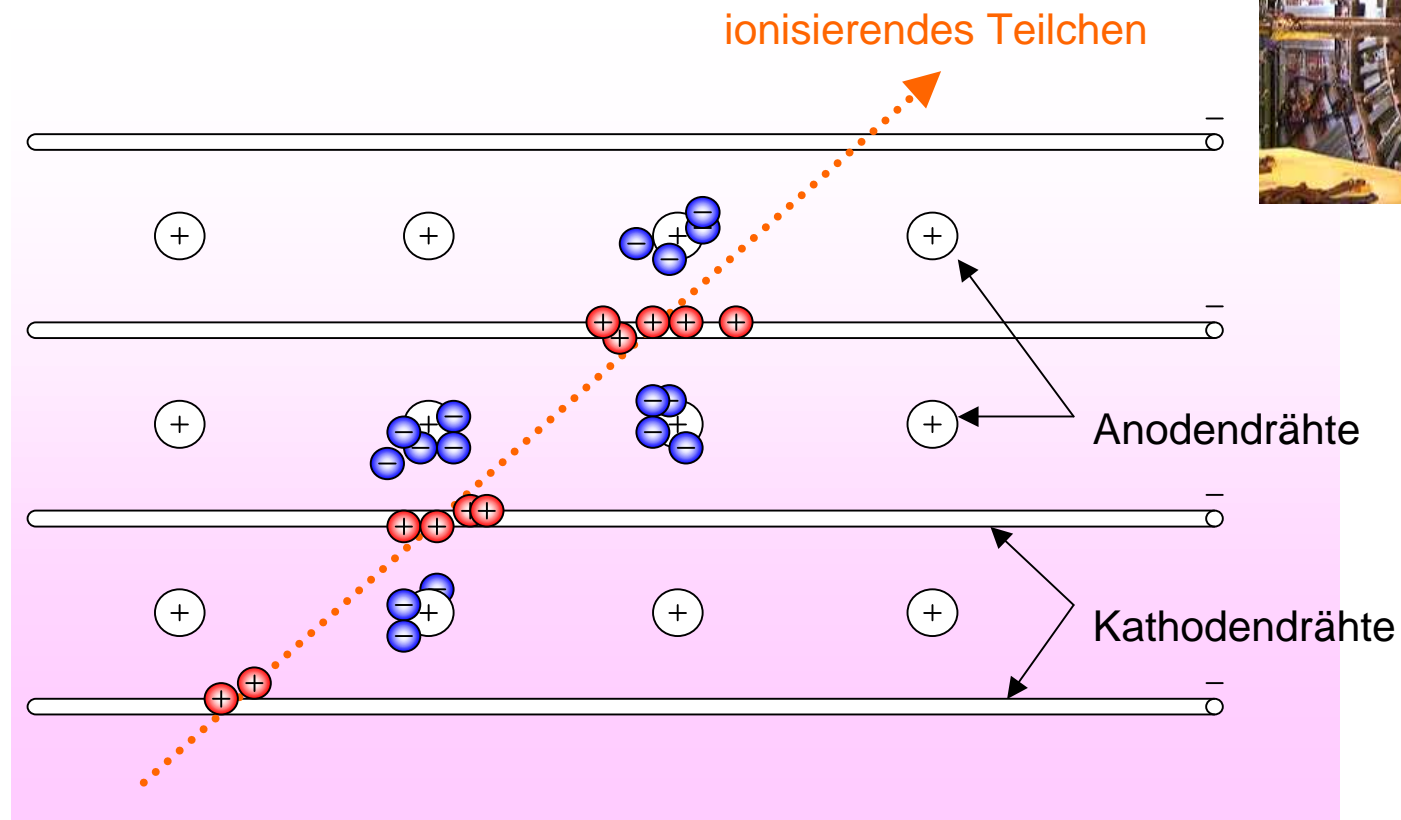




# Teilchendetektoren



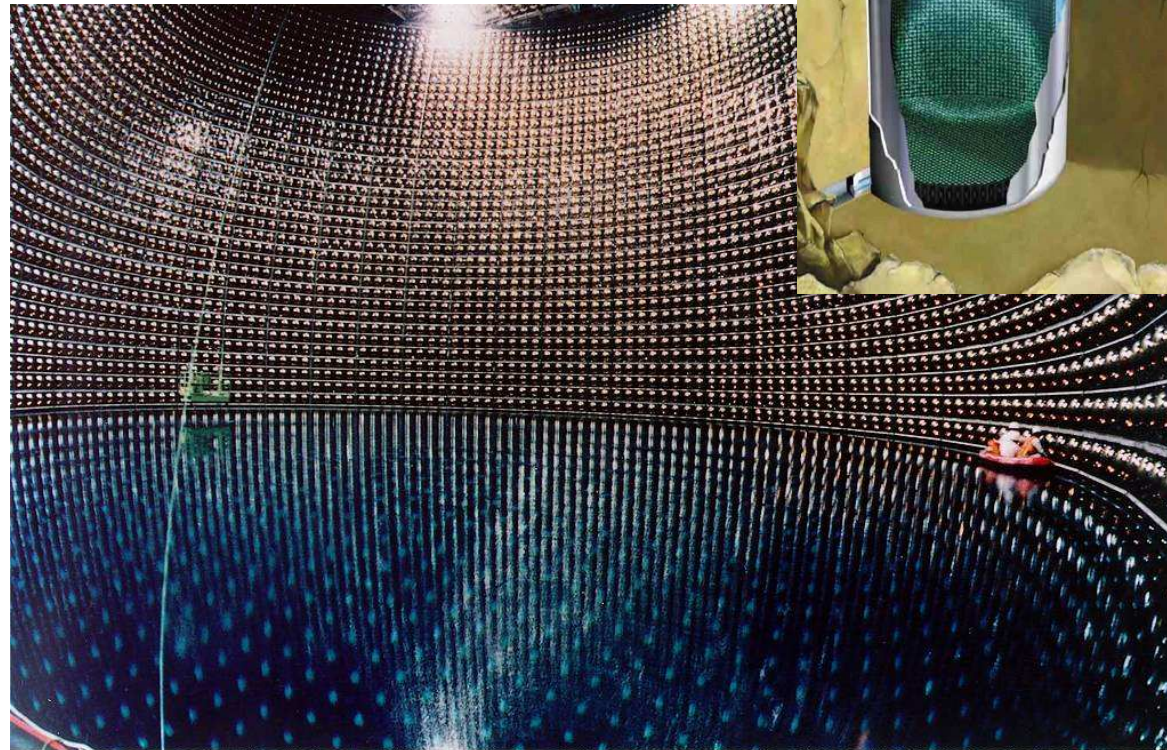
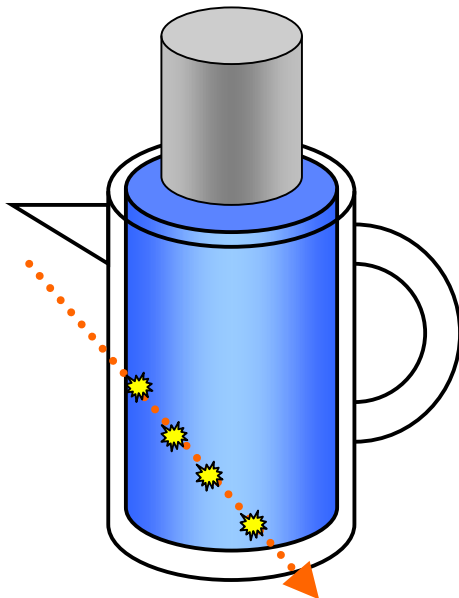
- Myonenkammern
  - Vieldraht-Proportionalkammer



# Teilchendetektoren



- Cherenkov-Detektor
  - Myonenkanne

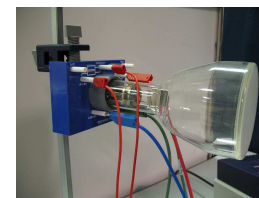


# Einsatzmöglichkeiten



## *Teilchenphysik erklärt mit Demonstrationsexperimenten*

- Parallel zum Unterricht
