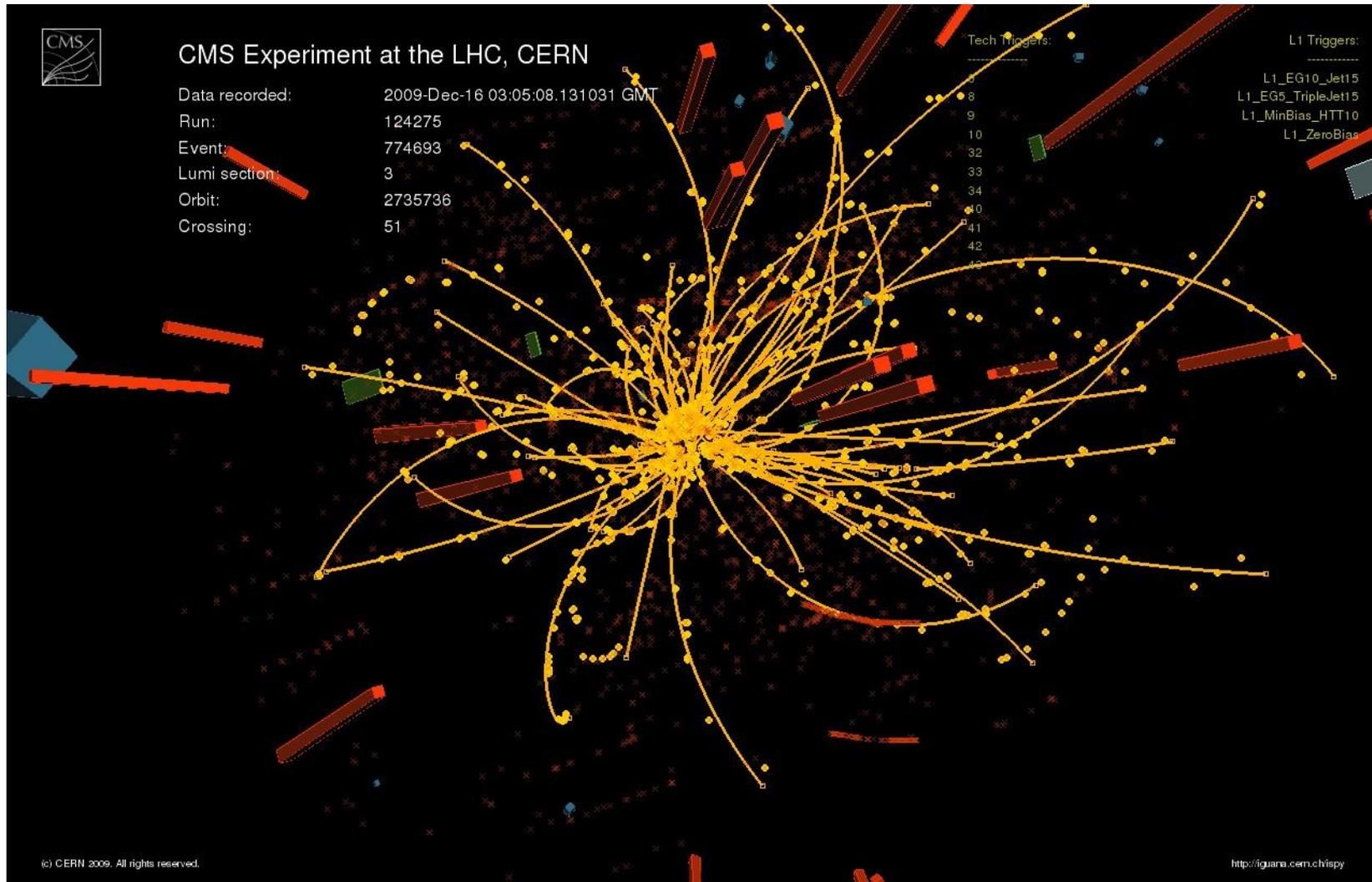


# Netzwerk Teilchenwelt

Ziel: moderne Teilchenphysik entdecken und erleben

# Spuren hochenergetischer Teilchen im CMS-Detektor



# Spuren kosmischer Teilchen in einer Funkenkammer



# Netzwerk Teilchenwelt

Das Cosmic-Projekt



# Cosmic-Projekt

– Messung kosmischer Teilchen

Cosmic Ray

Kosmische Teilchen

Kosmische Strahlung

1

