

Astroparticle Outreach at DESY.



Research at DESY in Zeuthen



- > focus on astroparticle physics
- > students get contact to a wide spectrum of current research

DESY in Brandenburg close to Berlin



- > students can benefit from regionally connections to universities and technical universities
- > easier access to study



Outreach Activities on Cosmic Rays

1. Student Project: CosmicLab
2. National Network: Netzwerk Teilchenwelt
3. Experiments, Tools and Programs
 - Cloud Chamber
 - CosMO, Kamiokannen
 - Muonic
 - Auger and IceCube Masterclass
 - Cosmic@Web
4. International Cosmic Day

DESY School Lab 'physik.begreifen'

CosmicLab:

- > education project: own research questions, conduct investigations, analyze data, report results
- > for interested high-school students (age 15 to 19)
- > PhDs supervise the young researchers
- > standard:
2 weeks internship
- > also mentoring of
"Jugend forscht" - reports
(contest for highly
gifted young people)
- > bachelor and
master thesis



- > enable students to:
 - explore scientific work of astroparticle physics
 - work with modern measurement and analysis methods



> support teachers to:

- teach actual physics
- have an hands-on experiment for own lessons or projects
- have contact to scientists



Netzwerk Teilchenwelt

German Education Network for
Astroparticle- and Particle Physics

15.-16.02.2017

Outreach Astroparticle Physics
Carolin Schwerdt, DESY



A Network

between

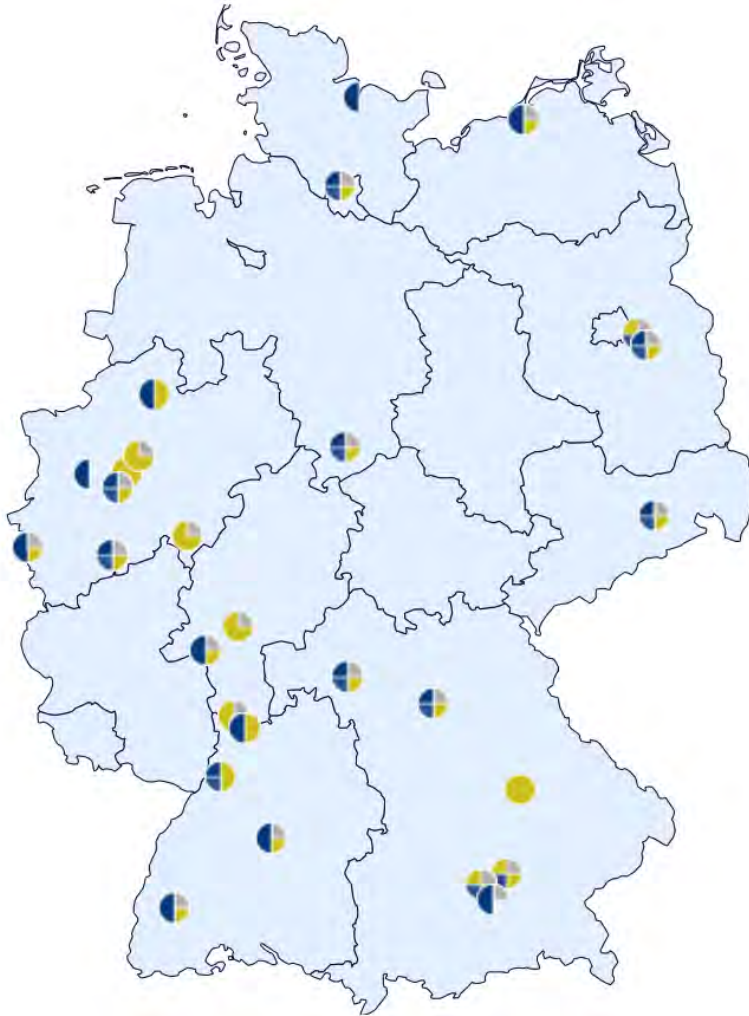
- Scientists
- Students
age 15-19
- Teachers
at schools, school labs,
museums etc.

in direct contact

- to CERN in Genf
- to research centers and
universities nationwide



Nationwide Network



28 institutes at 25 cities

Project team at TU Dresden/DESY
Zeuthen/CERN

contact

<http://www.teilchenwelt.de>

city_name@teilchenwelt.de



Goal of project

Generate Fascination

- for basic questions about our universe

Enable authentic experiences

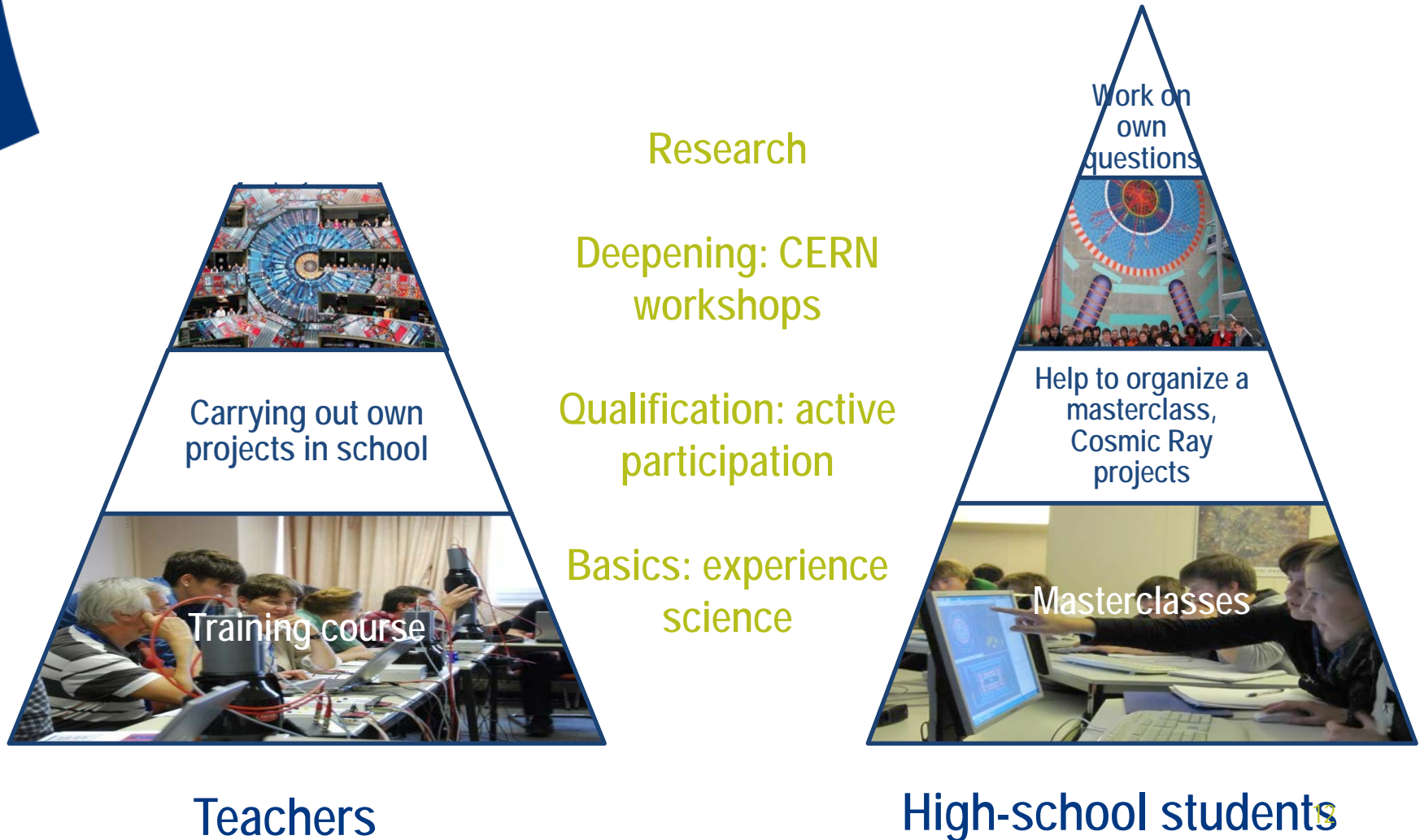
- with own measurements on original data
- by independent experimentation

