



Astroteilchen-Projekte

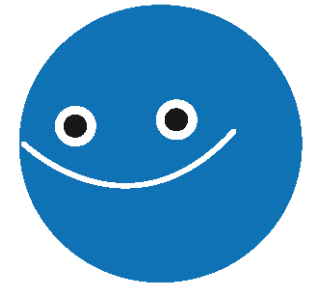
Kosmische Teilchen erforschen

Vermittler-Workshop 2020, Fulda



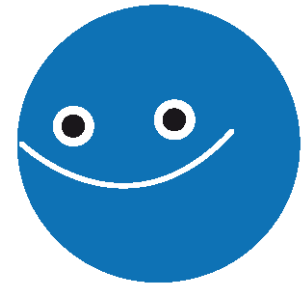
NETZWERK
TEILCHENWELT

Bereitstellung von...



- ▶ Konzepte für Masterclasses
 - Daten vom Pierre-Auger-Observatorium und IceCube
- ▶ Teilchendetektoren für eigene Messungen
 - Szintillationszähler (CosMO) und Cherenkovzähler (Kamiokannen)
- ▶ Konzepte für Projektstage, Projektwochen, Forschungswochen, Lehrerfortbildungen
- ▶ Unterrichtsmaterialien
- ▶ Datensätzen auf online Lernplattform Cosmic@Web
 - 9 verschiedene Experimente, Webinterface zur Datenanalyse, Begleitmaterialien

Inventar



- ▶ 23 Kamiokannen-Experimente
- ▶ 53 CosMO-Experimente
- ▶ 22 Nebelkammer-Selbstbau-Sets (je 10 Stk.)
- ▶ Zubehör wie Oszilloskope und GPS-Systeme
- ▶ Eigene Experimente und eigene Software an den Standorten (z.B. Skyview/Wuppertal; Auslese CosMO mit Oszilloskop/KIT)
- ▶ Auslese- und Analysesoftware Muonic
- ▶ 9 Experimente für Cosmic@Web



Astroteilchen-Projekt

Übergeordnete Ziele:

- ▶ Faszination Forschung wecken
- ▶ Unbeliebtheit des Schulfachs Physik entgegensteuern
 - Interesse Mädchen gerecht werden
- ▶ Vertrauen in die Wissenschaft und in wissenschaftliches Vorgehen

Astroteilchen Masterclass

- ▶ Eintägige Veranstaltung in Schulen oder wissenschaftlichen Einrichtung
 - Auswertung von Daten
 - **des Pierre Auger Observatoriums**
 - **des IceCube Experiments**
 - Eigene Messungen und Datenauswertung mit CosMO (empfehlenswert für sehr leistungsstarke Gruppe)
 - Bau von Nebelkammern
- ▶ Auch als Lehrerfortbildung





Basisprogramm: Erleben

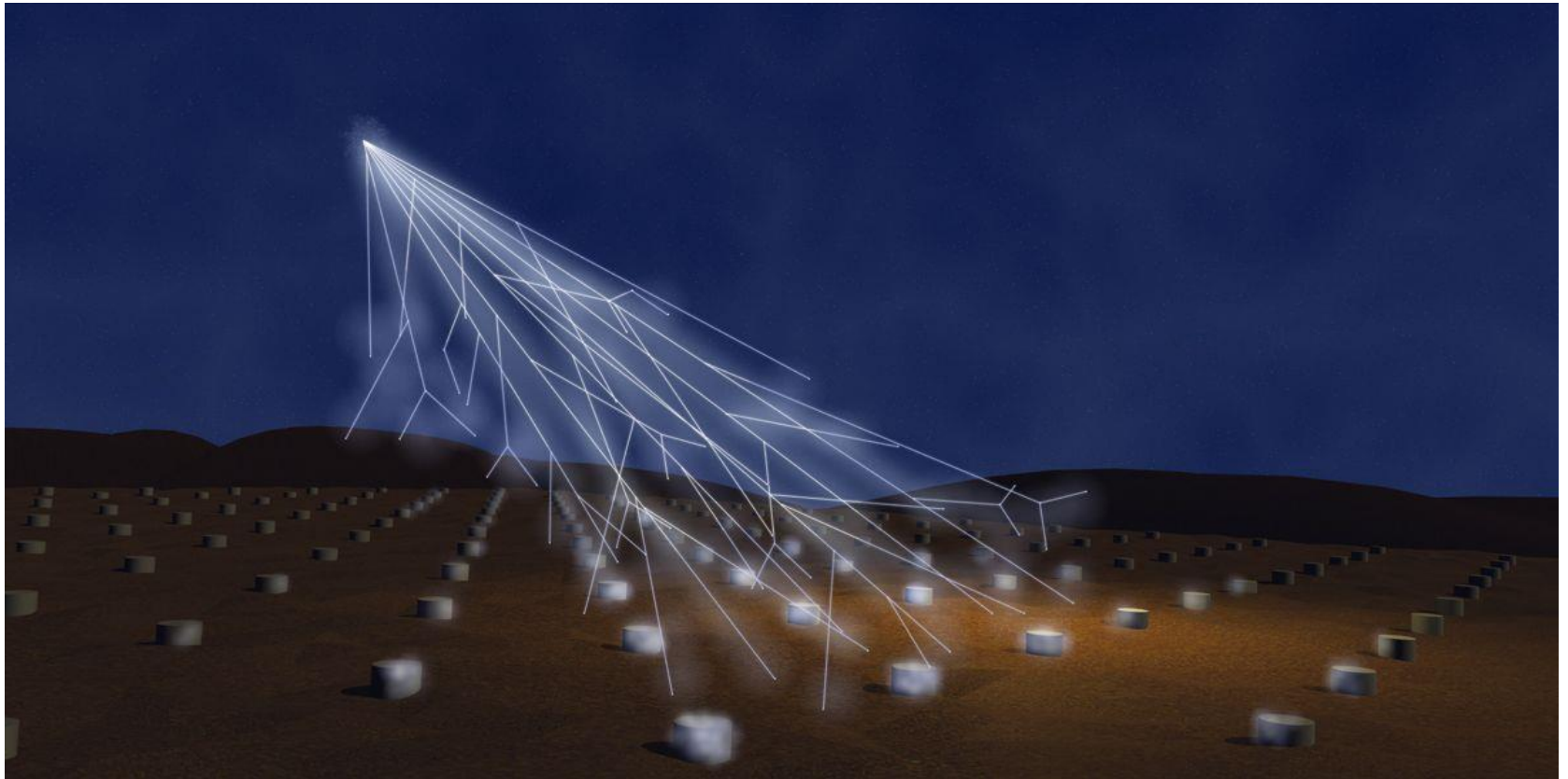
Ziel: Jugendliche bekommen die Möglichkeit für einen Tag wie ein Wissenschaftler zu arbeiten & einen Einblick in aktuelle Forschung

- ▶ kennenlernen einer Forschungseinrichtung
- ▶ kennenlernen eines Astroteilchen-Experimentes
- ▶ eigene Handlungsmöglichkeiten
- ▶ erleben wie ein Physiker arbeitet
- ▶ Informationen zum Berufsbild
- ▶ möglicher Einstieg in Schülerforschungsarbeit

Das Pierre Auger Observatorium



Pierre Auger Observatorium



Pierre Auger Observatorium

Öffentlicher Ereignis-Betrachter

Herzlich Willkommen beim öffentlichen Ereignis-Betrachter des Pierre Auger Observatoriums.

Die Pierre Auger-Kollaboration hat beschlossen, 1% der Daten öffentlich verfügbar zu machen. Auf dieser Webseite, die täglich aktualisiert wird, können die seit 2004 gesammelten Ereignisse angezeigt werden.

Sie können eine Ereignisnummer (ID) im Suchfenster eingeben, das Menü "Ereignis-Selektion" benutzen oder ein Ereignis anschauen, das schon im Cache geladen ist. Zum Abspeichern auf dem eigenen Computer steht eine [ascii Datei](#) mit allen Ereignissen zur Verfügung.

Der aktuelle Datensatz besteht aus 41884 Ereignissen mit Energien zwischen 0.1 EeV und 49.7 EeV. Das letzte Ereignis hat die ID [34408700](#) und der Zeitpunkt der Messung war Aug 26 2015 08:46:30, UTC Time.

Ereignisse im Zwischenspeicher

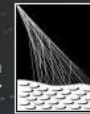
Die 3 meistbetrachteten Ereignisse



Alle zwischengespeicherten Ereignisse, geordnet nach ihrer Energie, mit Anzeigehäufigkeit (längerer Balken bedeutet häufiger betrachtet):

10485600 : 49.73 EeV, 14 Stationen, 40.2 Grad	██████████
04128900 : 41.07 EeV, 18 Stationen, 54.5 Grad	██████████
32112000 : 38.77 EeV, 16 Stationen, 34.5 Grad	██████████
01234800 : 37.34 EeV, 14 Stationen, 43.3 Grad	██████████
11728200 : 34.07 EeV, 10 Stationen, 26.3 Grad	██████████
01673300 : 33.12 EeV, 11 Stationen, 32.3 Grad	██████████
03637800 : 30.54 EeV, 10 Stationen, 24.7 Grad	██████████

Pierre Auger Observatorium
Öffentlicher Ereignis-Betrachter



Pierre Auger Observatorium Ereignis-Betrachter

Ereignis-Selektion

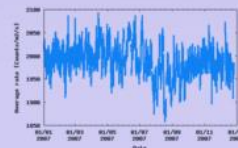
	Min	Max
Anzahl Stationen	<input type="text" value="5"/>	<input type="text"/>
Zenitwinkel	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="60"/>
Energie (EeV)	<input type="text" value="15"/>	<input type="text"/>
Sortiert Datum (rückwärts)	▼	
Anzeigen	<input type="text" value="10"/>	Ereignisse
<input type="button" value="Suchen"/>		