Einführung kosmische Teilchen

2

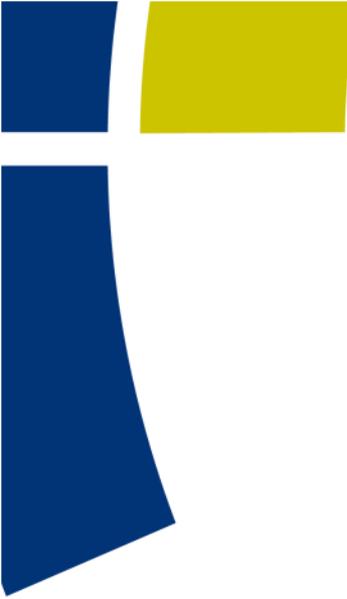
Aktuelle Forschung und Experimente

3

Experimente für Jugendliche

4

Möglichkeiten im NTW



# Cosmic-Projekt

Kosmische Teilchen

Kosmische Strahlung

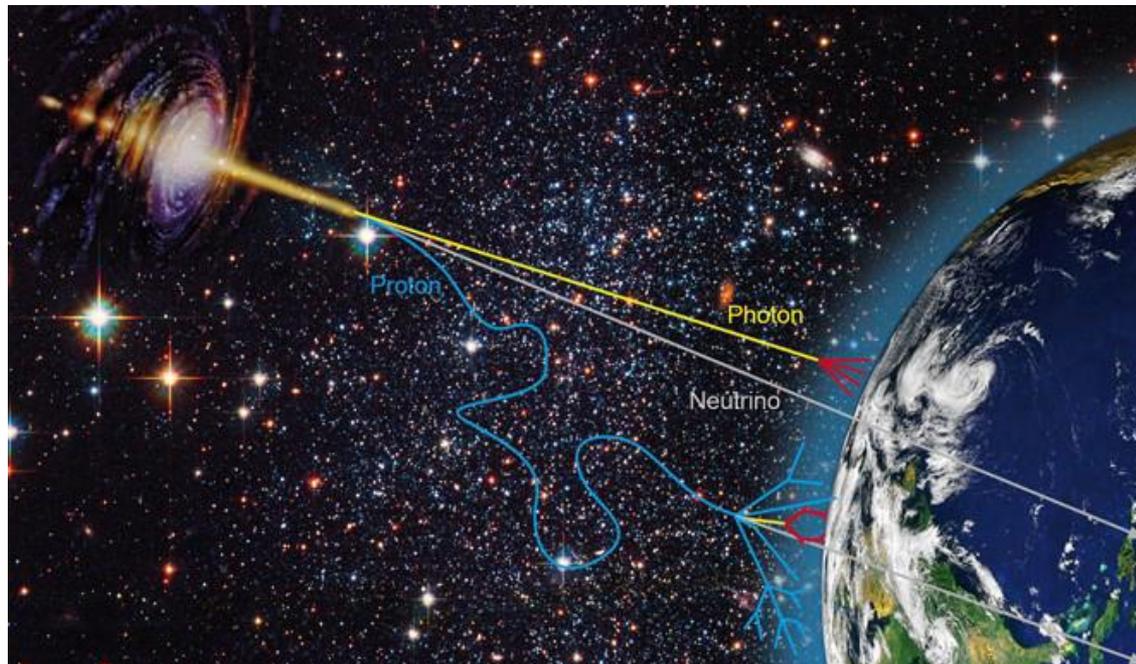
Cosmic Ray

1

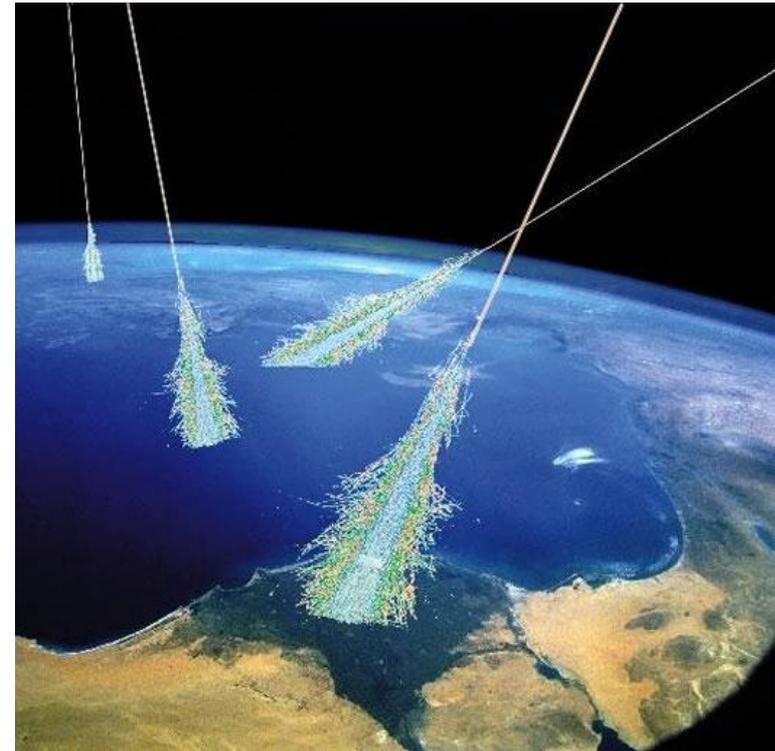
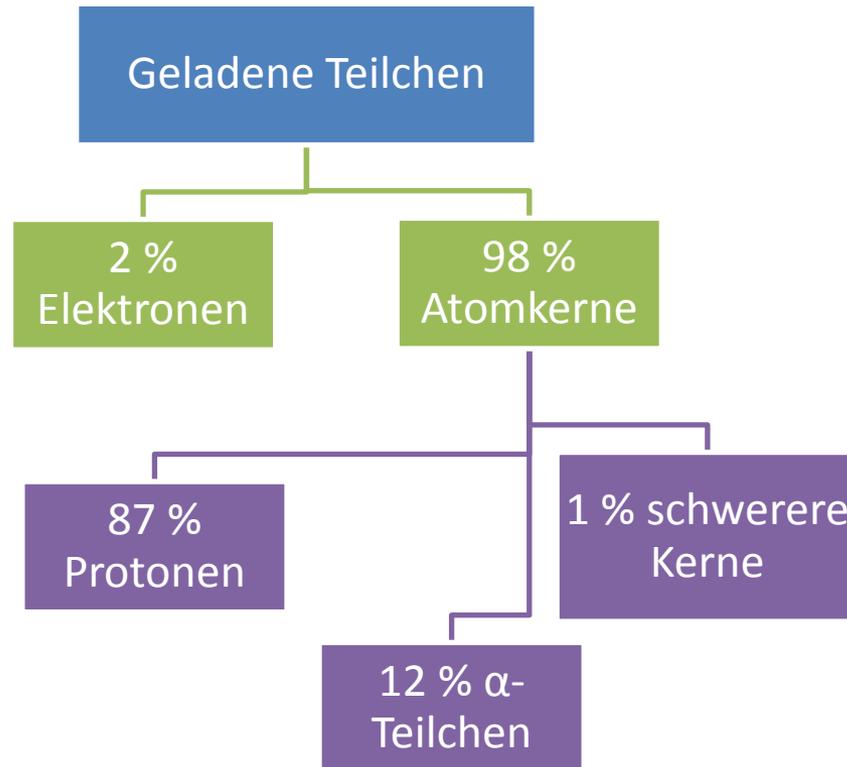
Einführung kosmische Teilchen