Convey importance of basic research

In Addition:

- train PhD students in communication
- former alumni → physics students at the research labs

Multi-stage Offer for Students and Teachers





Netzwerk Teilchenwelt in Numbers

| | |
|--------|---|
| > 5000 | High-school students per year working with real data and/or detectors |
| ~ 250 | in advanced levels |
| 60 | at CERN workshops |
| 10 | research projects at CERN |
| 8 | research projects at labs |
| ~ 120 | alumni (→ physics students) |
| ~ 300 | teachers (training, CERN Workshops, teaching material) |

Outreach Activities on Cosmic Rays

1. Student Project: CosmicLab
2. National Network: Netzwerk Teilchenwelt
3. Experiments, Tools and Programs
 - Cloud Chamber
 - CosMO, Kamiokannen
 - Muonic
 - Auger and IceCube Masterclass
 - Cosmic@Web
4. International Cosmic Day

Build your own Cloud Chamber



- similar to CERN chambers (a little bit smaller)
- handout for teachers with notes and copy templates (in German)
- set: material for 10 cloud chambers
- for workshop in institute or school
- teachers can borrow set for free



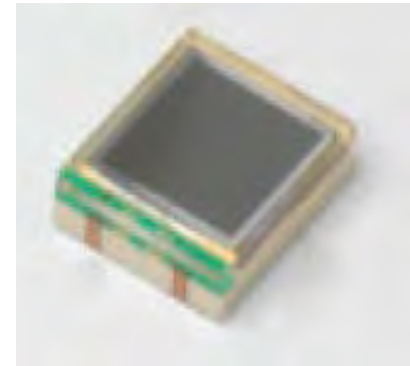
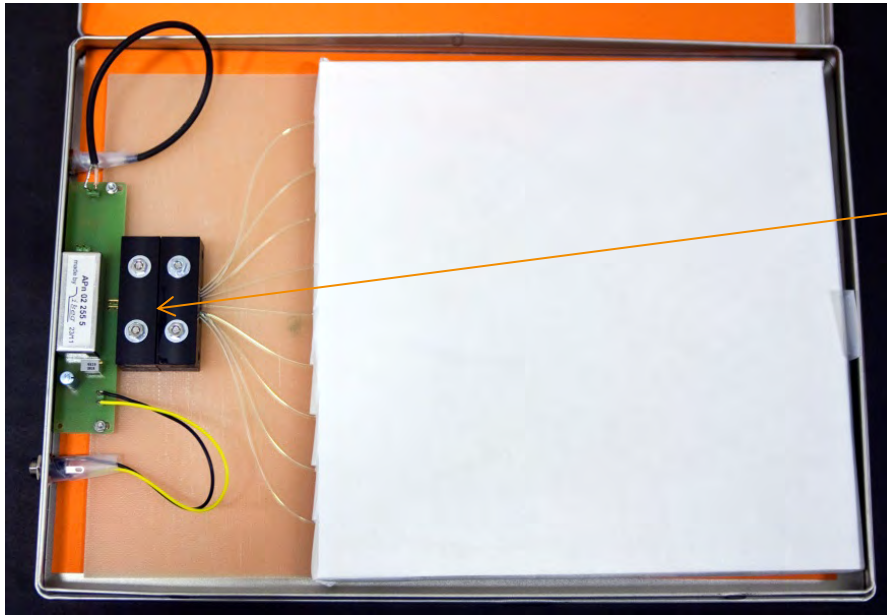
CosMO (Cosmic Muon Observer)



Components:

- > 3 scintillation counters
- > DAQ from QuarkNet/Fermilab
- > computer with measuring program “Muonic”

CosMO – A Look Inside



Multi Pixel Photon Counter MPPC

Counter:

- > Scintillator with optical fiber (wavelength shifter)
- > photomultiplier (MPPC)
- > integrated voltage supply

CosMO – Presentation at ICRC 2013

> <http://arxiv.org/abs/1309.3391>

33RD INTERNATIONAL COSMIC RAY CONFERENCE, RIO DE JANEIRO 2013
THE ASTROPARTICLE PHYSICS CONFERENCE

ICRC
2013

CosMO – A Cosmic Muon Observer Experiment for Students

R. FRANKE, M. HOLLER, B. KAMINSKY, T. KARG, H. PROKOPI, A. SCHÖNWALD, C. SCHWERT, A. STÖSSL, M. WALTER
DESY, Platanallee 6, 15738 Zeuthen, Germany
carolin.schwerdt@desy.de

Abstract: What are cosmic particles and where do they come from fascinating for scientists in astrophysics. With the CosMO experime autonomously study these particles. They can perform their own hand modern scientific working methods and to obtain a direct insight into we present the experimental setup and possible measurements. The d Events are triggered and readout by a data acquisition board developpe program running on a notebook under Linux, the trigger and data taker displays the particle rates in real-time and stores the data for off-line an measurement of cosmic particle rates dependent on the zenith angle, the showers, and the lifetime of muons. Twenty CosMO detectors have be German outreach network *Netzwerk Teilchenwelt* at 15 astroparticle-re work with students.