4128900

Grösse des Pierre Auger Observatoriums



Weltraumwetter-Seite

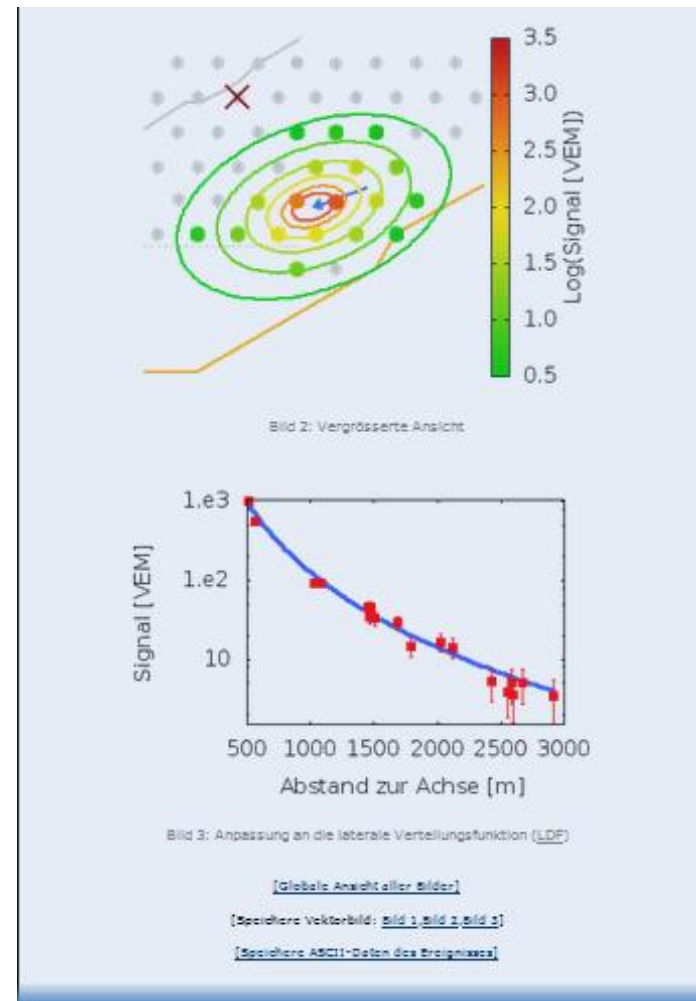
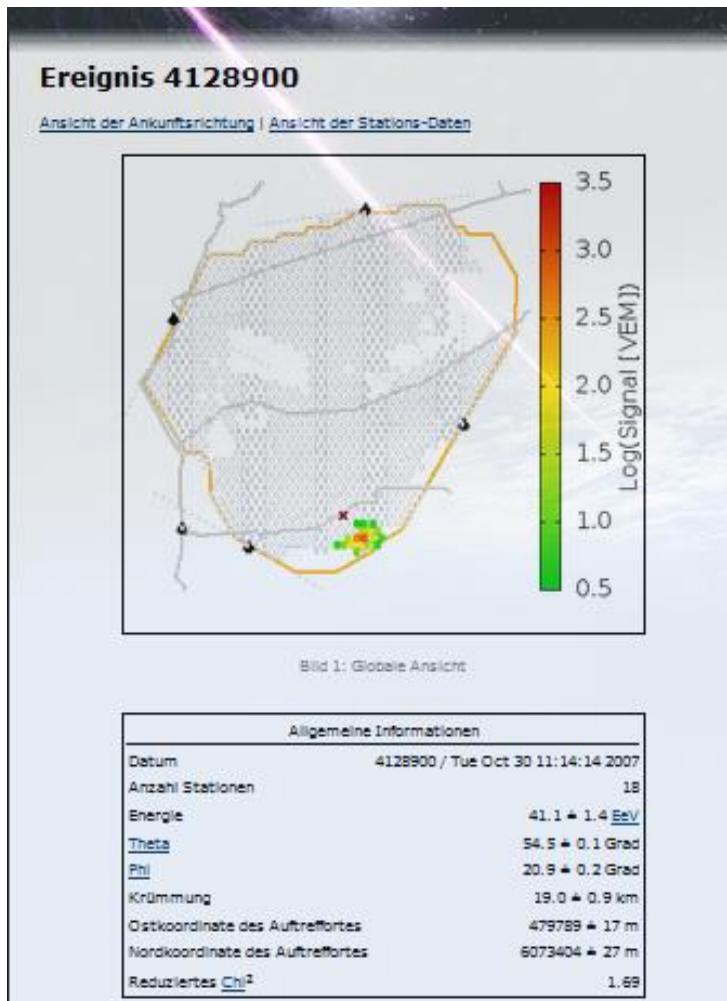


| [FAQ](#) | [Über](#)

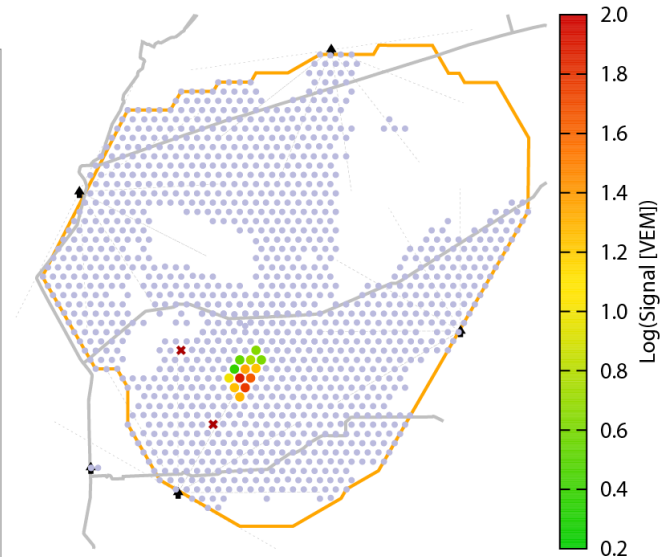
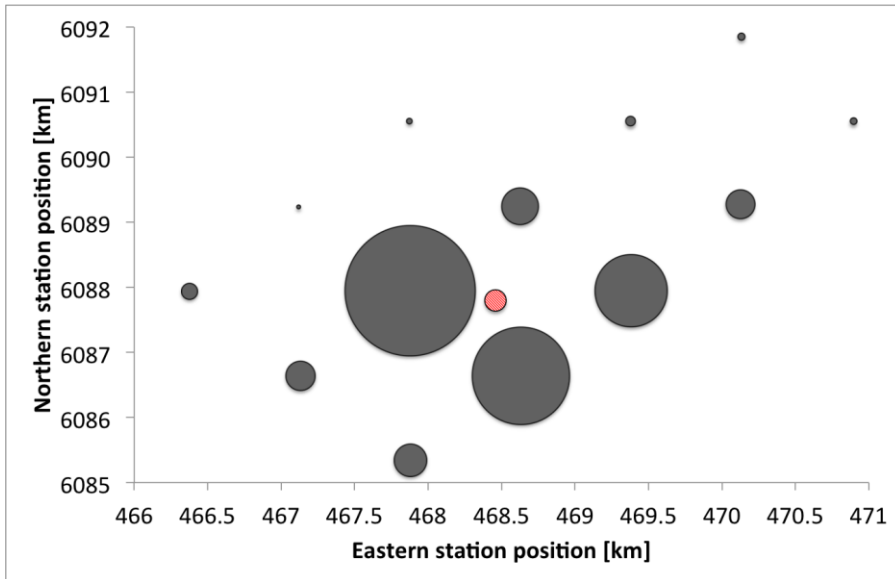
Stellt 1% der Daten der
Öffentlichkeit zur Verfügung

<http://auger.uni-wuppertal.de/ED/>

Betrachtung von einem Ereignis



Auftreffpunkt des Schauers

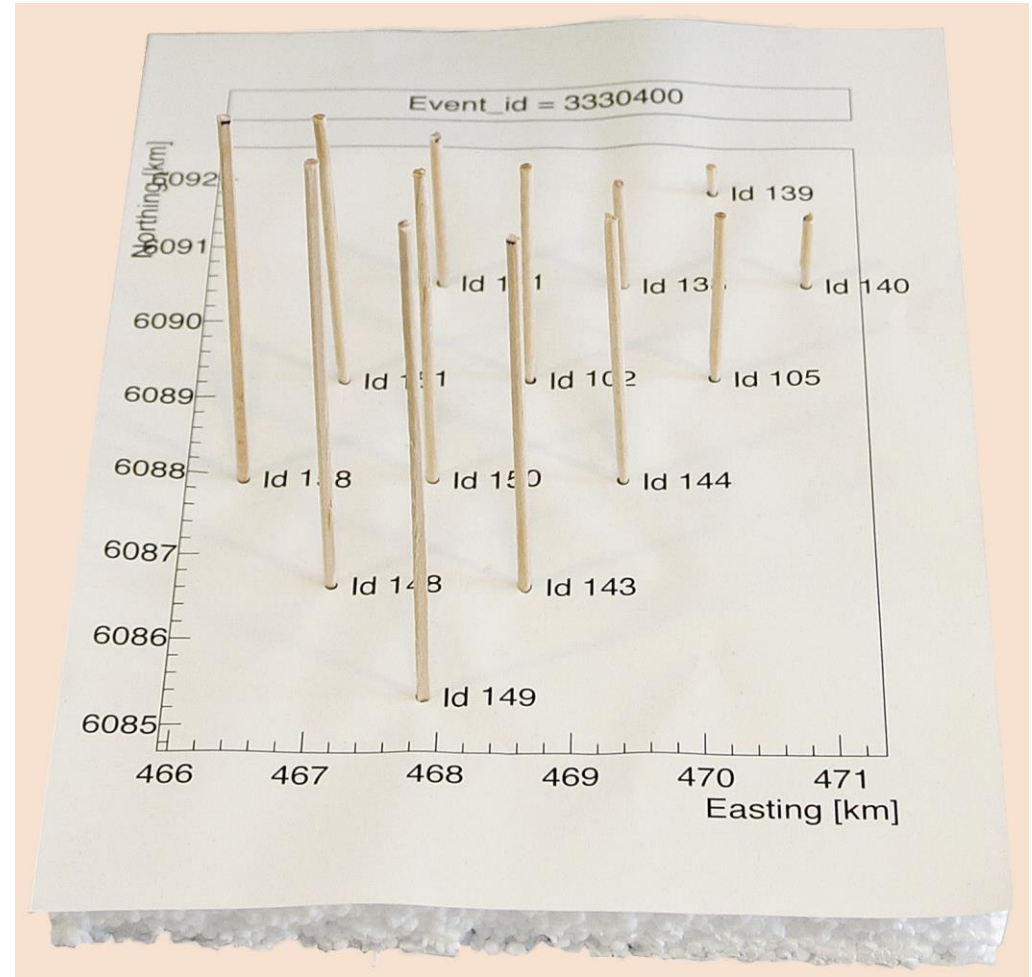


Allgemeine Informationen	
Datum	3330400 / Sun Apr 15 09:31:09 2007
Anzahl Stationen	13
Energie	9.7 ± 0.6 EeV
Theta	59.2 ± 0.1 Grad
Phi	62.2 ± 0.2 Grad
Krümmung	21.2 ± 2.0 km
Ostkoordinate des Auftreffortes	468352 ± 51 m
Nordkoordinate des Auftreffortes	6087466 ± 58 m
Reduziertes Chi²	2.33

Ankunftsrichtung des Schauers

Bau eines Modells

→ Schauerfront



Ziel einer Auger Masterclass

Jugendliche...

- ▶ verstehen, wie aus einem Experiment und den gemessenen Daten Informationen über kosmische Teilchen gewonnen werden.
- ▶ können einen Teil der Arbeit am Experiment selbst erfahren.
- ▶ verstehen die Notwendigkeit von Computerarbeit und Programmieren.
- ▶ können besser verstehen, wie es anschließend mit der Forschungsarbeit weiter geht.



Mehr Informationen...