# Boten aus dem Weltall

- Verschiedene Quellen innerhalb und außerhalb unserer Galaxie senden Teilchen aus
- Geladene Teilchen werden durch interstellare Magnetfelder abgelenkt, Photonen und Neutrinos nicht

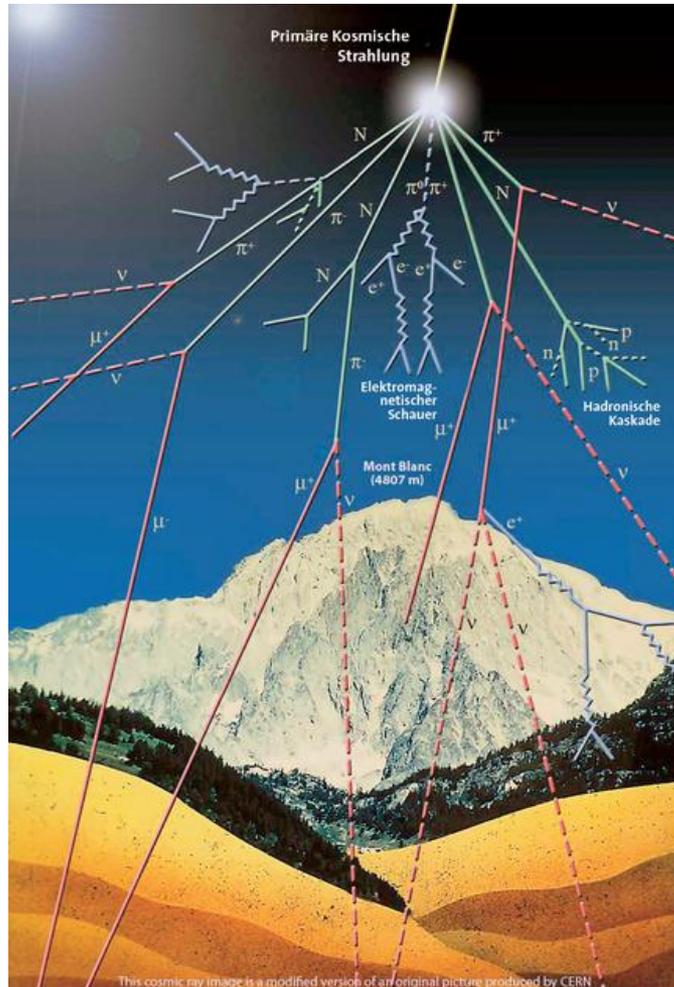


# Kosmische Strahlung



Primäre und sekundäre kosmische Strahlung

# Entstehung eines Teilchenschauers in der Atmosphäre

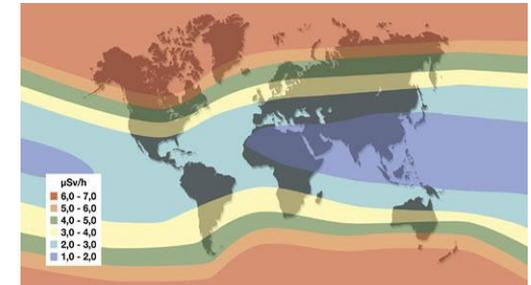


- Bei der Kollision von Proton mit den Atomkern der Luft entstehen Pionen, Kaonen und Nukleonen
- Aus Zerfall Pionen und Kaonen entstehen Photonen, Myonen und Neutrinos
- 80% der geladenen Teilchen auf Meereshöhe sind Myonen

# Auswirkungen auf unser Leben

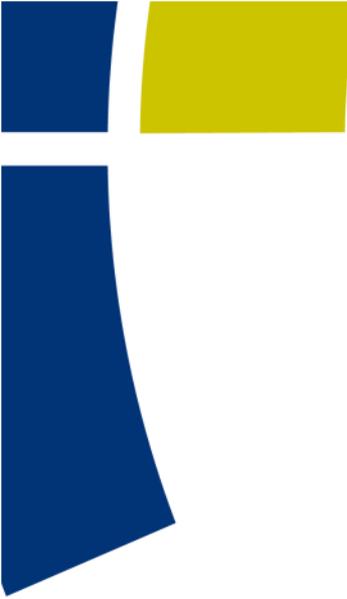
Kosmische Teilchen...