Keywords: atmospheric muons, scintillation detector, education, out

1 Introduction

Cosmic particles of various types reach the Earth. They rain down constantly, some of them with energies much higher than the LHC reaches. Cosmic rays contribute to natural background radiation and produce the beautiful light of the auroras. Perhaps they also influence the formation of clouds and even the evolution of life. Although hundreds of these particles pass through us every second, most people do not know about this. Within *Netzwerk Teilchenwelt* [1, 2] we have developed the CosMO experiment to provide insights into this fascinating field.

CosMO is a scintillation counter experiment based on detector components that are used in particle and astroparticle physics. It can be operated by students on their own and brings the current topic of astroparticle physics to pupils who are interested in physics, astronomy, or computing. The project allows autonomous investigation and gets students involved in research. They are given the opportunity to experience hands-on science with the help of modern measurement techniques, as well as analysis methods in particle physics and in close collaboration with scientists. CosMO can be used in outreach projects at research institutes or within school teaching. Teachers receive training so that they are enabled to incorporate the CosMO experiment into their classes.

DESY and other partner institutes within *Netzwerk Teilchenwelt* lend the CosMO experiments for student projects and provide advice and support.

2 Detector Setup

The design goal of the CosMO detector was to develop an astroparticle-physics experiment that can be operated by students and that is easily transportable to be used at schools. The detector consists of three plastic scintillators. The scintillator tiles are connected to a data acquisition (DAQ)

card with softw conditions. A ne readout and to i setup during exp

Scintillator: V of 20 x 20 x 1.2 fibres each, whi counter² (MPP) operating voltag from a 5 V im converter³. The voltages are req safe for student housed in a light the voltage supp output signal. T in Figure 2.

DAQ card: TI acquisition boa University of N (the *Cosmic Ray*) four analogue in with a software-discriminator th

- recorded i tion of 1
- processed (CPLD) ⁴

1. Ejen Technology
2. Hamamatsu SI
3. see APs 02 25

CosMO. A Cosmic Muon Observer Experiment for Students

R. Franke, M. Holler, B. Kaminsky, T. Karg, H. Prokopi, A. Schönwald, C. Schwert, A. Stössl, M. Walter
DESY, Platanallee 6, 15738 Zeuthen, Germany
contact: carolin.schwerdt@desy.de

Goals

Develop an astroparticle-physics experiment that:

- is easily transportable
- includes training & reference to allow transportable
- includes necessary hardware & software
- is safe for students
- is suitable for school teaching
- is suitable for research
- is suitable for outreach

Detector

Overview of the CosMO setup in operation with the readout notebook, the DAQ card, and three scintillator tiles.

Scintillator

- > Plastic scintillator (Ejen Technology E-200)
- > Size 20 x 20 x 1.2 cm³, used with optical fibres
- > Fibres connected to multiplexed photon counter (Hamamatsu S1093-08P)

DAQ card [2]

- > Software-adjustable thresholds and trigger conditions
- > Time resolution: 1.25 ns, absolute time stamp via GPS (50 ns precision) [3]
- > Developed for Cosmic Ray In-Lab (4) of the QuarkNet [5] project

Readout

- > DAQ card = scintillators connected with 8 V DC (operation with batteries possible)
- > Readout = lightweight notebook computer with Linux
- > DAQ card connected via USB

Readout Software: Muonic

Muonic [7] is a software package developed for CosMO

Design goals

- > Experimental physicist user interface
- > Open-source software
- > Modular design, easy-to-build support for new student projects

Tools

- > Python as platform independent language
- > PyQT4 for graphical user interface
- > Metasploit for data visualization

Measurement modules

- > Single and coincident rates vs. time
- > Muon lifetime and velocity
- > Pulse width distribution (monitoring)
- > Raw data output

Netzwerk Teilchenwelt

> Network of 24 German Research Institutes for astroparticle and particle physics [1]

> Clear enable students to experience modern physics research

> Network Teilchenwelt offers masterclasses, seminars, workshops and internships for students and teachers

Projects for Students

Scintillator

- > Analysis of single channel rates vs. threshold
- > Test different threshold settings
- > Gain deeper understanding of the CosMO detector
- > Learn about statistical fluctuations

Zenith Angle Dependence

- > Analysis of muon rate vs. zenith angle θ
- > Explore geometric acceptance of different detector configurations
- > $\cos^2 \theta$ dependence expected [8]
- > Learn to integrate measurements

Muon Lifetime

- > Characteristic signature of muon decay can be used to determine its lifetime
- > Clear enable students to experience modern physics research
- > Learn about particle decay and relativistic effects

Further Projects

The CosMO detector further allows the study of absorption of all shower particles in different materials and measurement of extended particle showers. The hardware experiments are supported by projects where the scintillation fibres are installed at the German research subdetector (Polarimeter [1]). These detectors continuously take data, creating analyses over long time ranges with sufficient statistics. The major goal of the Polarimeter project is to measure the geographic col-off Furthermore, the influence of atmospheric pressure and temperature on the rate of atmospheric muons can be studied.

References

[1] www.teilchenwelt.de
 [2] M. Hammer et al., *Phys. B* 2010, 001-014
 [3] G. Giacomelli et al., *IEEE* 1993 Conference
 [4] www.2d.org/muoncounter.htm
 [5] http://indiprod.cern.ch/indiprod/indiprod.htm
 [6] M. Hammer et al., *IEEE* 2008 Conference, March 2-5 2008, 769
 [7] http://code.google.com/p/muonic/
 [8] J. Berger et al., *Phys. Rev. D* 36 (1987) 2700
 [9] M. Hammer et al., *Phys. Rev. D* 78 (2008) 042001
 [10] www.2d.org/muoncounter.htm
 [11] http://indiprod.cern.ch/indiprod/indiprod.htm
 [12] M. Hammer et al., *IEEE* 2008 Conference, March 2-5 2008, 769





- > building instructions
- > email to carolin.schwerdt@desy.de

CosMO – Teaching Material



- > instructions for operating the experiment (for students)
- > teaching material with copy templates and task sheets
- > only in German