<http://arxiv.org/abs/1508.03968>

ASTROPARTICLE PHYSICS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS


M. Krause^{a,c}, H.-P. Bretz^a, L. Classen^b, M. Holler^c, M. Hütten^c, S. Raab^b, J. Rautenberg^d, A. Schulz^e, C. Schwerdt^f
^a DESY, Zeuthen, Germany; ^b Laboratoire Leprince-Ringuet, Ecole Polytechnique, Palaiseau, France; ^c Bergische Universität Wuppertal, Germany; ^d DESY, Zeuthen, Germany; ^e Université Erlangen-Nürnberg, Germany; ^f Laboratoire Leprince-Ringuet, Ecole Polytechnique, Palaiseau, France
 Contact: maria.krause@desy.de

Netzwerk Teilchenwelt

- network of communication specialists, science educators, scientists, and researchers
- consists of 24 German research institutes in particle and astroparticle physics
- goal: students authentically experience modern physics research and become a scientist


Astroparticle Masterclasses


- high school students get the chance to explore the fascinating world of astroparticle physics
- deliver insight into how scientists investigate nature
- highlight performance of measurements on real data (2,3) from an astroparticle physics experiment with current research methods (4,5)



Pierre Auger Observatory

- located on Pampa Amarilla in Argentina
- consists of about 1600 water-Cherenkov particle detector stations covering an area of about 3000 km²
- addresses several unresolved questions about the spectrum, origin, composition, and interactions of cosmic particles with energies up to 10²⁰ eV [1]
- for the purpose of the Astroparticle Masterclass data from the surface detector are used

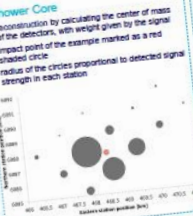




High School Students Reconstruct Cosmic Radiation

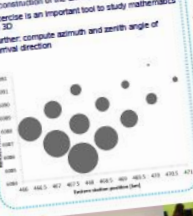
Shower Core

- reconstruction by calculating the center of mass of the detectors, with weight given by the signal of the detector
- impact point of the example marked as a red shaded circle
- radius of the circles proportional to detected signal strength in each station



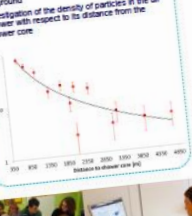
Arrival Time

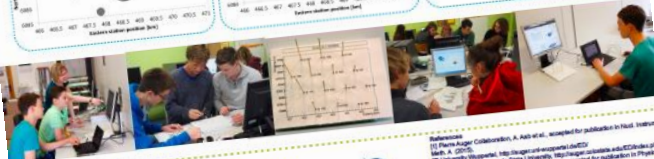
- reconstruction of the arrival direction
- exercise is an important tool to study mathematics in 3D
- further: compute azimuth and zenith angle of arrival direction







Lateral Shower Profile

- computed from distance of each station which received a signal to the impact point of air shower on ground
- investigation of the density of particles in the air shower with respect to its distance from the shower core





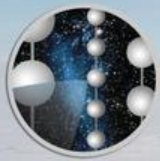


High energy astroparticle physics for high school students

Maria Krause^{a,c}, Hans-Peter Bretz^a, Lew Classen^b, Markus Holler^c, Moritz Hütten^c,
 Susanne Raab^b, Julian Rautenberg^d, Anneli Schulz^e
^aDESY
 Platanenallee 6, 15738 Zeuthen, Germany
^bUniversität Erlangen-Nürnberg, Physikalisches Institut
 Erwin-Rommel-Str. 1, 91058 Erlangen, Germany
^cLaboratoire Leprince-Ringuet, Ecole Polytechnique, CNRS/IN2P3
 91128 Palaiseau, France
^dBergische Universität Wuppertal
 Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal, Germany
 E-mail: maria.krause@desy.de

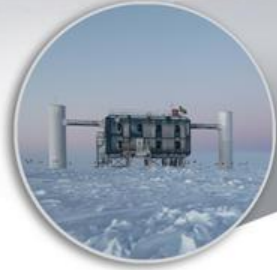
The questions about the origin and type of cosmic particles are not only fascinating for scientists in astrophysics, but also for young enthusiastic high school students. To familiarize them with research in astroparticle physics, the Pierre Auger Collaboration agreed to make 1% of its data publicly available. The Pierre Auger Observatory investigates cosmic rays at the highest energies and consists of more than 1600 water-Cherenkov stations located over Malvinas Argentinian

vorgestellt auf der International
Cosmic Ray Conference 2015
in Den Haag (NL)



ICECUBE

SOUTH POLE NEUTRINO OBSERVATORY



IceCube Laboratory

Data is collected here and sent by satellite to the data warehouse at UW-Madison



Digital Optical Module (DOM)

5,160 DOMs deployed in the ice

50 m

Ice Top

1450 m

2450 m

IceCube detector

86 strings of DOMs, set 125 meters apart

DeepCore

Antarctic bedrock



Amundsen-Scott South Pole Station, Antarctica

A National Science Foundation-managed research facility

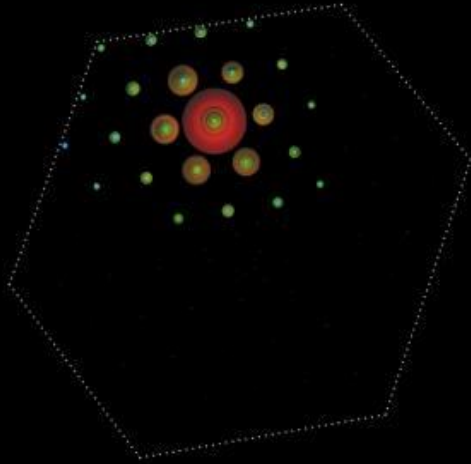
60 DOMs on each string

DOMs are 17 meters apart

IceCube: PeV Neutrinos

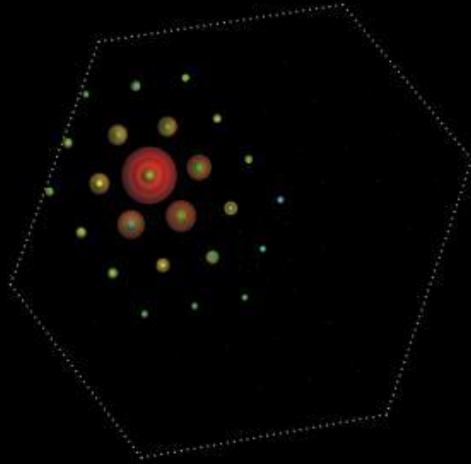
Ernie

January 2012 | 1.1 PeV



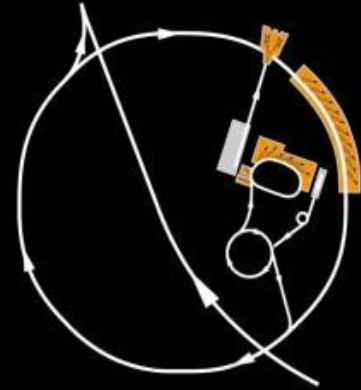
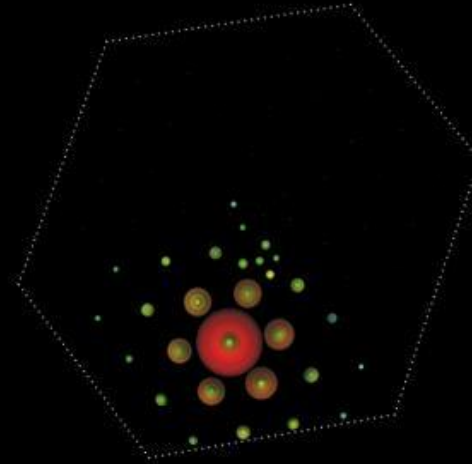
Bert

August 2011 | 1.0 PeV

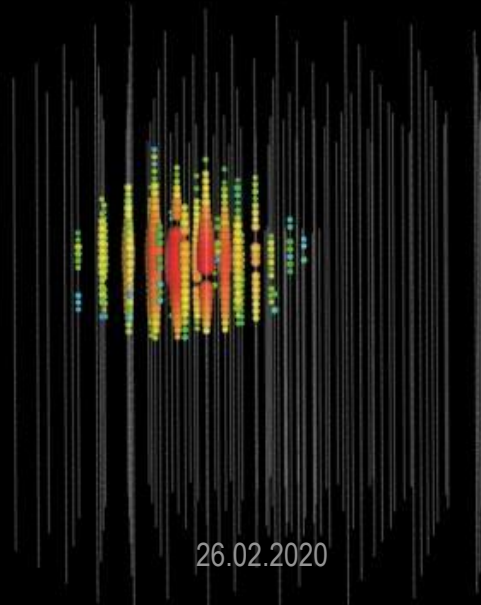


Big Bird

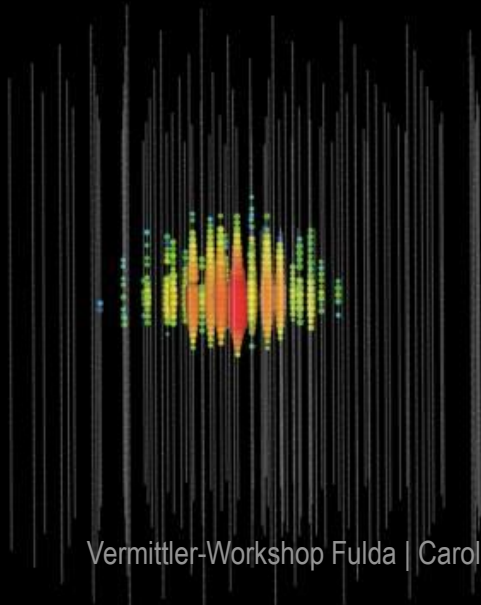
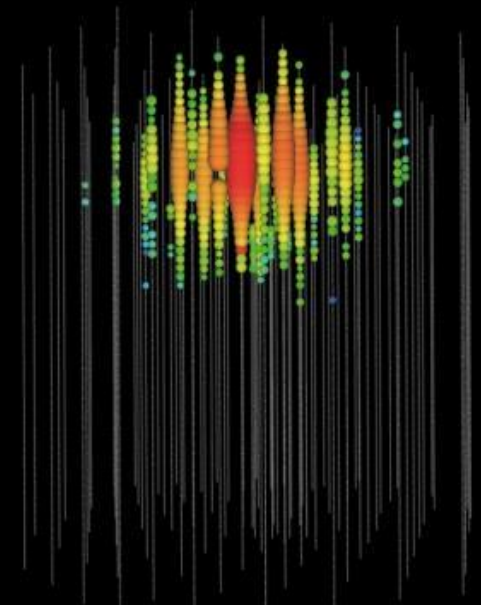
December 2012 | ?PeV