- erzeugen Polarlichter.
- haben eine ionisierende Wirkung.
- können elektronische Systeme beeinflussen und zerstören.



Kosmische Strahlenbelastung in 11km Höhe





# Cosmic-Projekt

– Messung kosmischer Teilchen

Cosmic Ray

Kosmische Teilchen

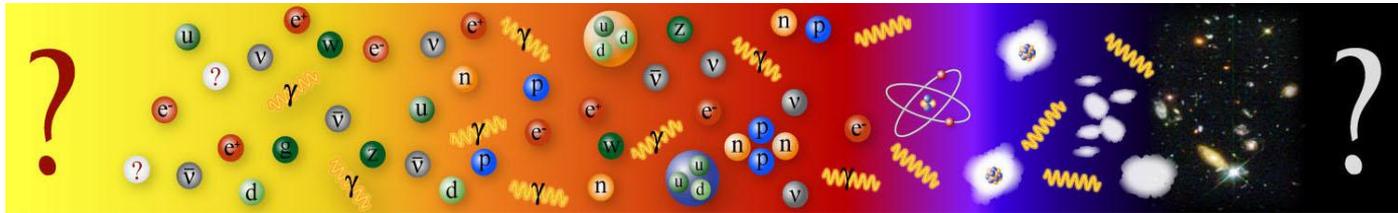
Kosmische Strahlung

2

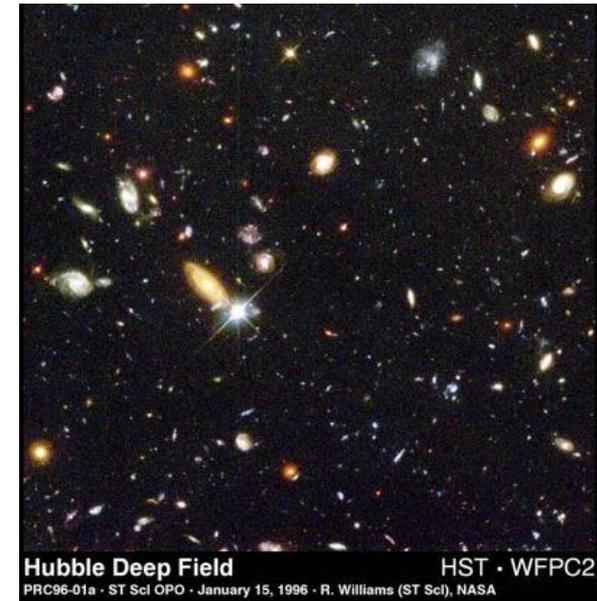
Aktuelle Forschung und Experimente

# Astroteilchenphysik

- Schnittstelle zwischen  
Astronomie, Teilchenphysik und Kosmologie



- Zentrale Fragen:
  - ? Woraus besteht das Universum ?
  - ? Welche Rolle spielen Neutrinos in der kosmischen Evolution ?
  - ? Was sind die Quellen kosmischer Teilchen ?
  - ? Welche Beschleunigungsmechanismen erzeugen so hohe Energien ?
  - ? Wo liegen die Grenzen höchstmöglicher Energien ?



# Astroteilchenphysik

## Experimente weltweit



● Geladene Strahlung

● Hochenergetische  
Photonen (Gammas)

● Neutrinos



# Astroteilchenphysik

## Wie das unsichtbare Sichtbar machen?

Prinzipiell 2 Nachweismethoden:

- Szintillationslicht in speziellen Materialien
  - Cherenkov-Licht in Wasser, Eis oder Luft
- Photomultiplier (PMT) sehen Licht und verarbeiten dies zu einem elektronischen Signal
- Rekonstruktion der Richtung und Energie möglich