Kamiokannen



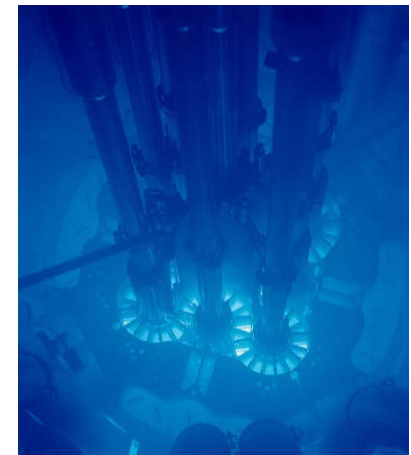
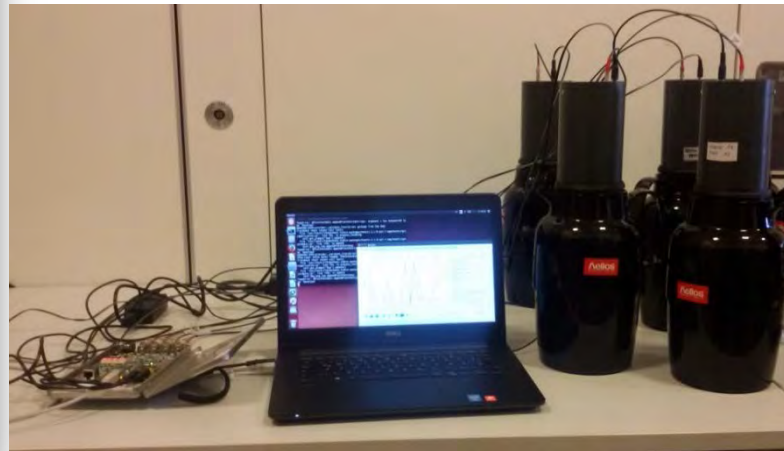
Components:

- > 2 Cherenkov water counters
- > measuring electronic from Uni Göttingen
- > or DAQ from QuarkNet and Computer with "Muonic"

Kamiokannen

Counter:

- > water filled thermos flask with photomultiplier, detect Cherenkov light
- > new: integrated power supply
- > idea developed by University Mainz and University Göttingen



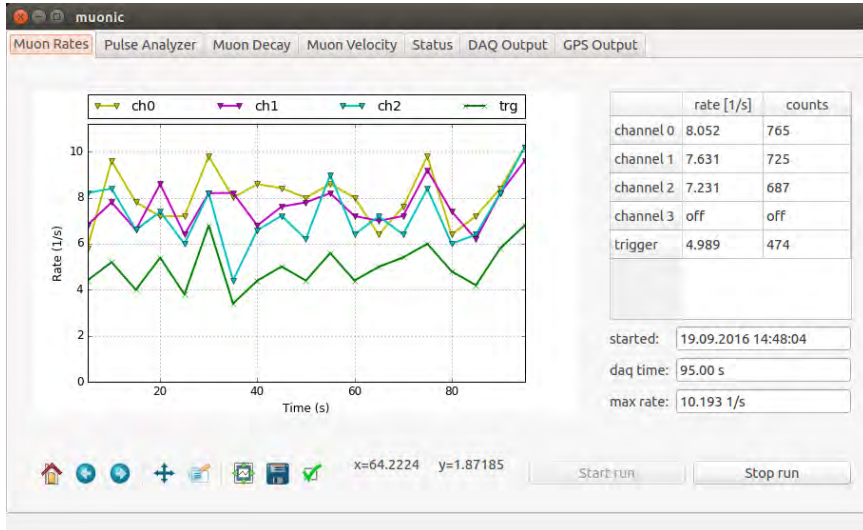
Measurements



- > calibration of the detectors
- > rate measurement (statistical analysis)
- > examination of various conditions such as temperature and air pressure
- > angle dependence of the cosmic radiation
- > influence of absorber materials
- > velocity and decay time of muons