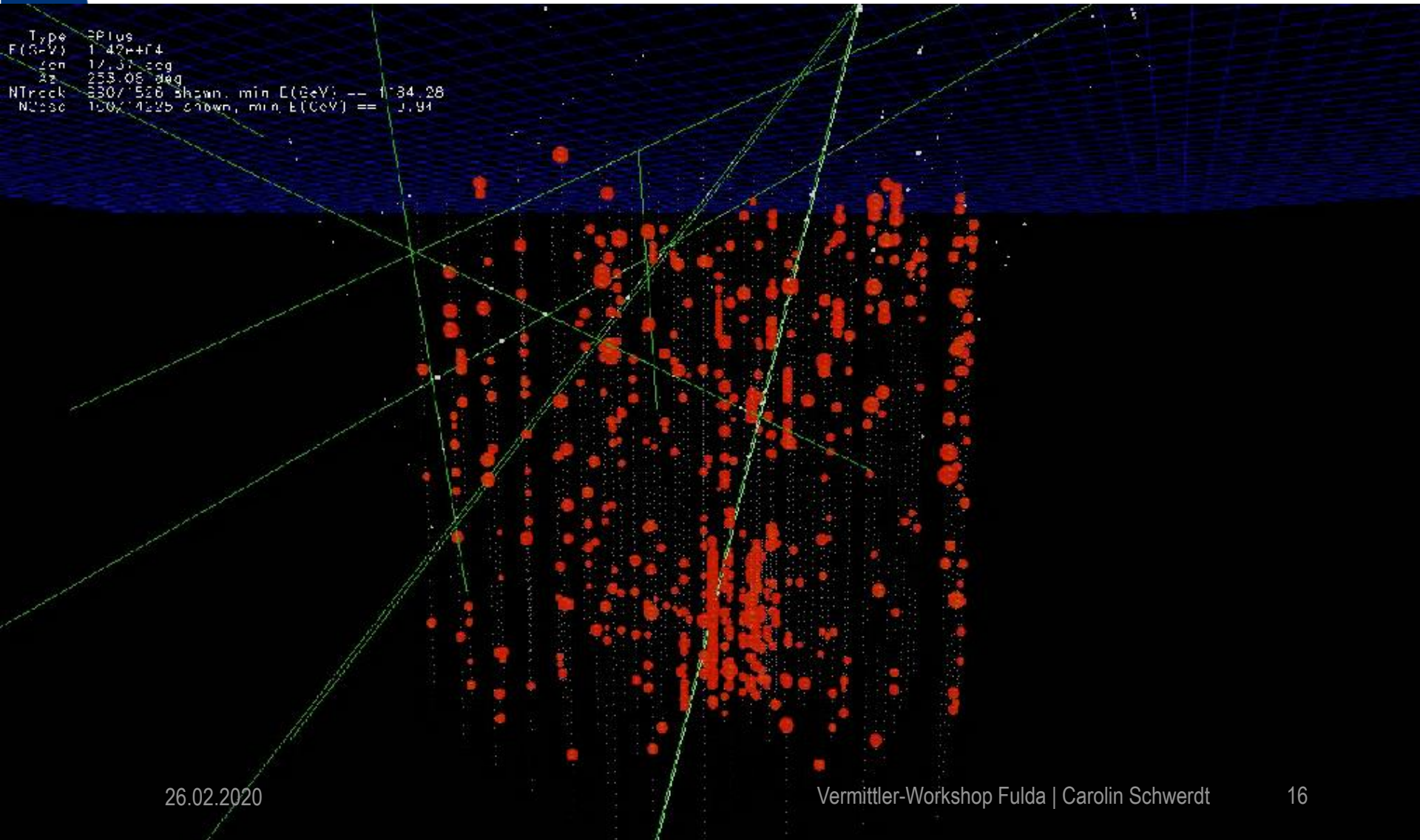
PETRA III Accelerator
DESY, Hamburg



26.02.2020



10 ms IceCube Daten

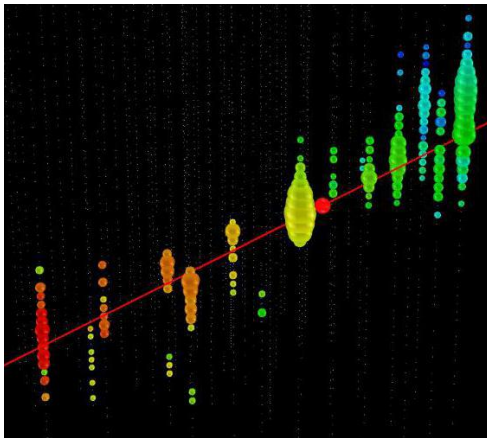




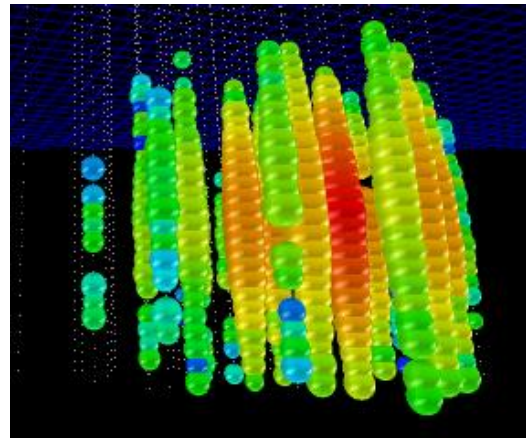
ICECUBE MASTERCLASS

AN AUTHENTIC ASTROPHYSICS RESEARCH EXPERIENCE

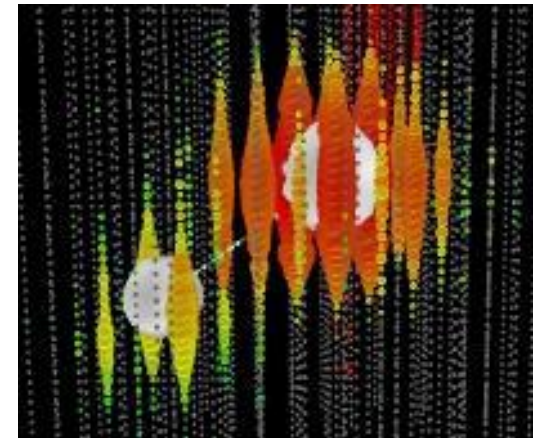
- ▶ <https://masterclass.icecube.wisc.edu/de>
- ▶ Neutrinos filtern und Signaturen unterscheiden



Myon Neutrino
(data)



Elektronen
Neutrino (data)



Tau Neutrino
(simulation)

Nebelkammer-Workshop



- Inhalt eines Experimentiersets:
- ▶ Material für 10 Nebelkammern
 - ▶ 10 Bauanleitungen
 - ▶ Hinweise und Kopiervorlagen

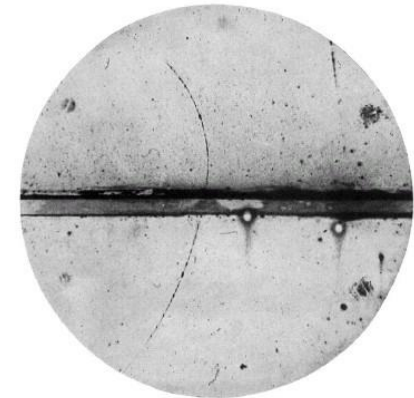
- ▶ nicht enthalten sind Verbrauchsmaterialien wie Isopropanol und Trockeneis



Nebelkammer-Workshop

Ablauf:

- ▶ 1h Vortrag aus der aktuellen Wissenschaft
- ▶ 0,5h – 1h Laborführung
- ▶ 1,5h Nebelkammerbau
- ▶ 0,5h Besichtigung Ausstellung oder FAQ-Stunde mit Wissenschaftler
- ▶ Mittagspause



Entdeckung des Positrons in
einer Nebelkammer

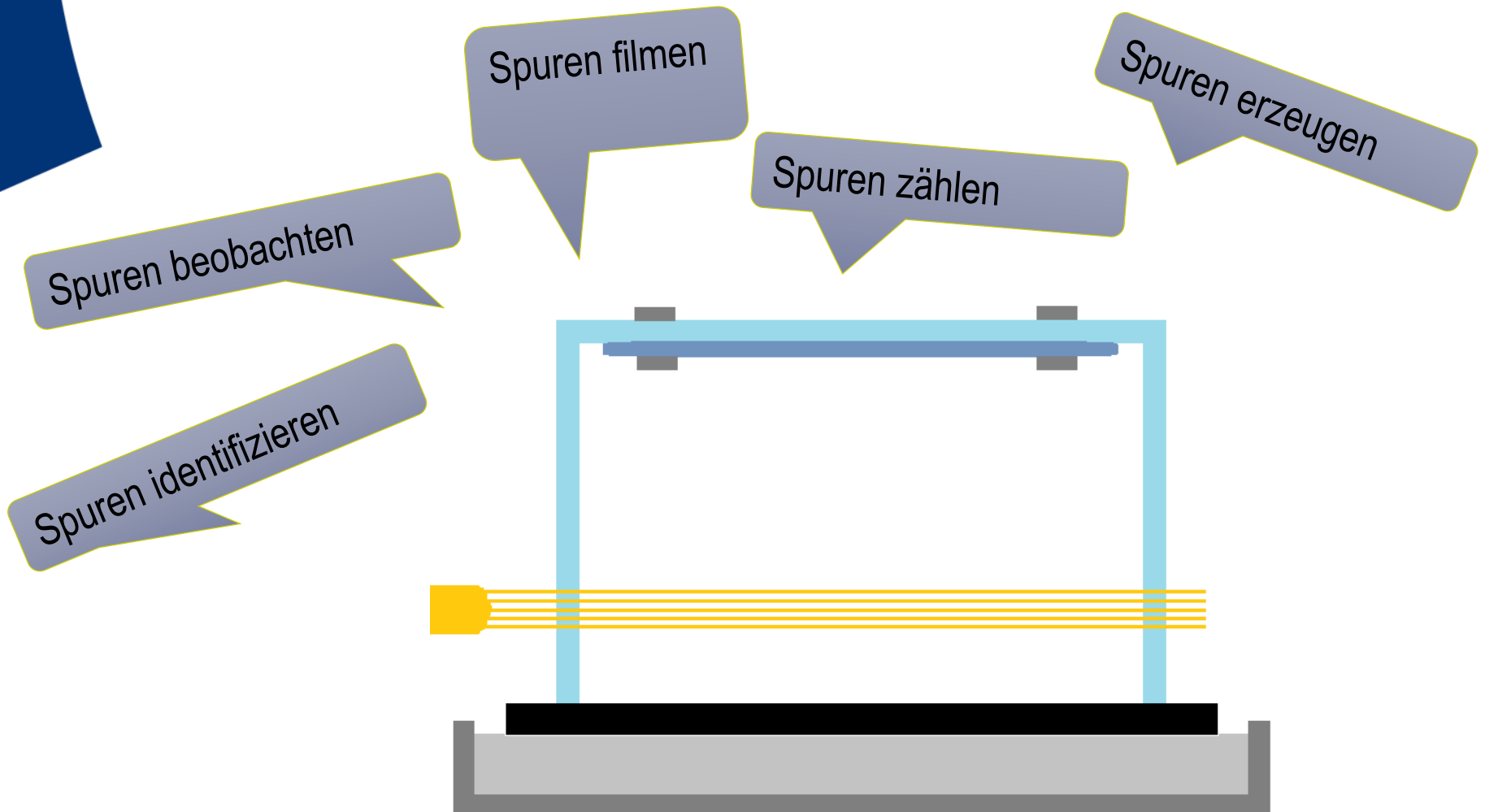
Nebelkammer-Workshop

Lerninhalte:

- ▶ Funktionsweise Nebelkammer (übersättigtes Gas, Ionisierung und Kondensationskeim)
- ▶ Beobachten
- ▶ Erklärung Spurentstehung
- ▶ Identifizierung von unterschiedliche Teilchen