# Cosmic-Projekt

– Messung kosmischer Teilchen

Cosmic Ray

Kosmische Teilchen

Kosmische Strahlung

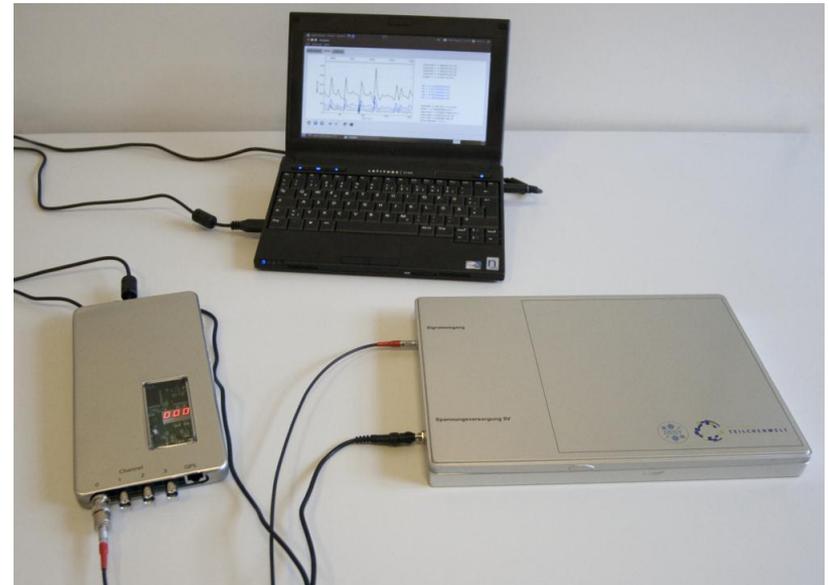
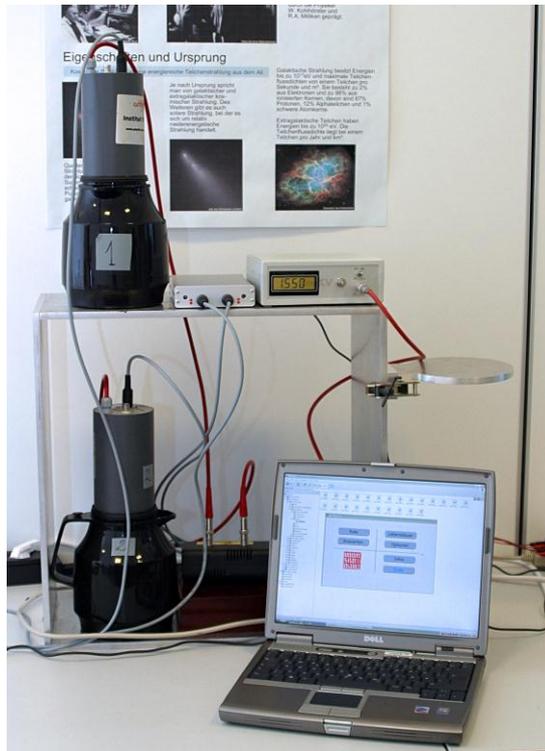
3

Experimente für Jugendlichen

# Experimente zur Messung kosmischer Teilchen

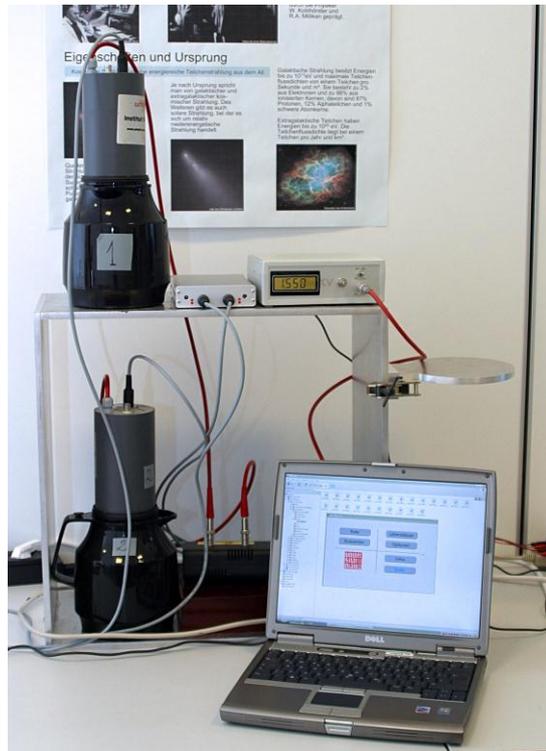
Kamiokanden-  
Experiment

Szintillationszähler-  
Experiment



# Das Unsichtbare sichtbar machen

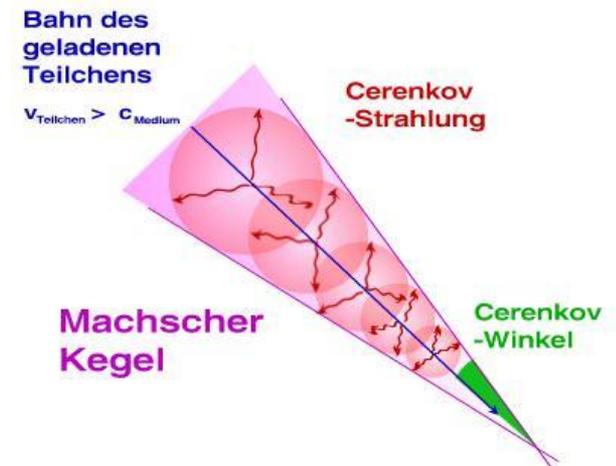
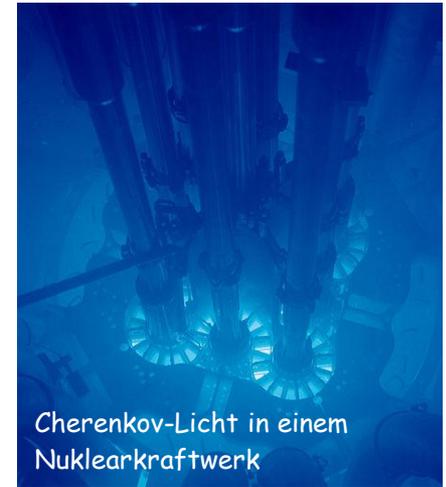
## Kamiokanden- Experiment