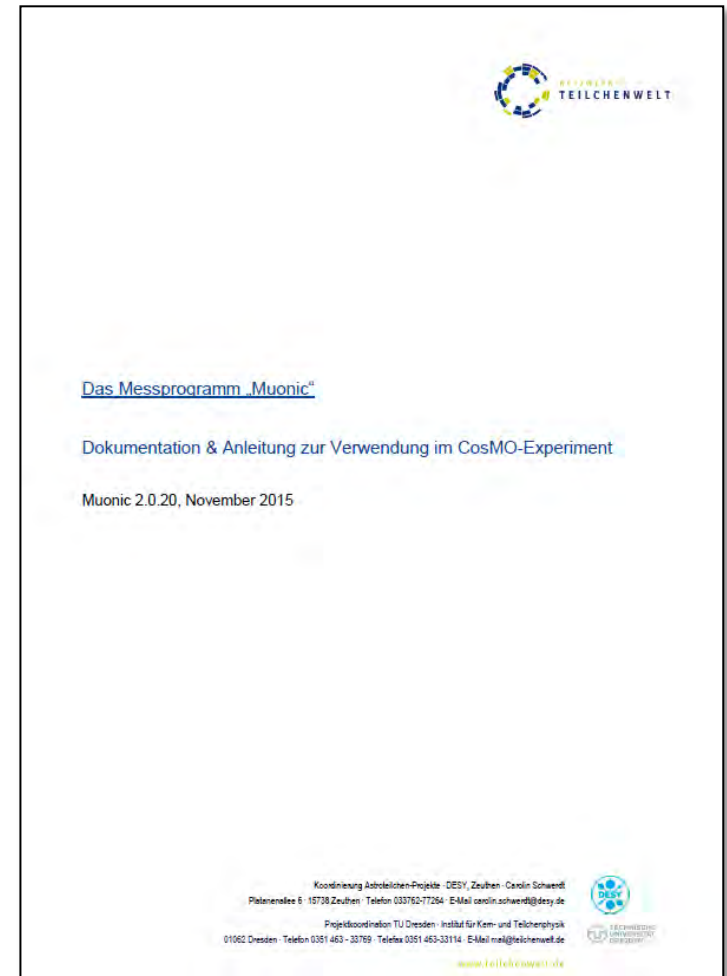


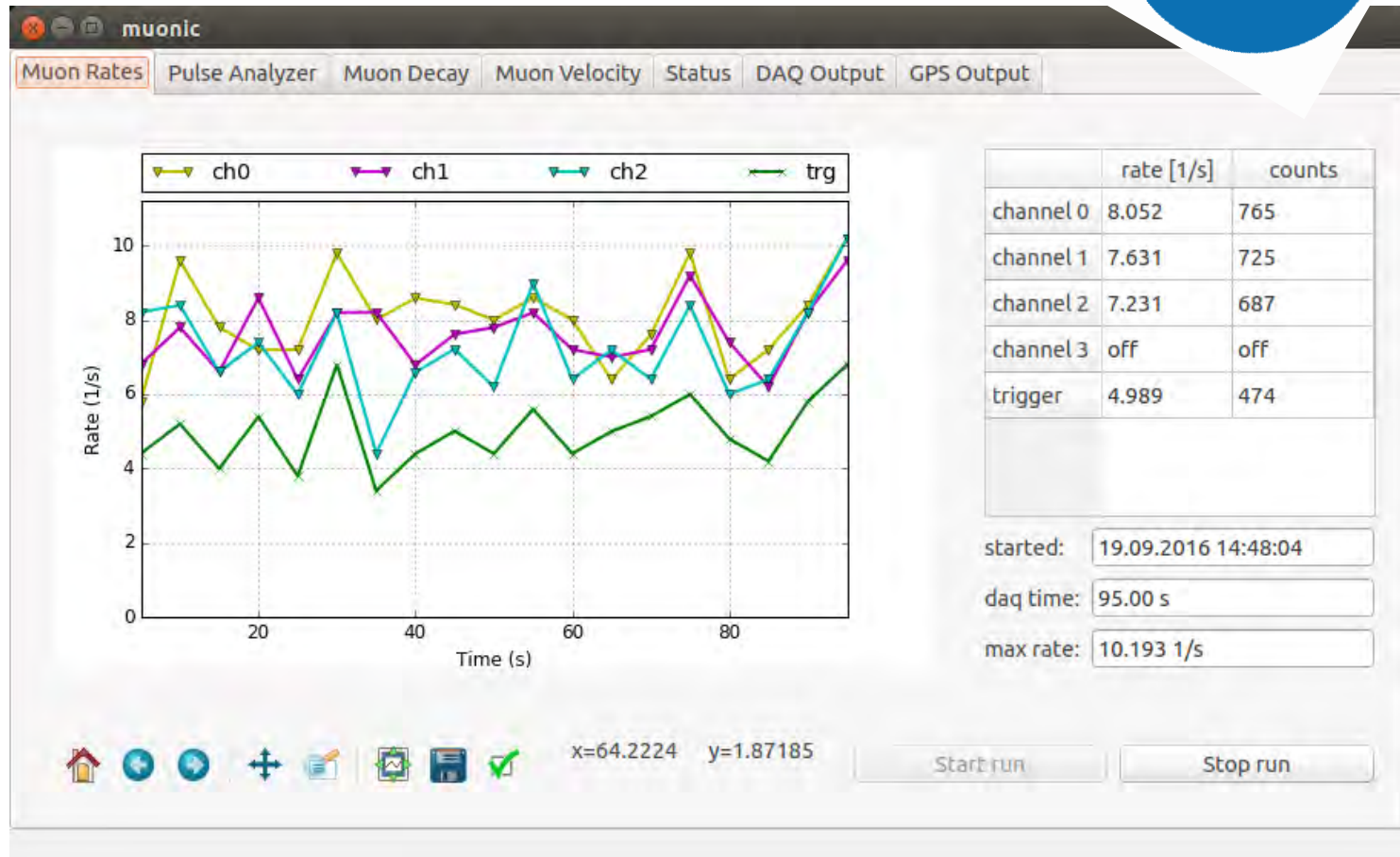
- > python software developed by DESY
- > interface to communicate with QuarkNet DAQ cards
- > easy and stable access to the DAQ cards, visualize some of the features
- > to perform simple analysis of the measured data
- > python graphical user interface (in English)