  - Zusätzliche Aspekte und Aufgabenstellungen bei der Behandlung der klassischen Versuche
- Als Unterrichtseinheit kurz vor dem Abi
  - Wiederholung der klassischen Phänomene
  - Vorwissen der SchülerInnen, da Experimente bereits bekannt
  - Übergang zur Spitzenforschung am CERN

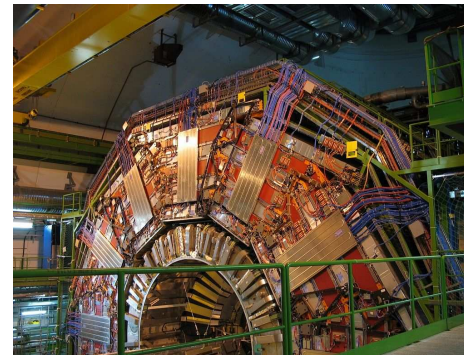
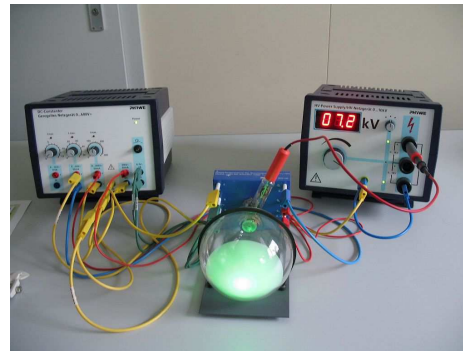


# Vorteile



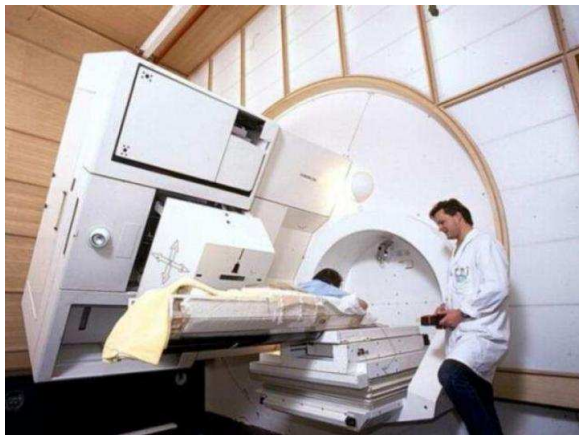
## *Teilchenphysik erklärt mit Demonstrationsexperimenten*