- Wassergefüllte Thermoskanne
- Photomultiplier (PMT) schaut in Kanne
- Beim Durchgang eines kosmischen Teilchens wird Cherenkov-Licht emittiert und von PMT registriert

## Cherenkov-Licht:

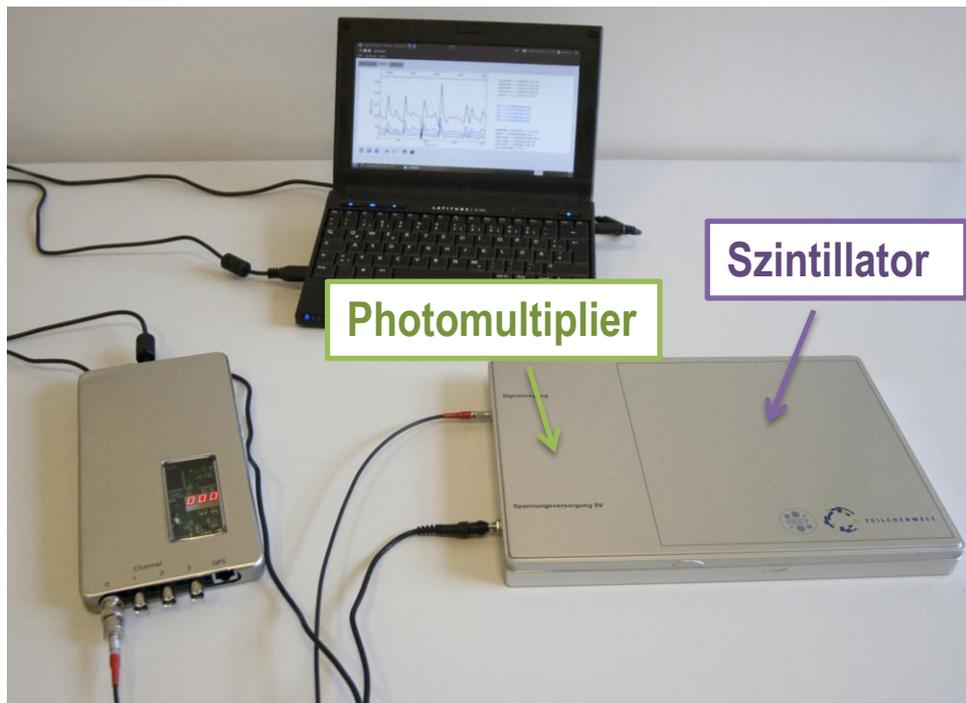
- Entsteht wenn ein geladenes Teilchen sich schneller als Lichtgeschwindigkeit in dem Medium bewegt
- Dadurch entsteht ein Lichtkegel (ähnlich Überschallknall in Luft)
- In Wasser, Eis oder Luft möglich



# Das Unsichtbare sichtbar machen

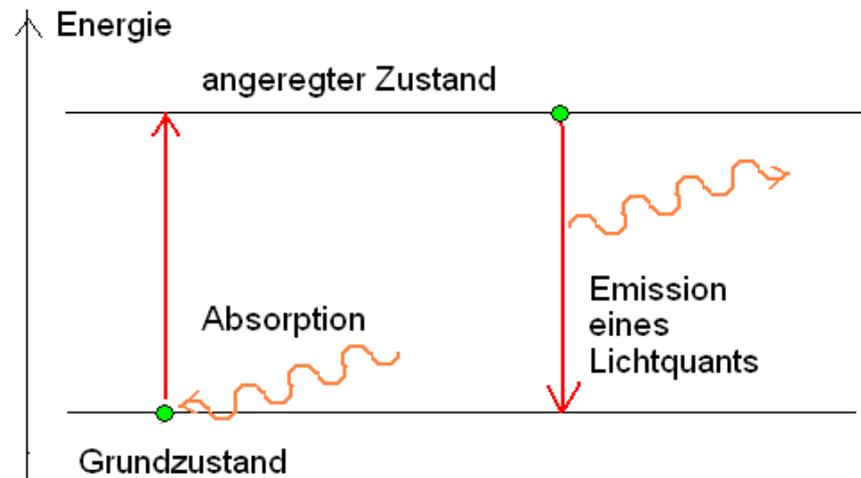
## Szintillationszähler-Experiment

- Szintillatormaterial dient als Detektor
- PMT über Fasern mit Szintillator verbunden
- Beim Durchgang eines kosmischen Teilchens wird Szintillationslicht emittiert & von PMT registriert