Nebelkammer-Workshop



Teilchen-Detektoren

CosMO-
Experiment



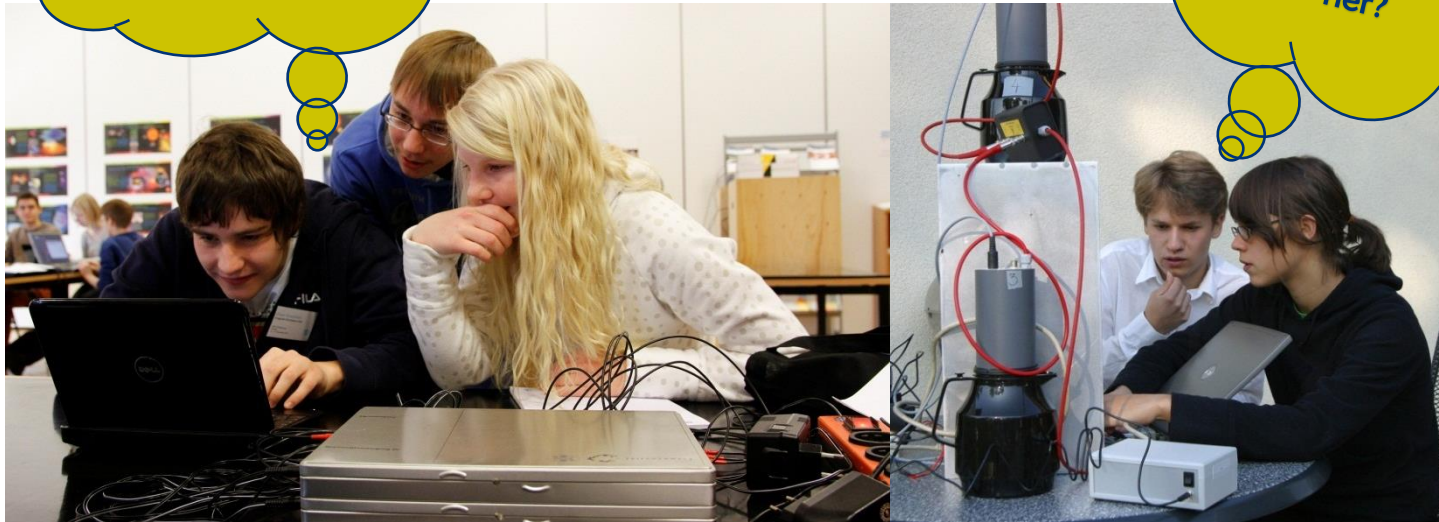
Kamiokannen-
Experiment

Wie funktioniert ein Detektor?

Was messen wir hier eigentlich?

Was sind kosmische Teilchen?

Wo kommen kosmische Teilchen her?



- ▶ Kalibrierung des Detektors
- ▶ Ratenmessung (Untersuchung mit statistischen Mitteln)
- ▶ Untersuchung von verschiedenen Bedingungen wie Temperatur und Luftdruck
- ▶ Winkelabhängigkeit der kosmischen Strahlung
- ▶ Einfluss von Absorbermaterialien
- ▶ Lebensdauer- und Geschwindigkeitsmessung von Myonen

TEILCHENPHYSIK

UNTERRICHTSMATERIAL AB KLASSE 10

Erstellt in Kooperation mit Netzwerk Teilchenwelt

KOSMISCHE STRAHLUNG



Band 3: Kosmische Strahlung

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

2 INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE

2.1 INHALTLICHE ANKÜNFUNGSPUNKTE IM LEHRPLAN

Siehe Informationsblätter zur Kosmischen Strahlung im Anhang dieses Handbuchs.

2.2 VORBEREITUNGSARBEIT

Die Schüler sollen sich mit folgenden Themen auseinandersetzen:

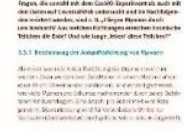
- Was ist die kosmische Strahlung?
- Welche Teilchenarten sind in der kosmischen Strahlung enthalten?
- Woher kommt die kosmische Strahlung?
- Welche Auswirkungen hat die kosmische Strahlung auf die Erde?

2.3 LEHRZIELE

Die Schüler sollen in der Lage sein:

- die kosmische Strahlung zu beschreiben und zu erklären.
- die Teilchenarten der kosmischen Strahlung zu benennen.
- die Herkunft der kosmischen Strahlung zu erklären.
- die Auswirkungen der kosmischen Strahlung zu beschreiben.

3.1 WOHIN KOMMEN DIE MYONEN?



3.2 Myonenentstehung

Die kosmische Strahlung besteht aus hochenergetischen Teilchen, die in der Atmosphäre auf Sauerstoff- und Stickstoffkerne treffen. Durch diese Kollisionen entstehen sekundäre Teilchen, darunter Myonen.

3.3 Myonenzerfall

Myonen sind instabil und zerfallen in ein Elektron und ein Neutrino. Die Lebensdauer eines Myons ist durch die Zeitdilatation in der Relativitätstheorie beeinflusst.

3.4 Myonenfluss

Der Myonenfluss an der Erdoberfläche beträgt etwa 1 Myon pro Quadratmeter und Sekunde. Dieser Wert variiert je nach Breitengrad und Wetterbedingungen.

3.5 Myonenenergie

Die Energie der Myonen nimmt mit zunehmender Tiefe ab, da sie durch Ionisation und Bremsstrahlung Energie verlieren.

AUFGABEN

1. EXPERIMENTELLE ERMITTLUNG DER MITTLEREN LEBENSDAUER

Die Lebensdauer eines Myons kann durch die Messung der Myonenflussdichte in Abhängigkeit von der Tiefe in der Atmosphäre bestimmt werden.

2. BERECHNUNG DER LEBENSDAUER VON MYONEN

Die Lebensdauer eines Myons kann durch die Messung der Myonenflussdichte in Abhängigkeit von der Tiefe in der Atmosphäre bestimmt werden.

3. VERGLEICH DER ERGEBNISSE

Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit den theoretischen Werten.

Cosmic@Web

- ▶ Tools zur Online-Analyse
- ▶ Datensätze verschiedener Experimente die Kosmische Strahlung 24h|7d messen
- ▶ Freies, wissenschaftliches Arbeiten für Jugendliche

cosmicatweb.desy.de

PHYSIK.BEGREIFEN
Schülerlabor in Zeuthen

HOME / Angebote / Kosmische Teilchen / Cosmic@Web

ANGEBOTE

- Vakuumlabor
- Kosmische Teilchen**
 - Grundlagen
 - Experimente
 - Cosmic@Web**
 - Tools zur Online Analyse
 - Dokumentation
 - Wissenschaftlich Arbeiten
 - Glossar
 - Links
 - Lehrerfortbildung

FOTOS

KONTAKT

WEITERE SCHÜLERLABORE

STUDENTEN JOBS

LINKS

PARTNER

SCHÜLERLABOR IN HAMBURG

Cosmic@Web

- ▶ Zur Datenauswertung
- ▶ Zur Dokumentation
- Kontakt

Weitere Angebote:

- ▶ Besucherguppen bei DESY
- ▶ Particle Physics Masterclass
- ▶ International Cosmic Day
- ▶ IceCube Masterclass

Cosmic@Web - Tools zur Online-Analyse

Ganz ohne Programmierkenntnisse und bequem vom heimischen Laptop aus können nun auch Schülerinnen und Schüler wie ein Astroteilchenphysiker arbeiten. Daten von vereinfachten Experimenten zur Messung kosmischer Teilchen, die zum Großteil am DESY in Zeuthen betrieben werden, fließen in Cosmic@Web ein und bieten so einen einfachen Zugriff auf reale Langzeitmessungen.

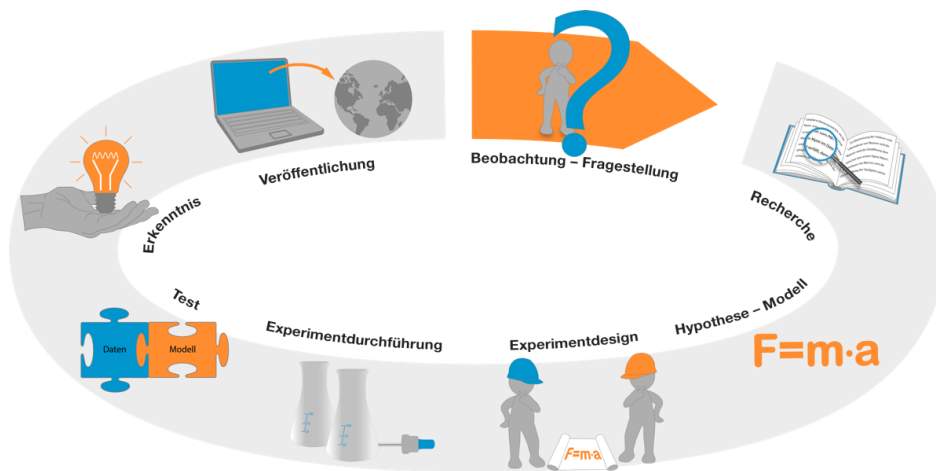
Sowohl in der Wissenschaft als auch an Schulen ist es nicht immer möglich, das Experiment, mit dem man forschen möchte, vor Ort zu haben. Vor allem Großexperimente in der Teilchen- und Astroteilchenphysik sind so komplex und teuer, dass sie jeweils nur einmal gebaut werden und dafür alle beteiligten Forschungsgruppen zusammenarbeiten. Beispiele für die Beteiligung von DESY an solchen Projekten sind das IceCube-Experiment in der Antarktis, die Experimente am Large Hadron Collider (LHC) am CERN und das geplante Cherenkov Telescope Array (CTA). Bei Astroteilchenexperimenten gibt es außerdem zusätzliche Einschränkungen für die Standortwahl. Faktoren wie z.B. Platzbedarf, vorhandene Infrastruktur, jährliche Wetterbedingungen oder der Einfluss von Streulicht spielen dabei eine entscheidende Rolle. Oft liegen dadurch mehrere Stunden Flug- und Reisezeit zwischen Büro und Forschungsstation. Allerdings ist es auch nicht immer notwendig, seinen Arbeitsplatz neben dem Experiment zu haben. Für die Betrachtung und Erforschung der kosmischen Teilchen sind insbesondere Langzeitmessungen erforderlich, um eine geeignete Statistik zu erhalten und signifikante Aussagen ableiten zu können. Die gemessenen Daten werden daher über das Internet bereitgestellt und können standortunabhängig analysiert werden. Die Wissenschaftler und Techniker, die zu den Orten des Experiments reisen, tun dies hauptsächlich für die Wartung und Modernisierung der experimentellen Einrichtungen.

Nun wurde dies auch für Schülerexperimente realisiert: Von Zuhause bzw. vom Klassenzimmer aus können riesige Mengen an Daten verschiedenster Experimenten rund um die Messung kosmischer Teilchen mittels **Cosmic@Web** ausgewertet werden. Dieses Angebot wird von **Gesammetall – Nachwuchssicherung/think ING** unterstützt und erweitert das Angebotspektrum im **Netzwerk Teilchenweit**.

Cosmic@Web bietet einen einfachen Zugriff auf große Datenmengen, die dauerhaft und gesammelt werden. Die folgende Tabelle zeigt dir, welche Detektoren kontinuierlich Daten liefern und an welchen Standorten sie sich befinden. Über die Links nebenst du zur jeweiligen Beschreibung.