- Vermeidung von „Kreidephysik“
- Versuchsaufbauten in Schulen vorhanden
- Klärung der Frage: „Woher wissen wir...?“





# Technologietransfer



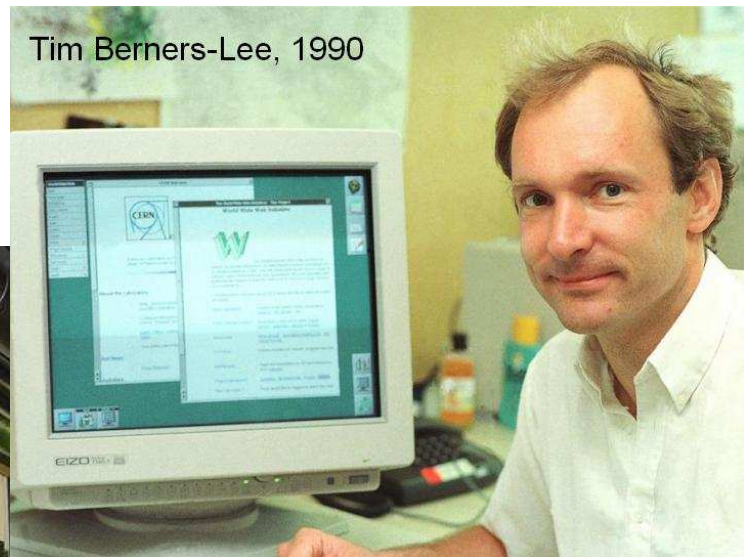
# Technologietransfer



# Technologietransfer



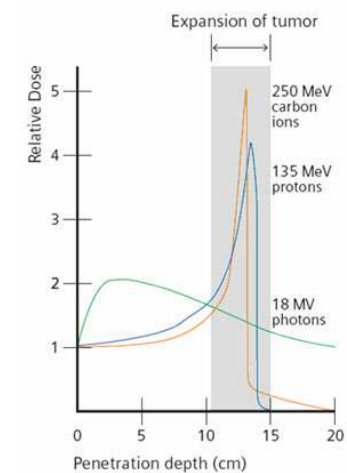
- World Wide Web



# Technologietransfer



- Teilchenbeschleuniger in der Medizin





# Technologietransfer



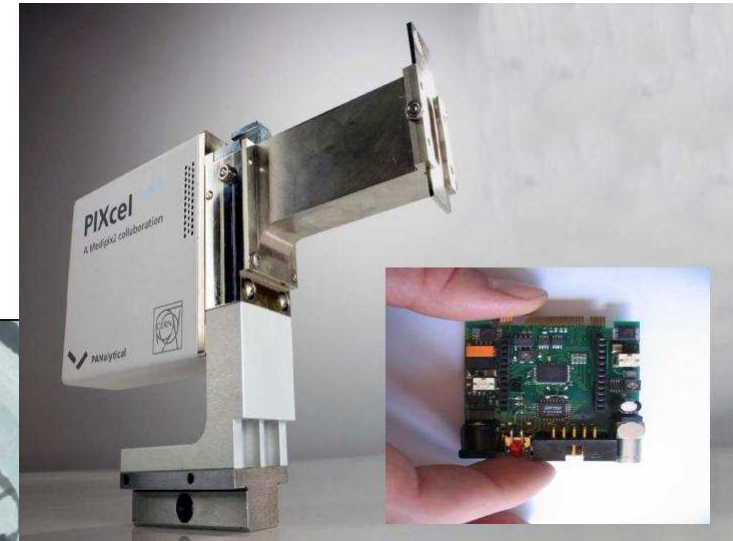
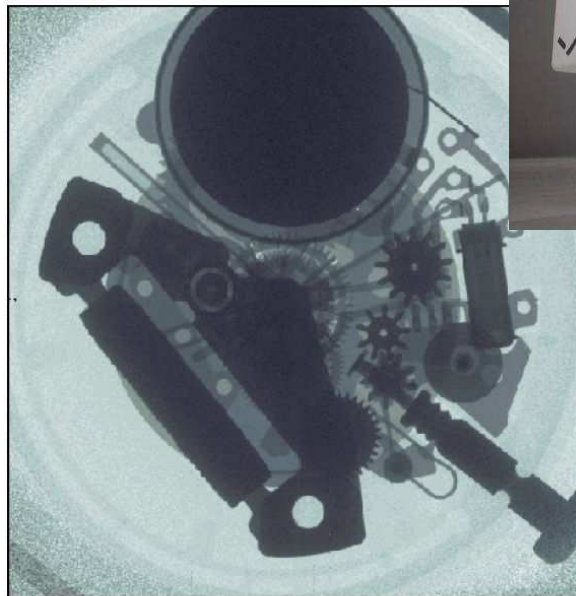
- Teilchenbeschleuniger in der Industrie
  - Polymerisation von Kunststoffen
  - Sterilisierung von Lebensmitteln und medizinischen Geräten
  - Dotieren von Halbleitern
  - Werkstoffüberprüfung