## Szintillationslicht:

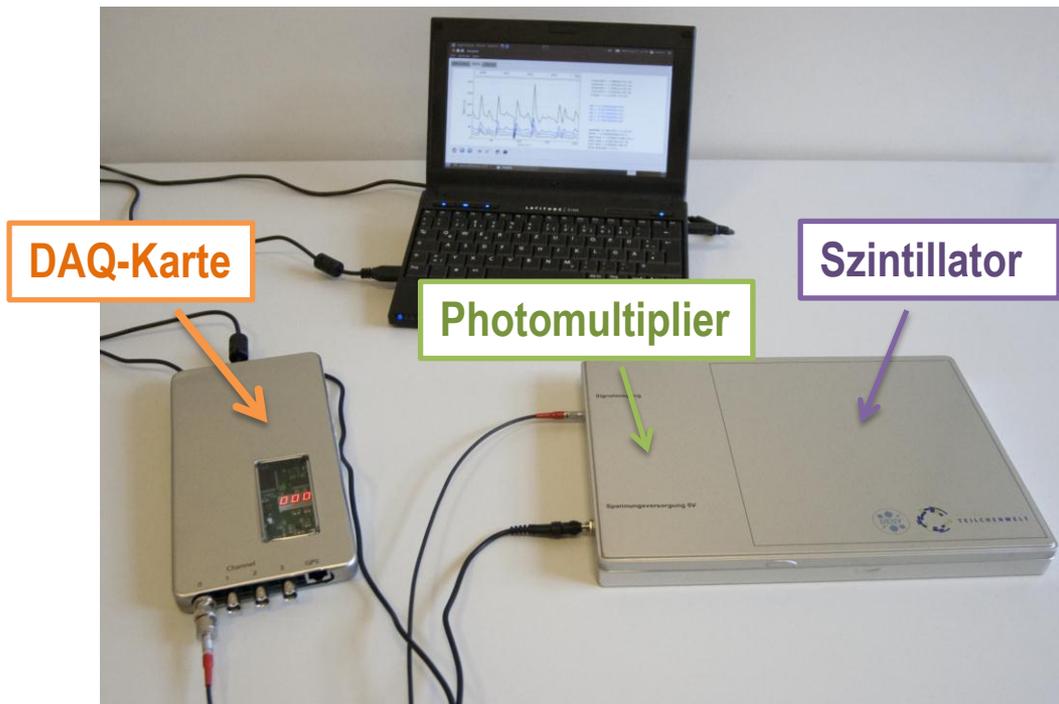
- Geladene Sekundärteilchen eines Teilchenschauers regen Atome im Szintillatormaterial an
- Bei Abregung wird Licht emittiert



# Das Unsichtbare sichtbar machen

## Szintillationszähler-Experiment

- PMT wandelt Info des schwachen Lichtsignals in ein elektronisches Signal um
- DAQ-Karte verarbeitet elektronische Signal & leitet es zum Computer weiter



# Grundlegendes Messprinzip

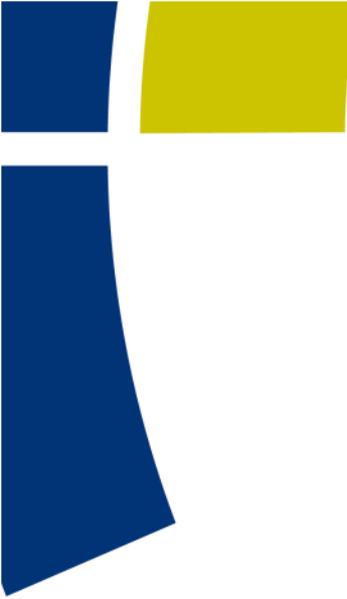
- Jedes geladene Teilchen kann Szintillator anregen
- Mit Triggerbedingung können die kosmische Teilchen bestimmt werden, die aus einer Richtung den Erdboden erreichen

Triggerbedingung:

innerhalb von 200ns muss Signal in beiden Platten registriert werden



- 80% der geladenen Teilchen auf Meeresniveau sind Myonen



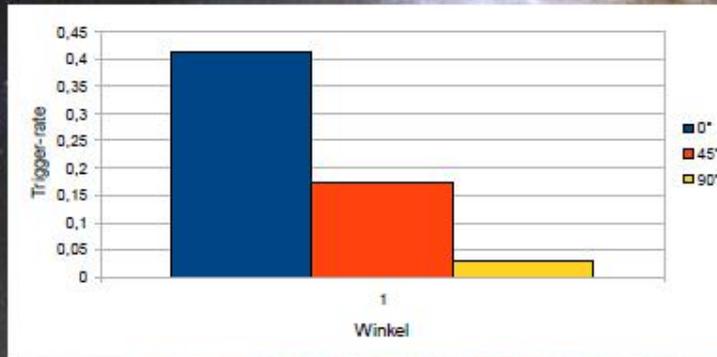
# Untersuchungsmöglichkeiten

- Ratenmessung (Untersuchung mit statistischen Mitteln)
- Untersuchung von verschiedenen Bedingungen wie Temperatur und Luftdruck
- Winkelabhängigkeit der kosmischen Strahlung
- Einfluss von Absorbermaterialien
- Lebensdauer Myon
- Geschwindigkeit Myon

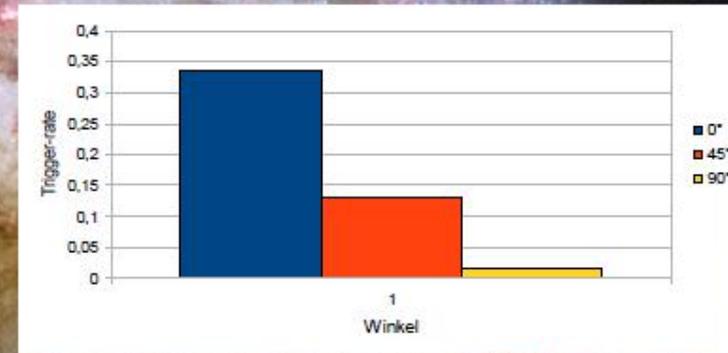
# Ergebnis Schülerarbeit

## 10. Winkelabhängigkeit

2. Etage



Dachterasse



- geladene Pionen zerfallen zu Myonen
- Lebensdauer Myonen:  $2,2 \mu\text{s}$
- schrägem Einfallswinkel ↻  
Strecke für einige zu lang ↻  
Zerfall vor Erreichen der Erdoberfläche