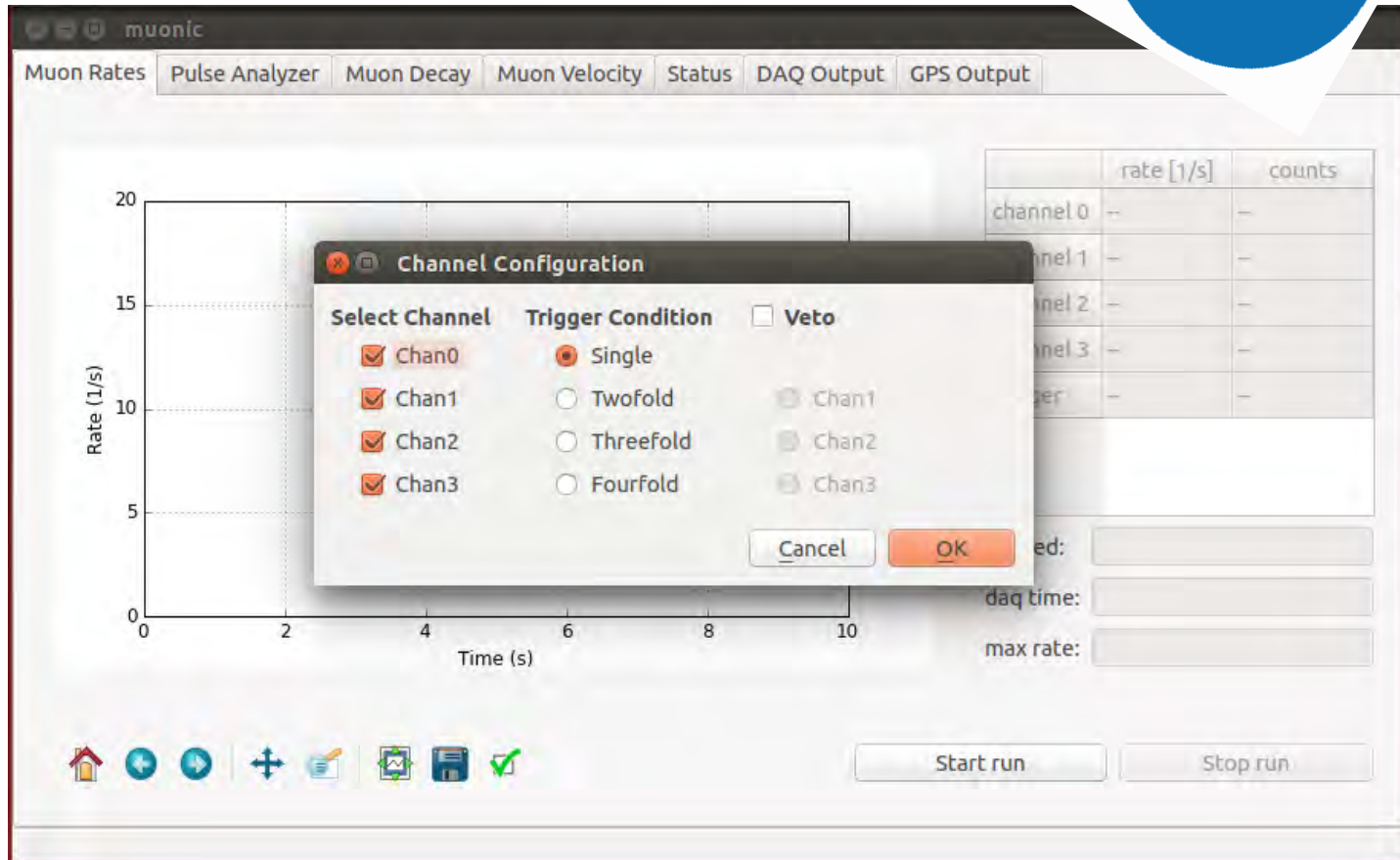


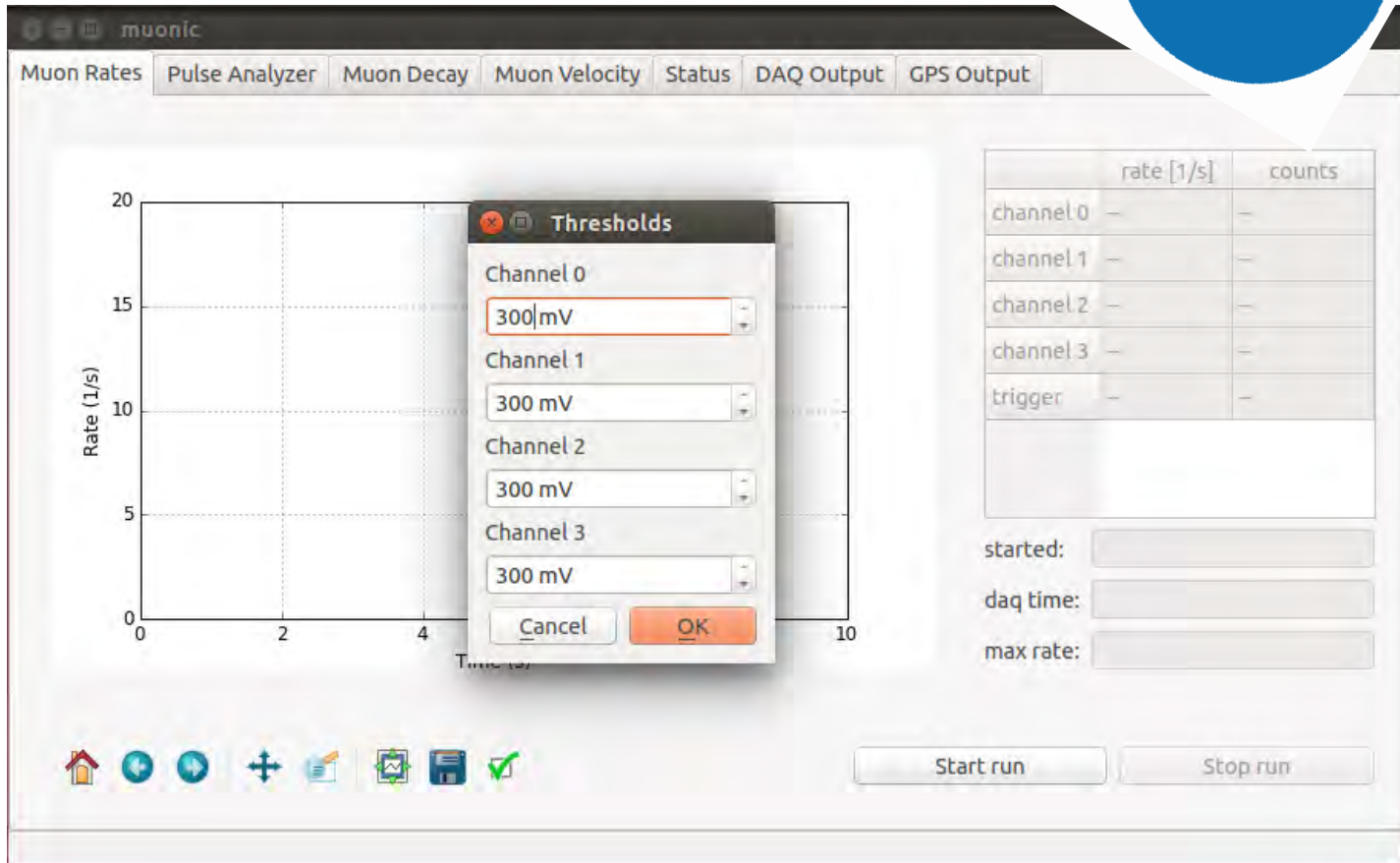
Muonic – Documentation

- > German documentation for teachers and students available
- > developer code:
<https://github.com/CosmicLabDESY/muonic>
 - > publicly available
 - > allows issue tracking
 - > adaptable to own ideas