# Technologietransfer



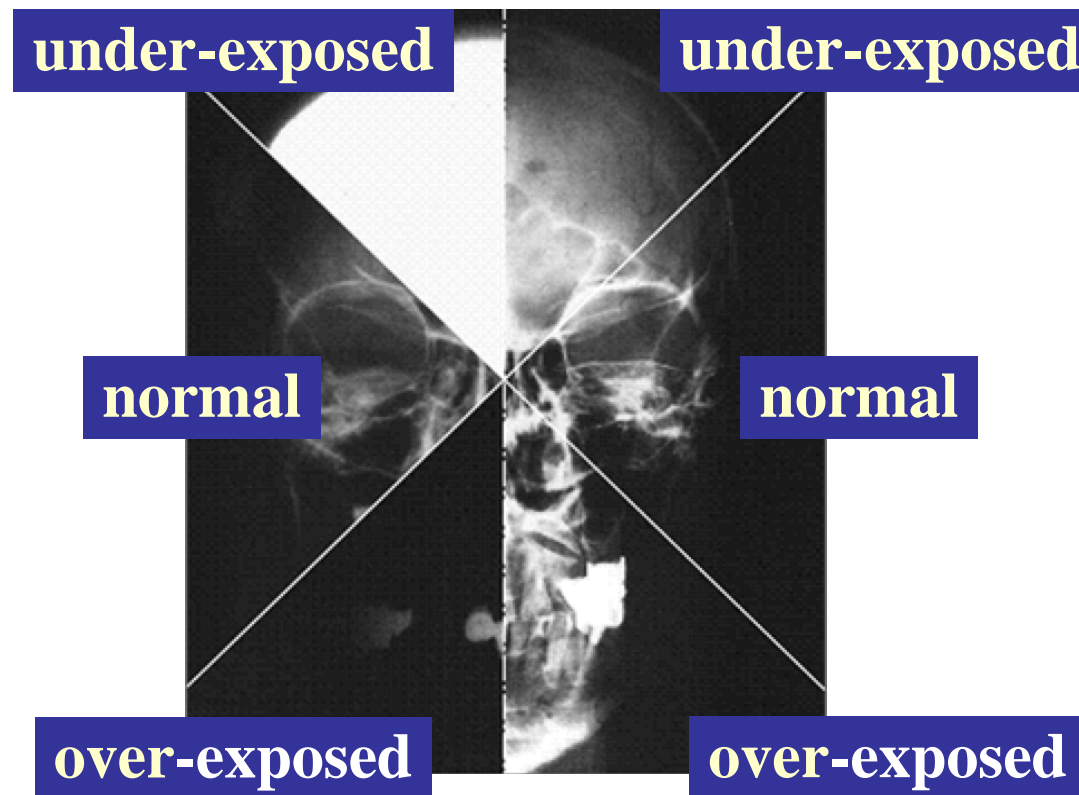
- Medipix-Kamera
  - Digitale Röntgenbildaufnahmen



# Technologietransfer



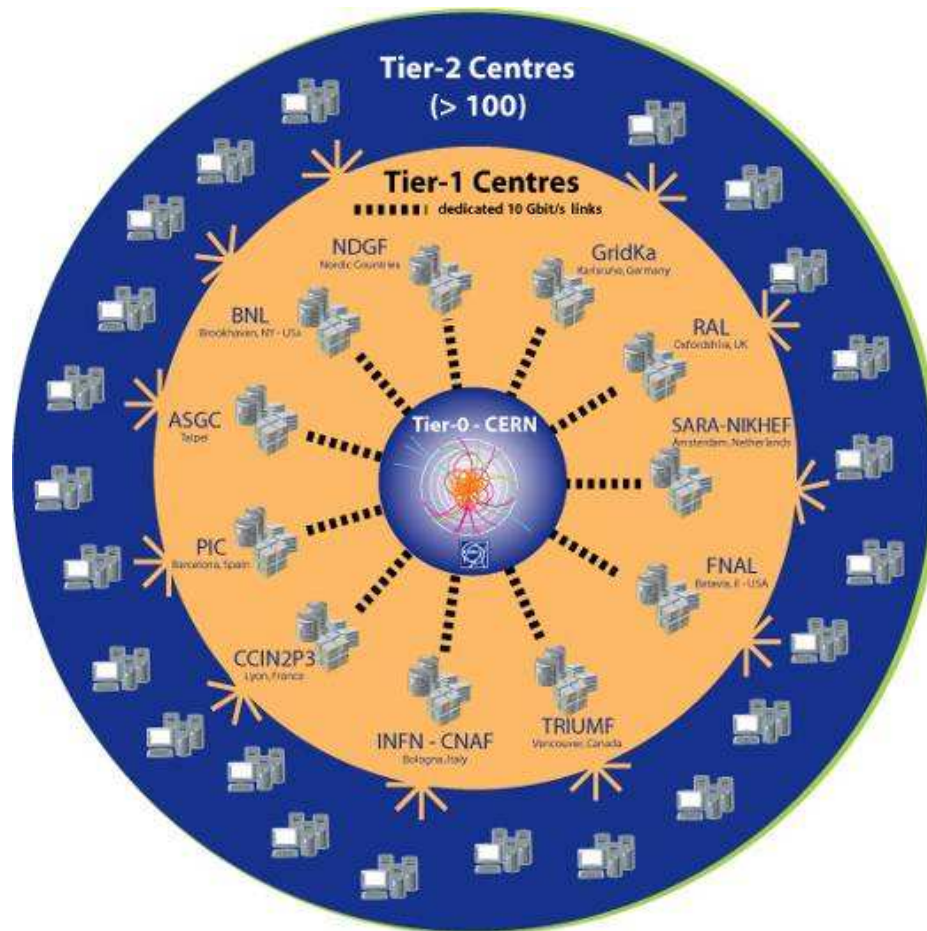
- Medipix-Kamera
  - Digitale Röntgenbildaufnahmen