Lernplattform Kosmische Teilchen

- ▶ einführenden Texten zum Themengebiet und zur Arbeitsweise
- ▶ detaillierte Beschreibung der Experimente und Datensätze
- ▶ Literaturtipps, Glossar
- ▶ How To zur Nutzung der Tools



26.02.2020

PHYSIK.BEGREIFEN

Schülerlabor in Zeuthen

[HOME](#)

[AKTUELLES](#)

[ANGEBOTE](#)

Vakuumlabor

[Kosmische Teilchen](#)

Grundlagen

[Experimente](#)

CosMO-Experiment

Kamiokanden-Experiment

Trigger-Hodoskop

[CosMO-Mühle](#)

CosMO-MuV

LIDO

Polarstern-Projekt

Neumayer Station III

SEVAN

Wetterdaten Zeuthen

Cosmic@Web

Wissenschaftlich Arbeiten

Glossar

Links

Lehrerbildung

[OTOS](#)

[IONTAKT](#)

[WEITERE SCHÜLERLABORE](#)

[STUDENTEN JOBS](#)

[INKS](#)

[ARTNER](#)

[SCHÜLERLABOR IN HAMBURG](#)

Weitere Angebote:

- ▶ Besuchergruppen bei DESY
- ▶ Particle Physics Masterclass
- ▶ International Cosmic Day
- ▶ IceCube Masterclass

Home / Angebote / Kosmische Teilchen / Experimente / CosMO-Mühle

CosMO-Mühle

Die CosMO-Mühle (Cosmic Muon Observer) besteht aus einem drehbaren Gestell, auf dem zwei CosMO-Detektoren befestigt sind. Mit ihr kann die Abhängigkeit der Rate kosmischer Teilchen vom Zenitwinkel untersucht werden. Angetrieben von einem Schrittmotor wird die Position der CosMO-Mühle zu jeder Stunde um 15 Grad innerhalb eines Intervalls von -90 bis 90 Grad geändert.

Versuchsaufbau

Die CosMO-Mühle besteht aus:

- ▶ zwei CosMO-Detektoren
- ▶ einer DAQ-Karte,
- ▶ einem Mühlenarm, an dessen Enden die beiden Detektoren im Abstand von 97 cm montiert sind,
- ▶ einem Schrittmotor und der Elektronik für seine Steuerung,
- ▶ einem Computer für die Datennahme und Steuerung der Winkelposition.

Zum Filtern von Fehlsignalen sind die beiden Detektoren in **Koinzidenz** geschaltet. Des Weiteren wird auf diese Weise der Öffnungswinkel des Experiments verkleinert, um somit eine genauere Richtungsbestimmung der Teilchen zu ermöglichen.



Datenstruktur

Die auf Cosmic@Web abgespeicherten Datensätze enthalten: Zeit, Myonrate, Zenitwinkel, Luftdruck, Temperatur. Weitere Informationen findest du in der [Datensatzbeschreibung](#).

Mögliche Aufgabenstellungen

Mit diesem Experiment sind folgende Analysen möglich:

- ▶ Messung der Rate kosmischer Teilchen in Abhängigkeit vom Zenitwinkel,
- ▶ Untersuchung des Einflusses der Wetterbedingungen auf die Raten bei verschiedenen Winkeln,
- ▶ Vergleich der Daten zu unterschiedlichen Zeiten,
- ▶ Vergleich mit Daten vom Trigger-Hodoskop,
- ▶ Vergleich mit eigenen Messungen der Winkelabhängigkeit mit dem CosMO- oder Kamiokanden-Experiment.

Beispieldiagramme

Auf der Plattform [Cosmic@Web](#) finden sich unter der Session-ID CosMO-Muehle einige Beispieldiagramme.

[Häufigkeitsverteilung der Myonrate](#)

cosmic.desy.de

Cosmic@Web

Tutorial:

► Interaktiver Einstieg in die Arbeit mit dem Webinterface

The screenshot displays the 'Diagramm erstellen: Experiment (3 von 18)' step in the Cosmic@Web interface. At the top, there are navigation buttons for 'BACK' and 'NEXT'. Below this is a tabbed interface with three tabs: 'EINSTELLUNGEN', 'DIAGRAMM', and 'GESPEICHERTE DIAGRAMME'. The 'EINSTELLUNGEN' tab is active. The main content area includes a language selector set to 'English / German' and a brief introduction to the tool. Under the heading 'Einstellungen für das Diagramm', there is a section for 'Einstellungsmodi' with a dropdown menu set to 'Standard'. Below this is the '1. Datenreihe' section, which includes a 'Datenauswahl' dropdown menu currently set to '(bitte Experiment auswäh...' and a 'Datensatz' dropdown menu set to '(bitte Datensatz auswähl...'. A 'Darstellungsform' dropdown is set to '1D-Histogramm'. A 'Auswahl der Variablen' section is partially visible at the bottom. A callout box on the right side of the interface contains the text: 'Mit dieser Funktion kannst du das Experiment auswählen, auf dessen Datensätze du zugreifen möchtest. Erklärungen zu den einzelnen Experimente findest du hier.' and a highlighted instruction: 'Wähle bitte Polarstern aus.'

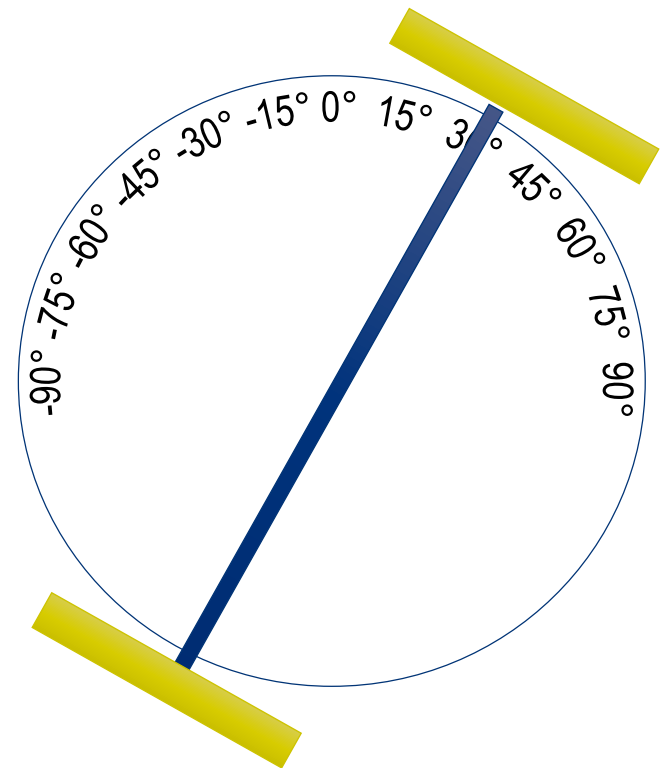
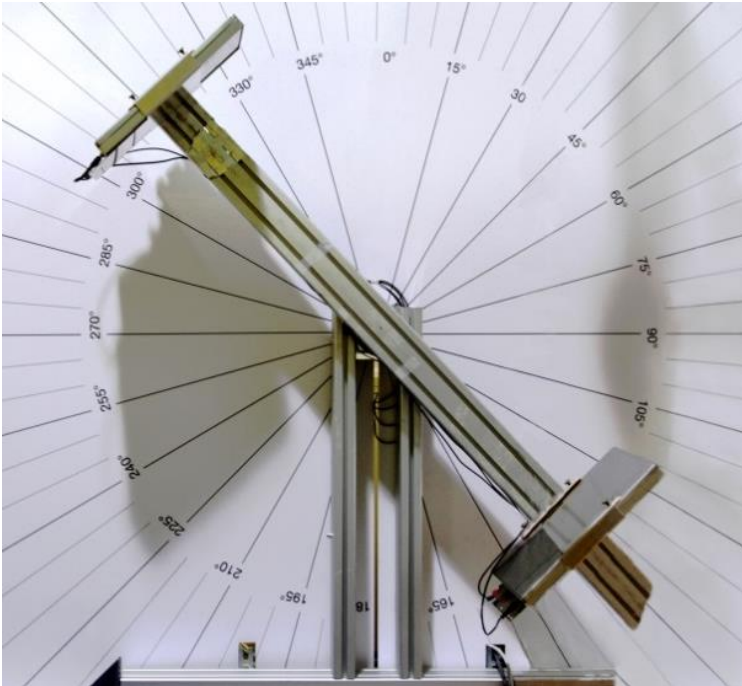
Cosmic@Web

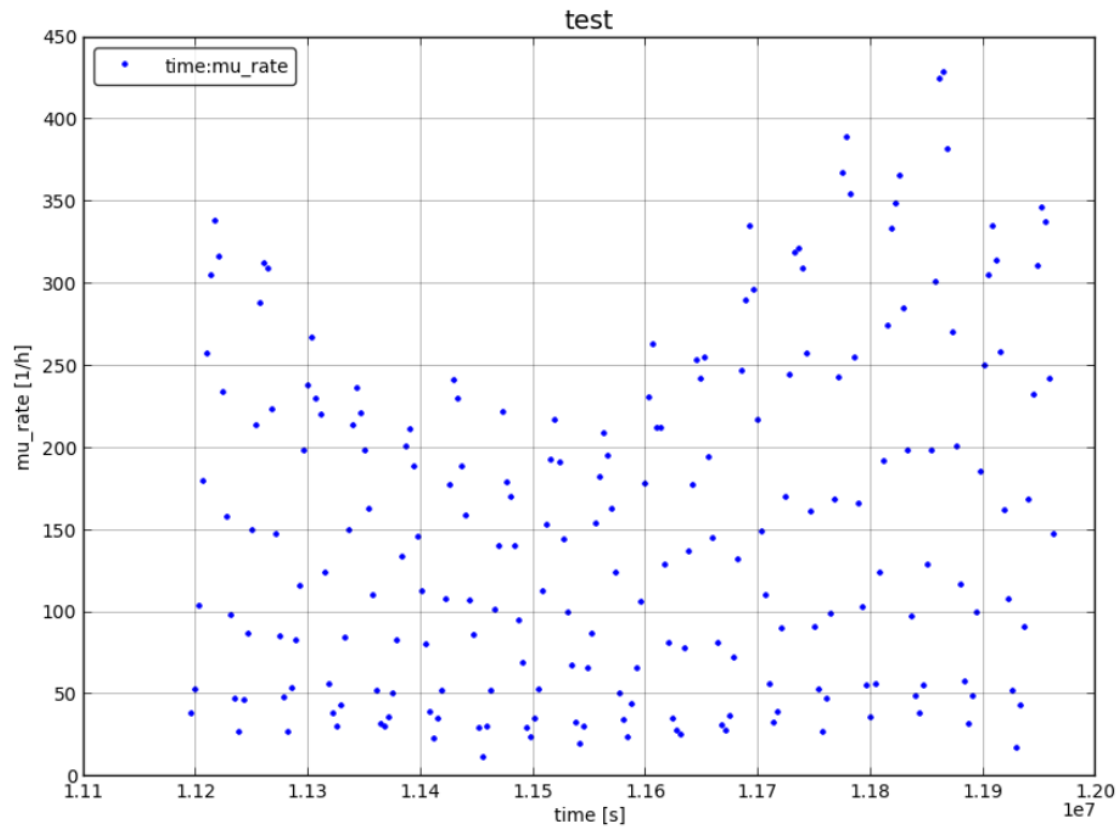
- ▶ Darstellung Messwerte im Diagramm
- ▶ Zwei Modi: Standard und Erweitert

The screenshot displays the Cosmic@Web web interface. At the top, the logo 'COSMIC@WEB' is prominently featured in blue, with the tagline 'Tool zur Online-Analyse von Daten kosmischer Teilchen' below it. To the right is the DESY logo. A navigation bar contains three tabs: 'EINSTELLUNGEN' (selected), 'DIAGRAMM', and 'GESPEICHERTE DIAGRAMME'. Below the navigation bar, there is a language selector set to 'English / German'. A brief introduction text describes the tool's purpose and provides links to documentation, a tutorial, and experimental data. The main content area is titled 'Einstellungen für das Diagramm' and includes several sections: 'Einstellungsmodi' with a dropdown menu set to 'Standard'; '1. Datenreihe' which contains a 'Datenauswahl' section with dropdowns for 'Experiment' and 'Datensatz', a 'Darstellungsform' dropdown set to '1D-Histogramm', and an 'Auswahl der Variablen' section with an 'x-Variable' dropdown; 'Diagrammoption' with a 'Titel' input field; and 'Legende' with a 'Position' dropdown set to 'automatisch'. At the bottom right, there are two buttons: 'Reset' and 'Diagramm erstellen'.