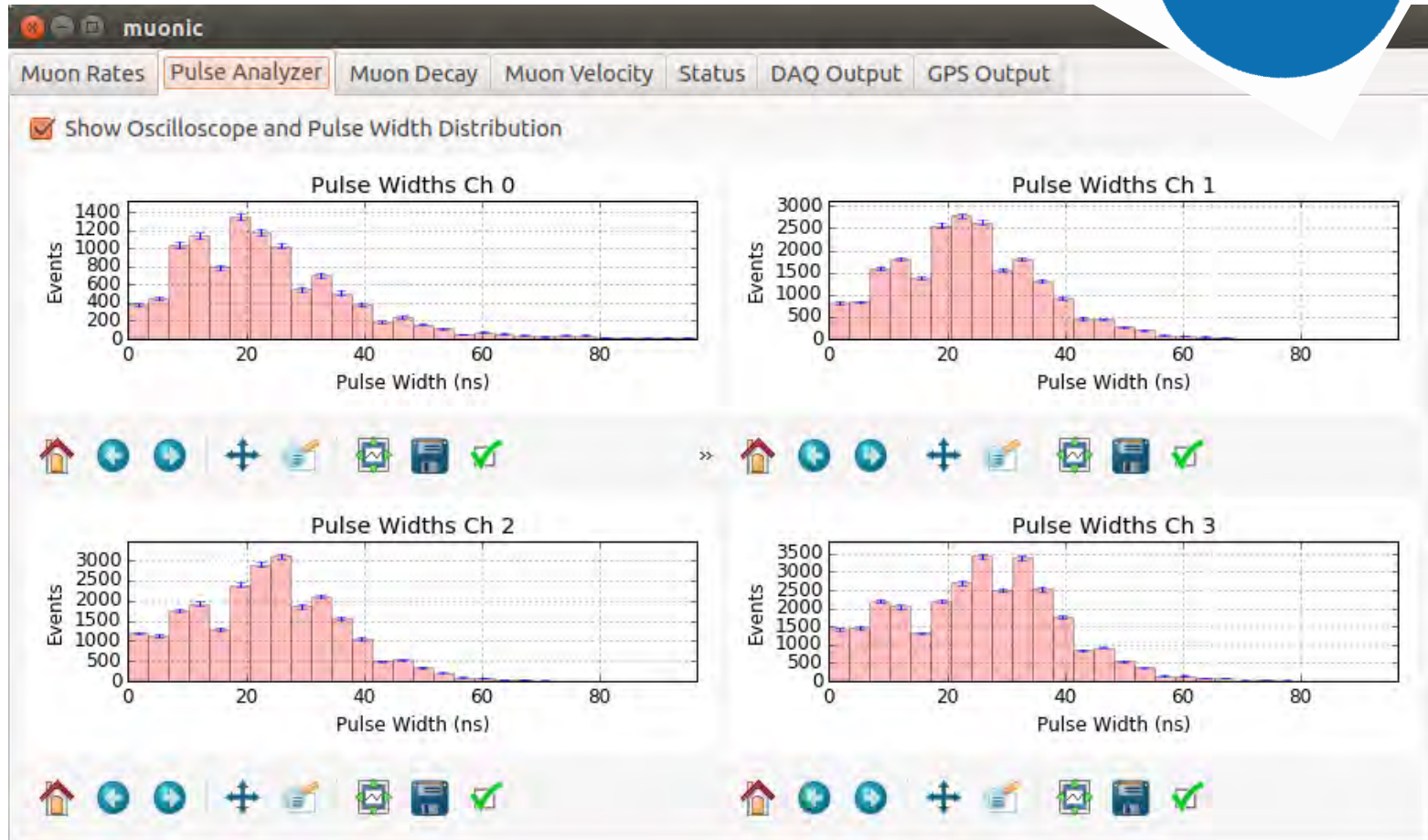


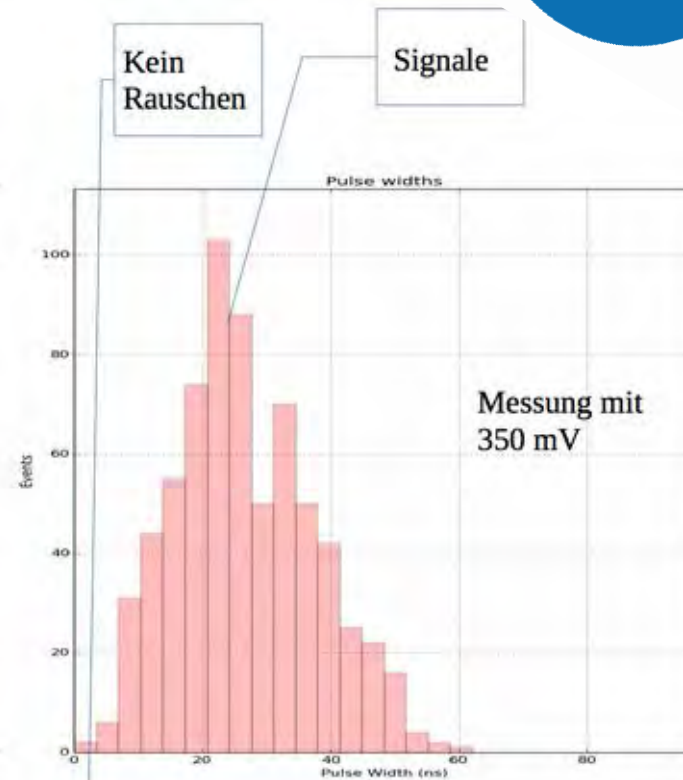
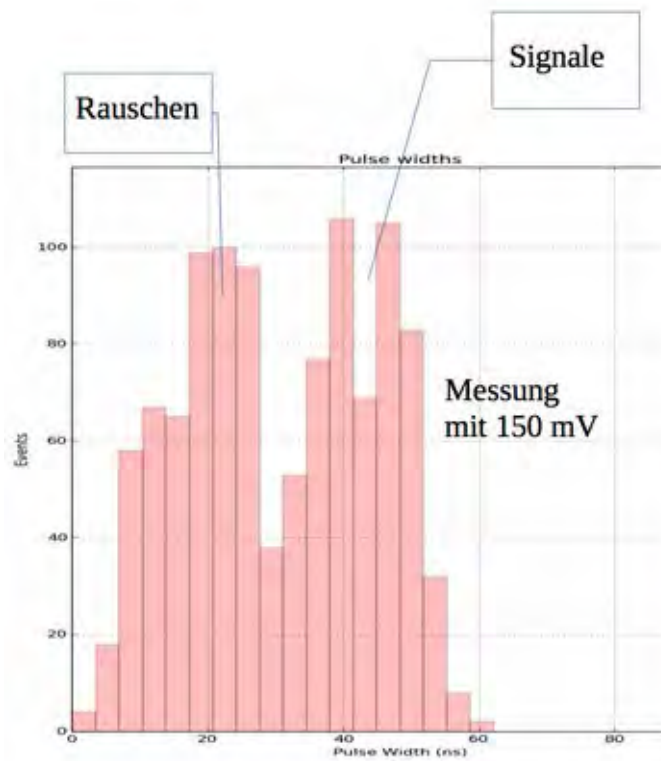