# Technologietransfer



- Computertechnologie / Grid

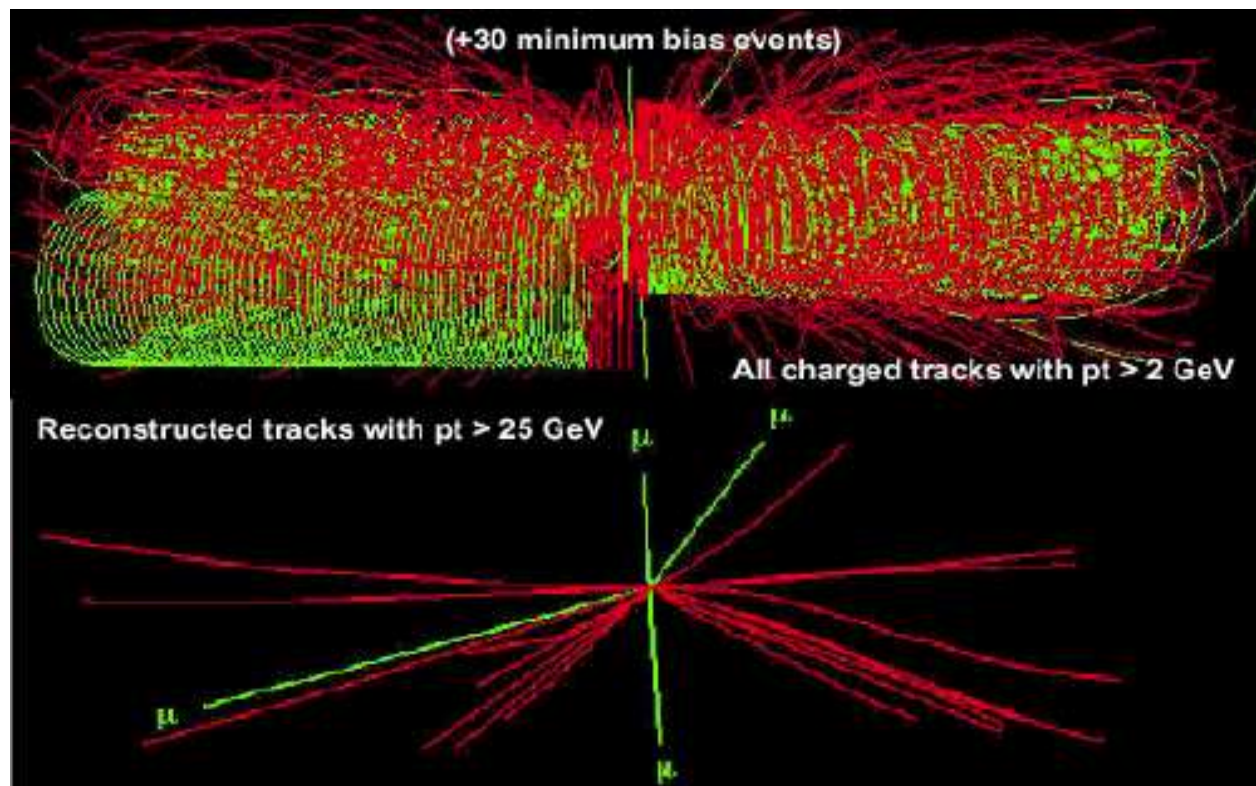




# Technologietransfer



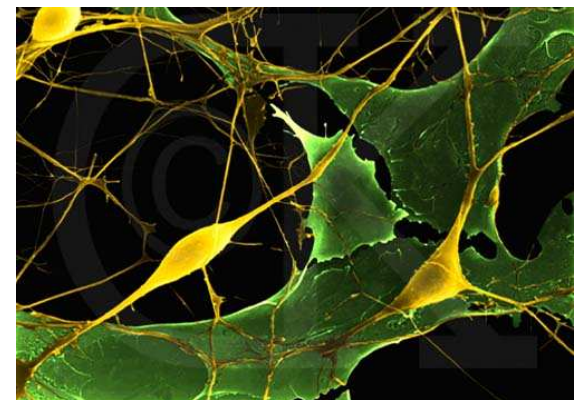
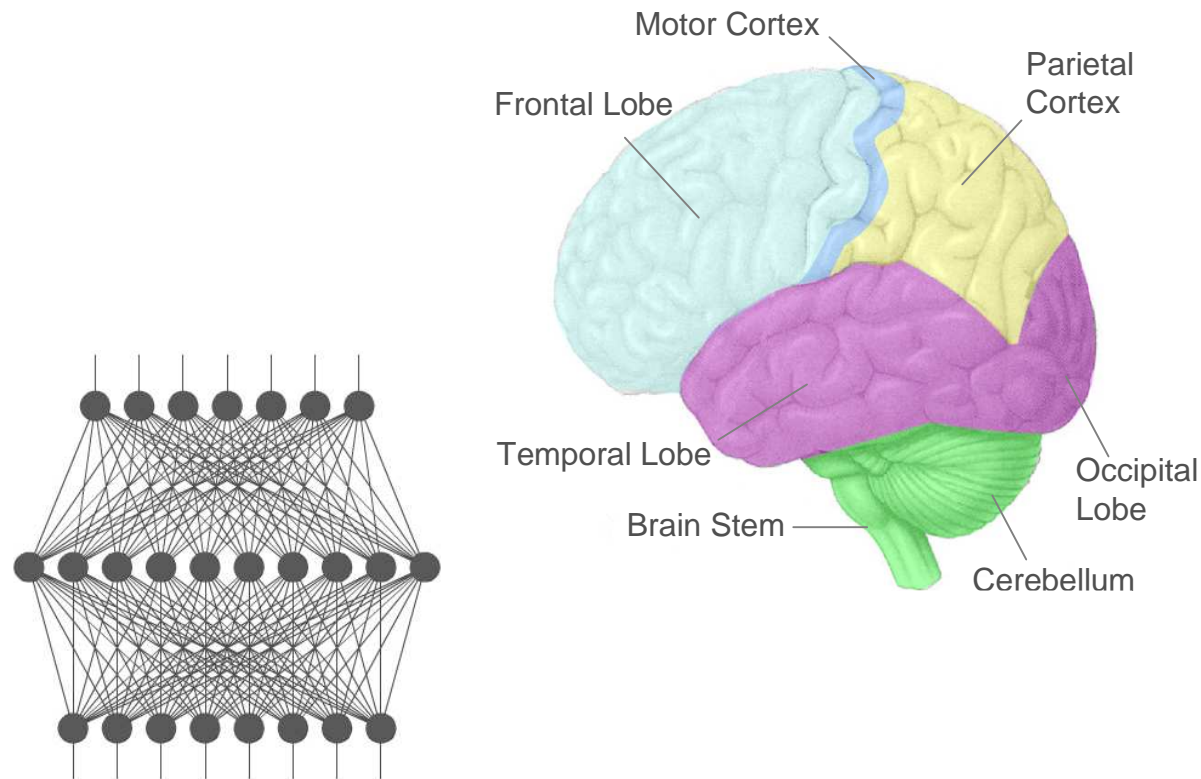
- Datenanalyse