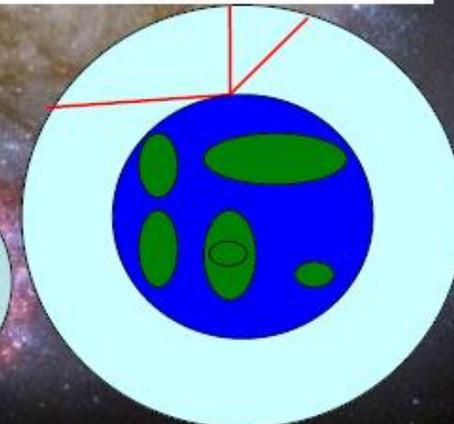
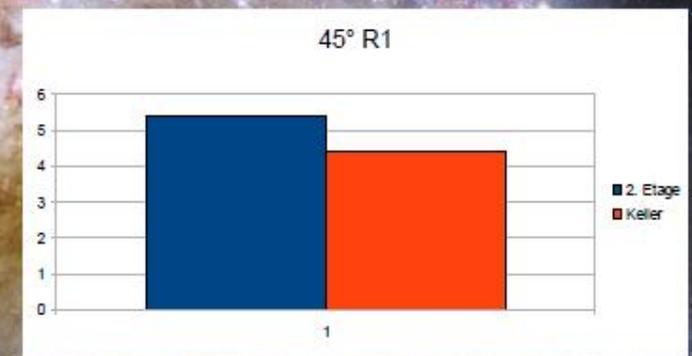
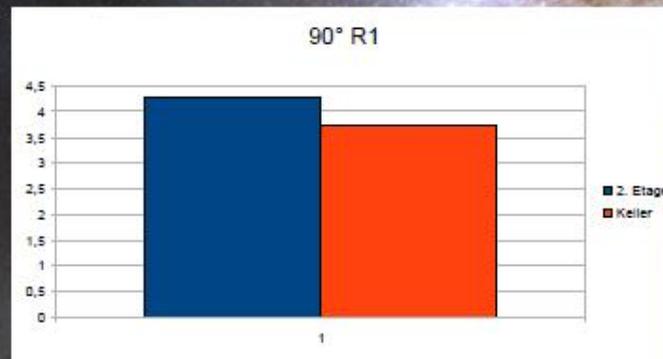


Abb.14: Flugbahn der Myonen in der Atmosphäre

# Ergebnis Schülerarbeit

## 11. Abhängigkeit vom Ort



- Die Teilchen werden im Keller durch die Wände, Böden etc. abgeschirmt. Dadurch ist die Rate geringer als in der 2. Etage.



# Cosmic-Projekt

– Messung kosmischer Teilchen

Cosmic Ray

Kosmische Teilchen

Kosmische Strahlung

4

Möglichkeiten im NTW



# Im Netzwerk Teilchenwelt...

- werden 15 Institute bundesweit Experimente zur Messung kosmischer Teilchen anbieten

Kamiokannen-  
Experiment

Szintillationszähler-  
Experiment

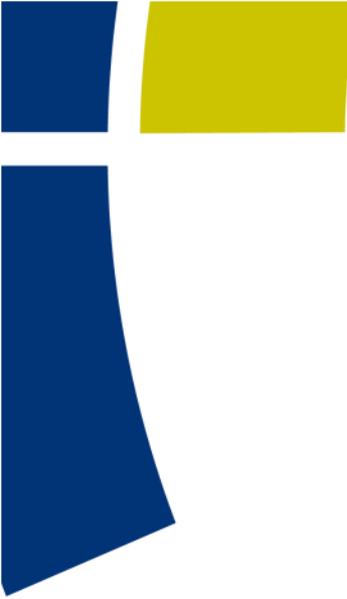
- Jugendliche können an Instituten Praktika absolvieren
- Lehrkräfte können sich Experimente für den eigenen Unterricht ausleihen



# Im Netzwerk Teilchenwelt...

- Materialien werden bereit gestellt
  - Im Januar und April sind zeitgleiche Messungen der kosmischen Strahlung an verschiedenen Orten geplant
  - Auswertung realer Daten über das Internet
- Vergleich größerer Messzeiträume wird möglich

Web-Experimente



## Weitere Informationen...

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

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

[http://physik-begreifen-zeuthen.desy.de/angebote/kosmische\\_teilchen](http://physik-begreifen-zeuthen.desy.de/angebote/kosmische_teilchen)

<http://www18.i2u2.org/elab/cosmic/home/>

Fragen

Anregungen

Diskussionen

ORIGINALSCHAUPLATZ



PARTNER



SCHIRMHERRSCHAFT



PROJEKTLEITUNG



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