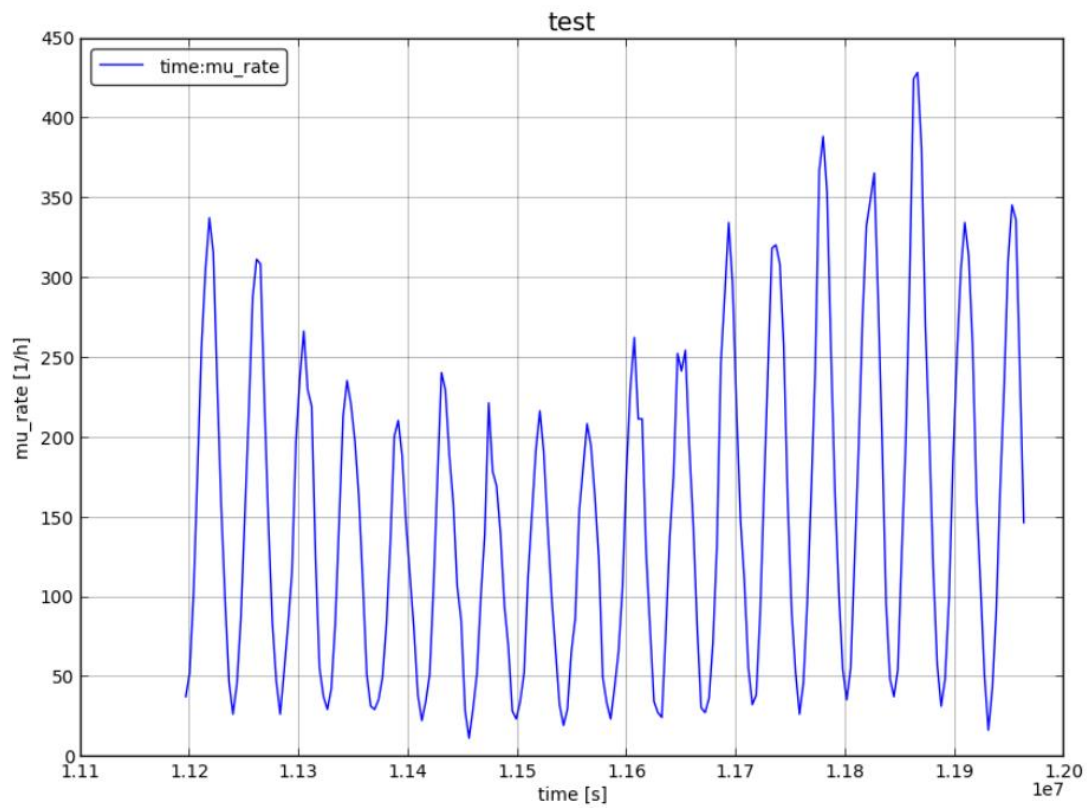
CosMO-Mühle

- ▶ Untersuchung der Rate gemessener Myonen in Abhängigkeit vom Messwinkel
- ▶ 1 Winkel 1h Messdauer

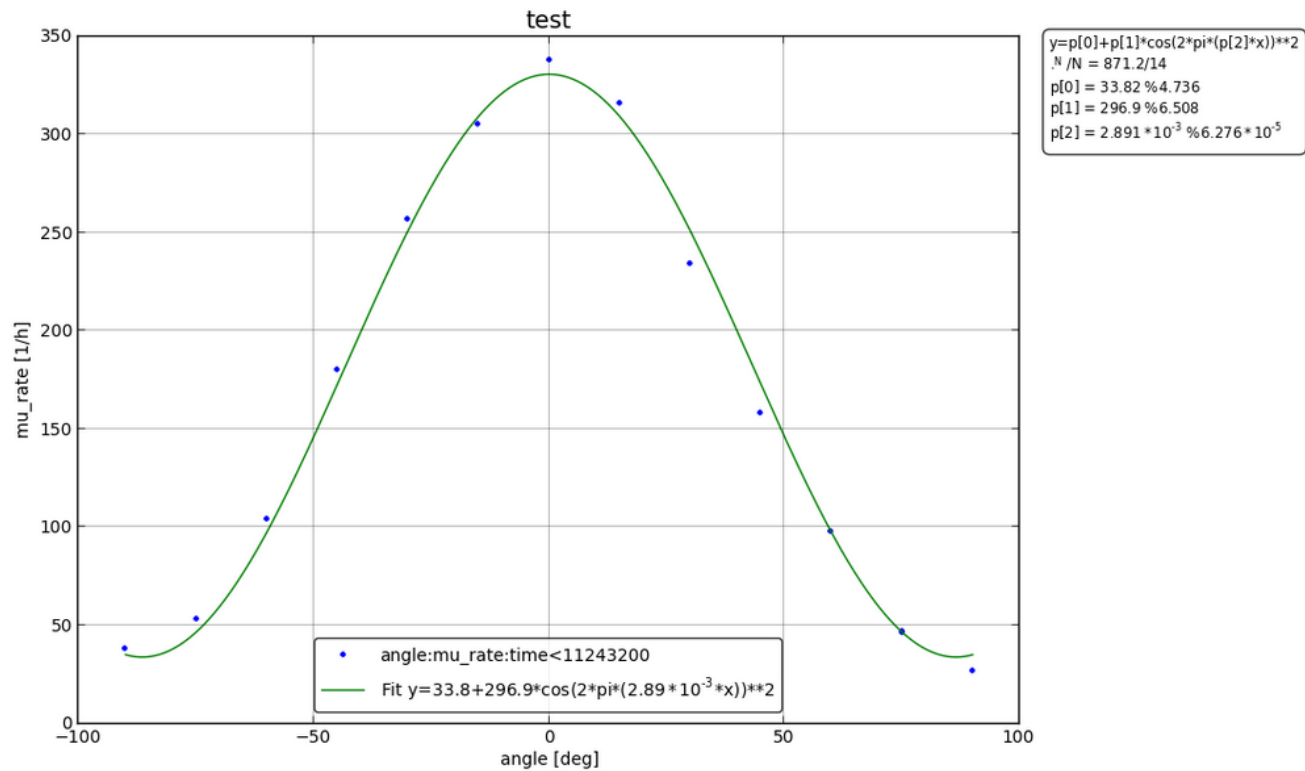




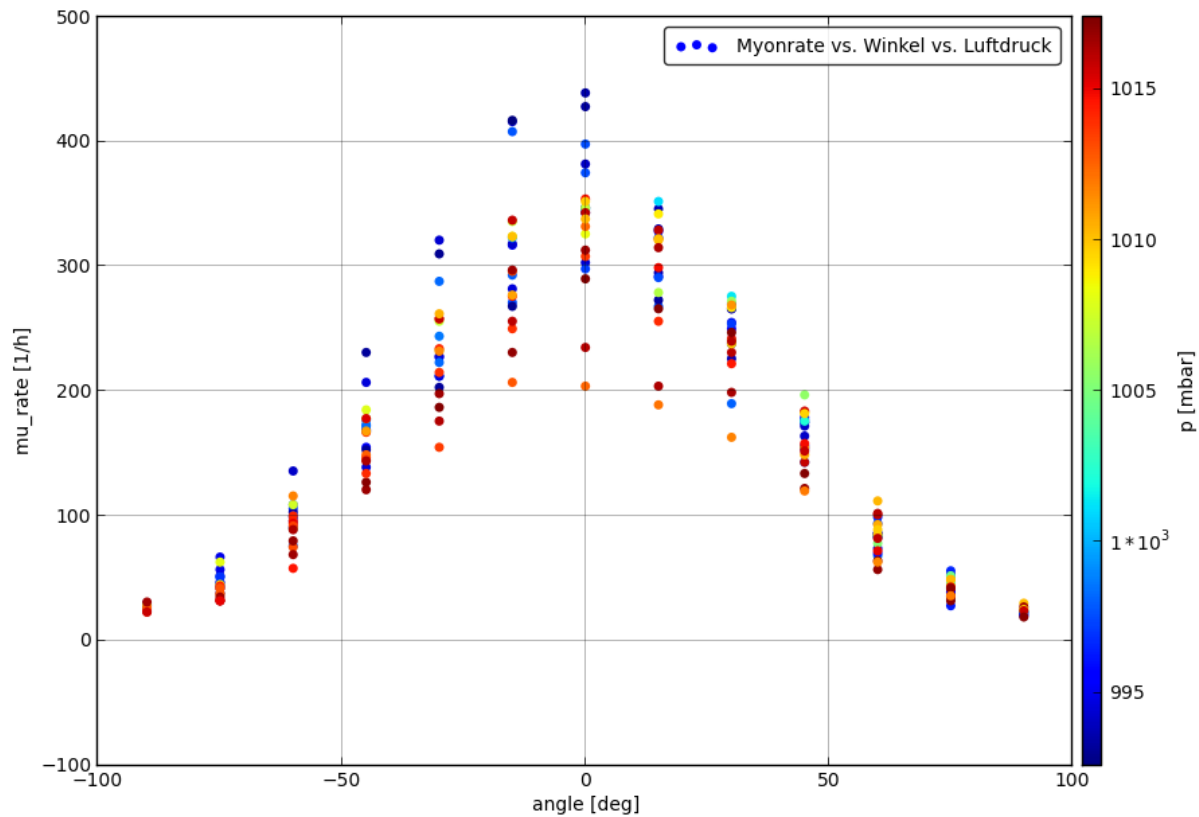
Zeitlicher Verlauf der gemessenen Myonenrate



Zeitlicher Verlauf der gemessenen Myonenrate



Myonenrate in Abhängigkeit vom Messwinkel



**Myonenrate in Abhängigkeit vom Messwinkel,
Farbskalierung: Luftdruck**

Discover Cosmic Rays

INTERNATIONAL COSMIC DAY

November 6 | 2019

Scientists worldwide are committed to school projects in order to give students insights into their research and answer questions like:

What are cosmic particles?
Where do they come from?
How can they be measured?

Become a Scientist for a Day

Discover the world of cosmic rays like
an astroparticle physicist.