  - ...die Suche nach der Nadel im Heuhaufen!



# Technologietransfer



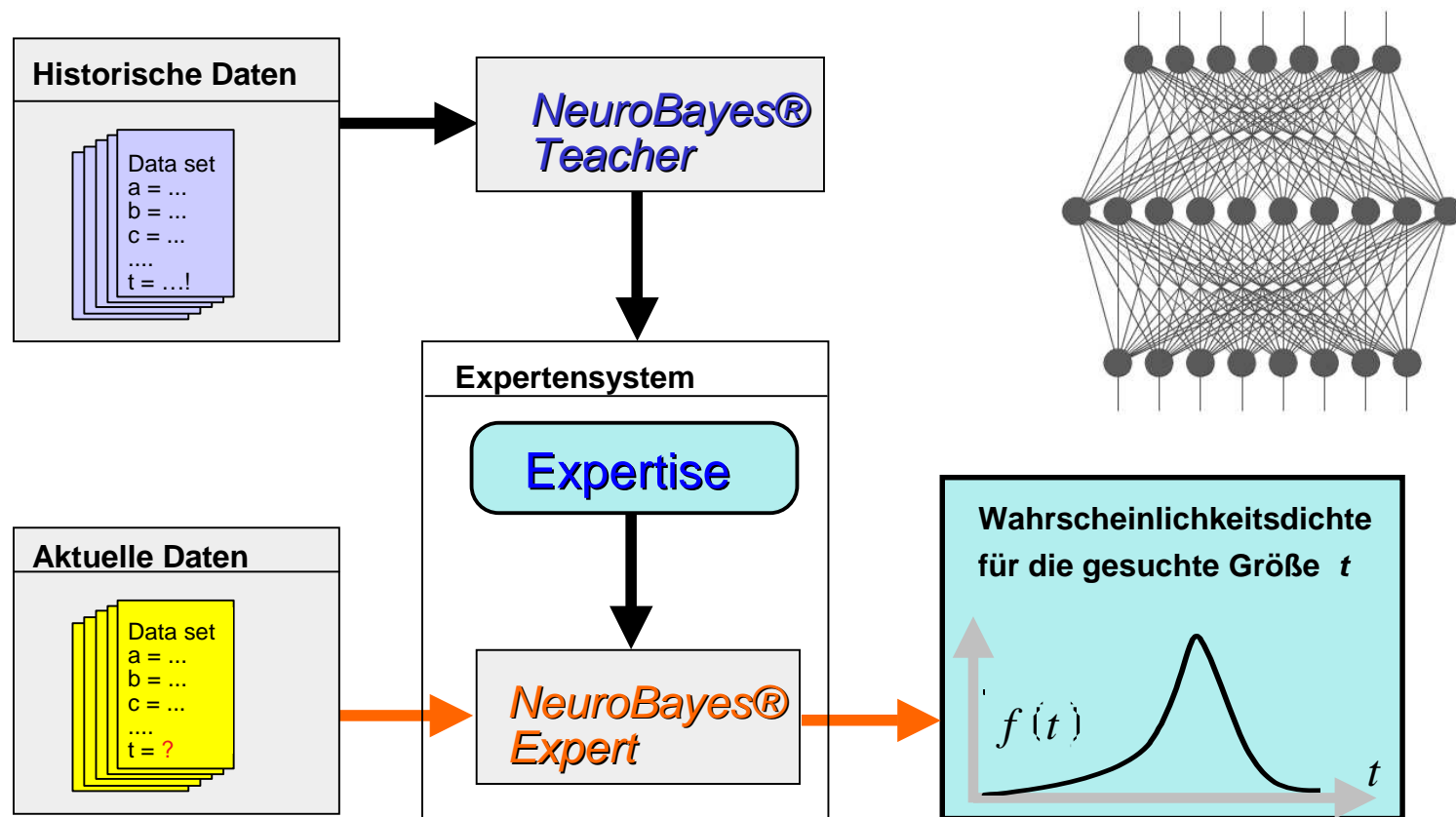
- Datenanalyse: künstliche neuronale Netze
  - Selbstlernende Prozeduren, kopiert von der Natur



# Technologietransfer



- Datenanalyse: künstliche neuronale Netze
  - Selbstlernende Prozeduren, kopiert von der Natur





# Technologietransfer



- Datenanalyse: künstliche neuronale Netze
  - Anwendungen in der Wirtschaft:
    - Versicherungen
    - Medizin
    - Banken
    - Handel

**<phi-t>**<sup>®</sup>  
Physics Information Technologies

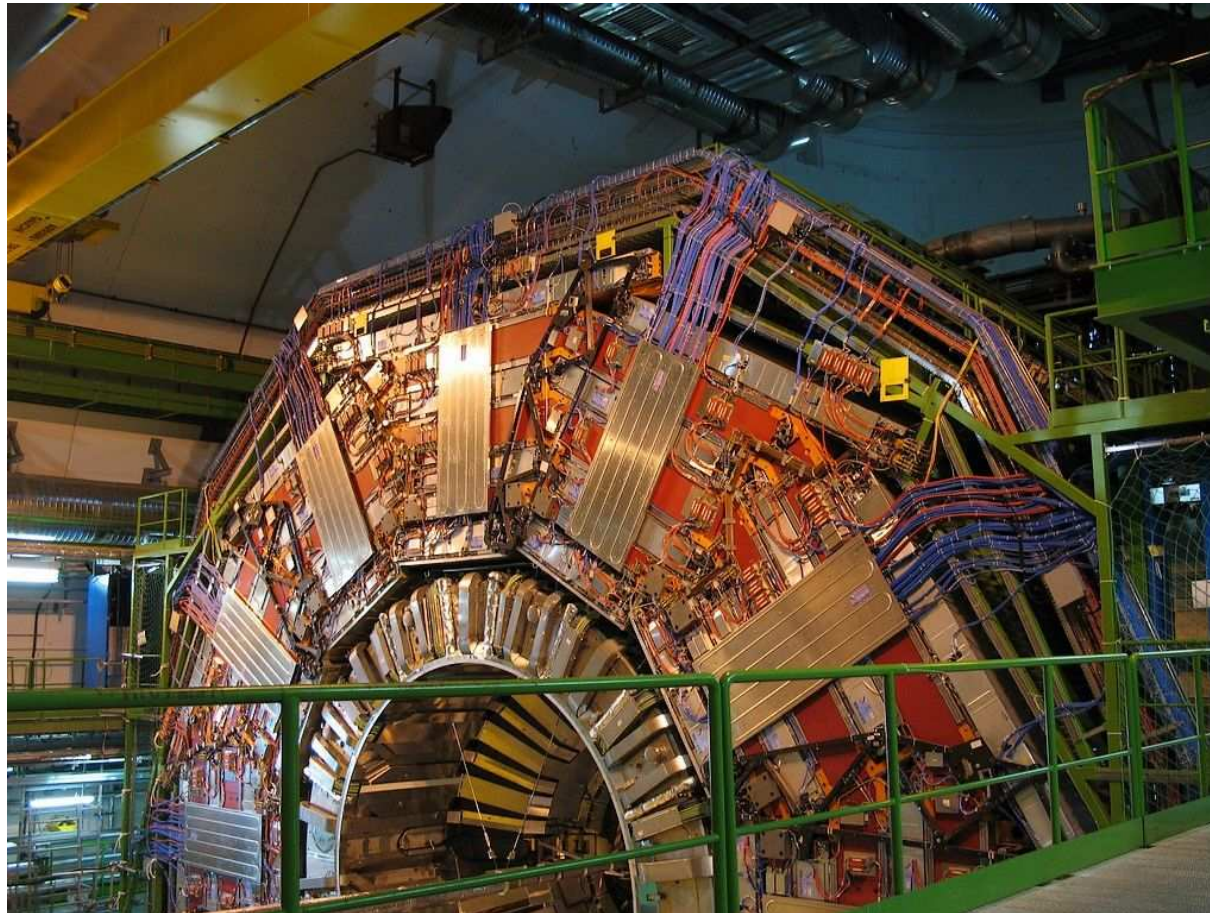


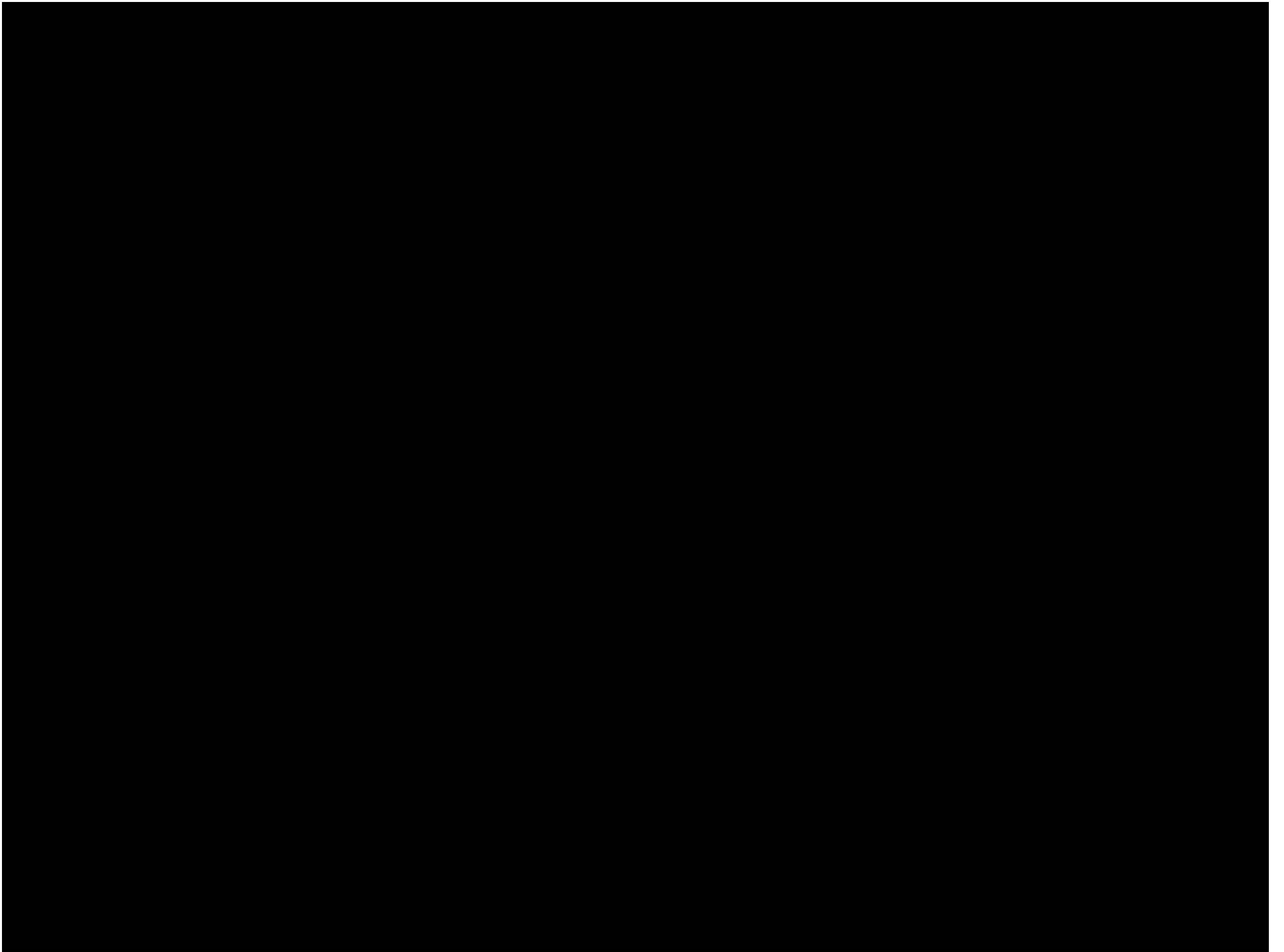


# Rückweg vom CMS-Detektor



- ...in 1,5-facher Geschwindigkeit





# Weitere Informationen



- [www.teilchenphysik.de](http://www.teilchenphysik.de)
- [www.weltmaschine.de](http://www.weltmaschine.de)
- <http://cern.ch/PhysicsTeaching>