Image Credit: DESY, Science Communication Lab

More Information:

<http://icd.desy.de>

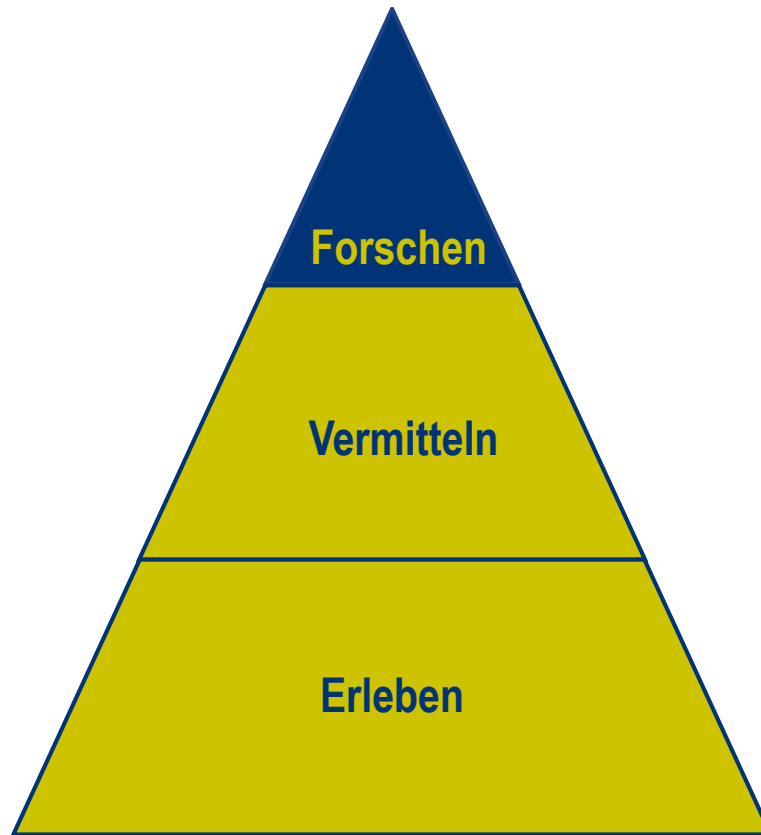
<https://www.facebook.com/InternationalCosmicDay>



International Cosmic Day



Das Konzept: Stufenprogramm



- ▶ Vertiefungsprogramm
 - Cosmic@Web

- ▶ Qualifizierungsprogramm
 - Kamiokannen
 - CosMO
 - Cosmic@Web

- ▶ Basisprogramm
 - Astroteilchen Masterclass

Angebote für Jugendliche

- ▶ Astroteilchen-Masterclasses in Schule oder am Institut
- ▶ Projektwochen in der Schule
- ▶ Forschungswochen in der Schule oder am Institut
- ▶ Forschungsarbeiten



Forschungswochen

- ▶ 1 oder 2 Wochen Praktikum oder Forschercamp am Institut
 - Für einzelne Jugendliche oder eine Gruppe in den Ferien
 - Während Schülerbetriebspraktikum ausgehend von der Schule
- ▶ Veranstaltungen an Schulen oder anderen Einrichtungen
 - Dabei sollte die verantwortliche Lehrkraft Erfahrungen im Umgang mit den Experimenten haben und ein/e Wissenschaftler/in sollte Beiträge durch Vorträge und Diskussionen leisten. In einer Abschlusspräsentation oder Facharbeit soll das Gelernte zusammengefasst und dokumentiert werden.



Forschungsarbeit

- ▶ Jugend Forscht, Besondere Lernleistungen (BELL), 5. Prüfungskomponente zum Abitur, Seminar-/Fach- und Forschungsarbeiten o.ä.
- ▶ Absprache mit betreuender Lehrkraft empfehlenswert



Qualifizierungsmöglichkeiten

- ▶ Mithilfe bei Masterclass oder öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen wie Lange Nacht der Wissenschaften oder Tag der offenen Tür
- ▶ Ergebnisse der Forschungswochen (Facharbeit, Poster, Präsentation) kann in Schule präsentiert werden

Angebote für Lehrkräfte

- ▶ Lehrerfortbildung
- ▶ Schwerpunkte: Umgang mit den Experimenten, Methoden der Astroteilchenphysik, forschungsrelevanten Fragen
- ▶ Absolventen der Fortbildung können die Experimente über die Forschungsinstitute von Netzwerk Teilchenwelt ausleihen



Angebote für Lehrkräfte

- ▶ **Astroteilchen-Masterclass an Schule organisieren**
 - Eintägige Veranstaltungen zur Messung und Analyse kosmischer Teilchen mit Daten des Pierre-Auger-Observatoriums oder Analyse von Daten der Webplattform Cosmic@Web, Einsatz von CosMO- und/oder Kamiokannen-Experiment (bedingt vorteilhaft, an Zielgruppe angepasst)
- ▶ **Astroteilchen-Projektwochen**
 - Ausleihe der Experimente für den schulischen Unterricht, Nutzung der Nebelkammer-Selbstbau-Sets, Arbeit mit der Webplattform Cosmic@Web
- ▶ **International Cosmic Day**
 - Eintägige Veranstaltungen, einmal im Jahr, Arbeit wie in einer internationalen Kollaboration



Untersuchung kosmischer Teilchen

HERAUSFORDERUNGEN

Feinziel einer Auger Masterclass

Jugendliche...

- ▶ rekonstruieren einen Teilchenschauer selbst.
- ▶ leiten daraus physikalische Gesetzmäßigkeiten her.
- ▶ können ihr Wissen in Physik, Mathematik und Informatik ausbauen:
 - ▶ Gewichteter Mittelwert
 - ▶ Arbeit mit einem Tabellenkalkulationsprogramm
 - ▶ Darstellung dreier Größen in einem Diagramm
 - ▶ Trigonometrie
 - ▶ Polar- bzw. Kugelkoordinaten
 - ▶ Koordinaten- und Vektorgleichung
 - ▶ Fitten
 - ▶ Fehlerrechnung
 - ▶ e-Funktion

Feinziel einer Auger Masterclass

Jugendliche...

- ▶ rekonstruieren einen Teilchenschauer selbst.
- ▶ leiten daraus physikalische Gesetzmäßigkeiten her.
- ▶ können ihr Wissen in Physik, Mathematik und Informatik ausbauen:
 - ▶ Gewichteter Mittelwert
 - ▶ Arbeit mit einem Tabellenkalkulationsprogramm
 - ▶ Darstellung dreier Größen in einem Diagramm
 - ▶ Trigonometrie
 - ▶ Polar- bzw. Kugelkoordinaten
 - ▶ Koordinaten- und Vektorgleichung
 - ▶ Fitten
 - ▶ Fehlerrechnung
 - ▶ e-Funktion

Kein Topic in Standard-curriculum von
Physiklehrpläne



Fehlendes Vorwissen

Problemlösestrategien:

- ▶ Notwendiges „Handwerkszeug“, um eine Sache zu verstehen, wird innerhalb der Problembearbeitung erlernt
- ▶ wissenschaftlichen Arbeitsweisen kann demonstriert, vermittelt und erprobt werden

Motivation:

- ▶ Sinnstiftende Zusammenhänge aufzeigen, in denen die Erarbeitung einer Sachstruktur einsichtig wird



Synthetische Wirklichkeit im Physikunterricht

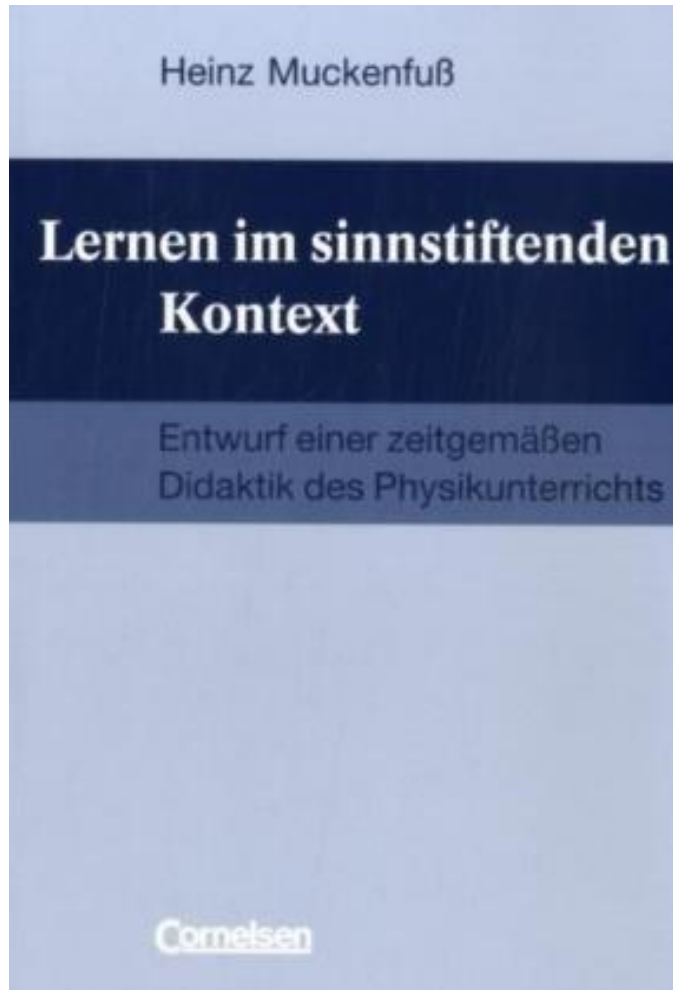
Im Physikunterricht sieht man Dinge, die man sonst nirgendwo sieht.

Im Physikunterricht verwendet man Wörter, die man sonst nirgendwo benötigt.

Im Physikunterricht tut man Dinge, die man sonst nirgendwo tut.

R. Müller „Physik in interessanten Kontexten“

<https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/ifdn-physik/physik-in-interessanten-kontexten-rmueller.pdf>



Wege einer neuen Lehr- und
Lernkultur werden vorgestellt

H. Muckenfuß: Physik im
sinnstiftenden Kontext, Cornelsen,
Berlin (1995)

Mehr zum Thema

- ▶ DPG Studie: „**Physik in der Schule**“
- ▶ <https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichung/broschueren/studien>



Lernen im sinnstiftenden Kontext

zwei Arten von Wissen können vermittelt werden:
Verfügungswissen und Orientierungswissen

instrumentelles Wissen
und fachliches Können

Klärung des Verhältnisses
Mensch und Natur



Lernen im sinnstiftenden Kontext

Muckenfuß postuliert:

„Es ist erforderlich, der Orientierungsfunktion (Orientierungswissen) des Unterrichtes Vorrang vor der Qualifizierungsfunktion (Verfügungswissen) einzuräumen.“

- durch die Verbindung Experiment und eigene Untersuchungsaufgabe wird dem physikalischen Inhalt Bedeutung zugeschrieben und die Motivation gesteigert



Lernen im sinnstiftenden Kontext

Muckenfuß postuliert:

„Mädchen und Jungen stärker für den Physikunterricht aufzuschließen gelingt nicht dadurch, dass man die Qualifizierungsfunktion (Verfügungswissen) des Unterrichts stärker betont.“

- ▶ der Kontext bzw. Anwendungsbereich, in dem ein naturwissenschaftlicher Inhalt erscheint, beeinflusst das Interesse der Jugendlichen entscheidend