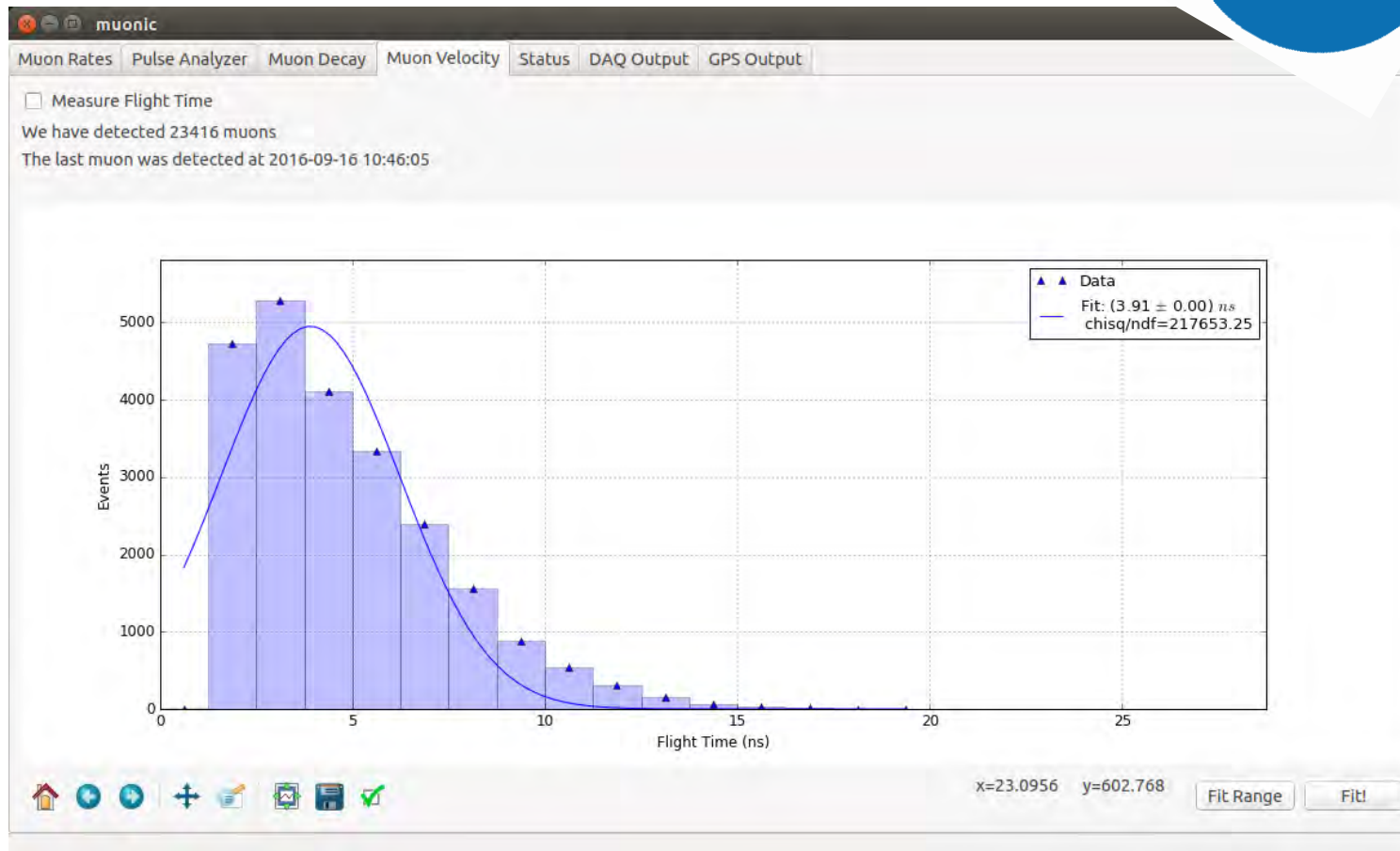


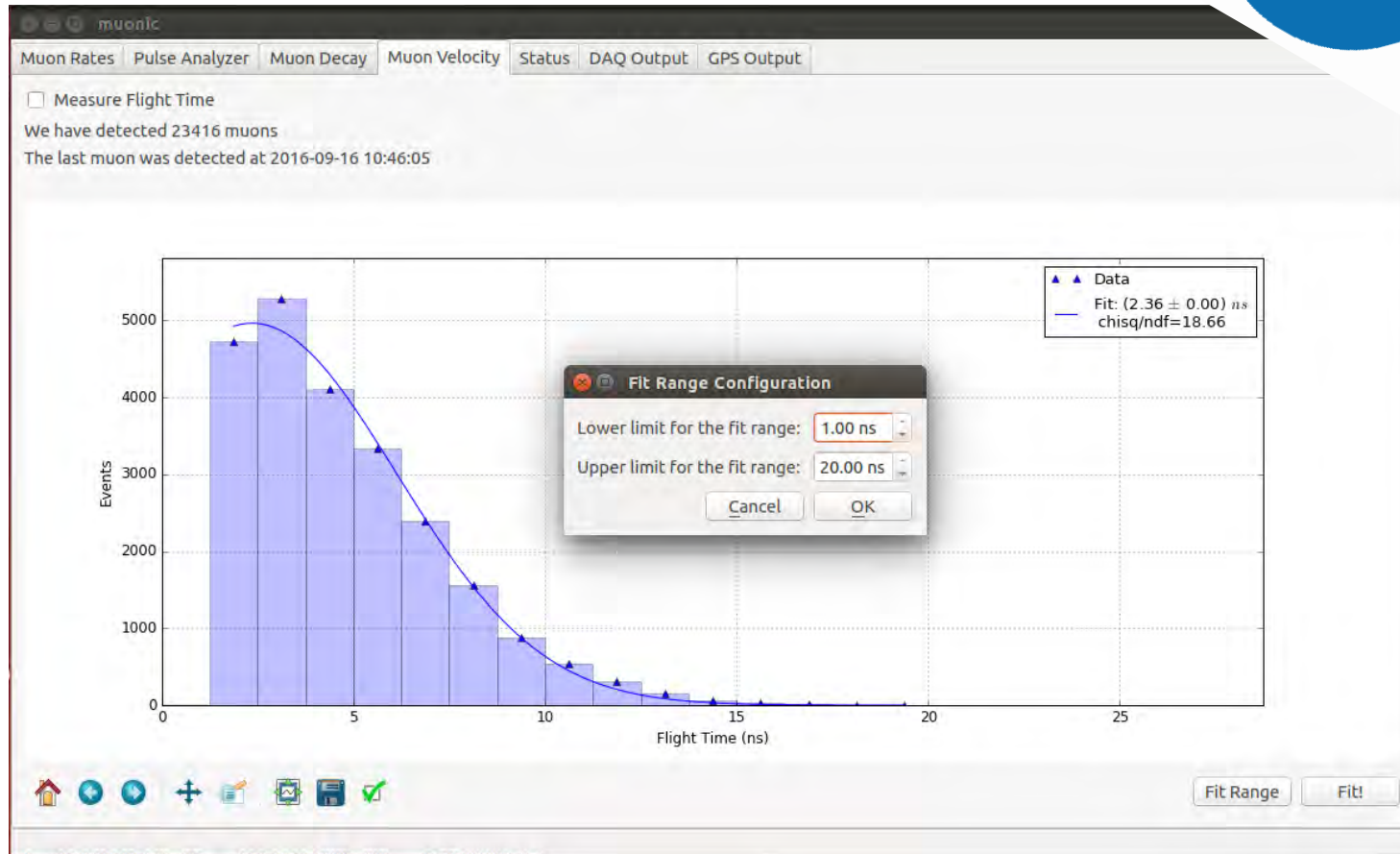
Kamiokanden: 10mV

CosMO: 300mV





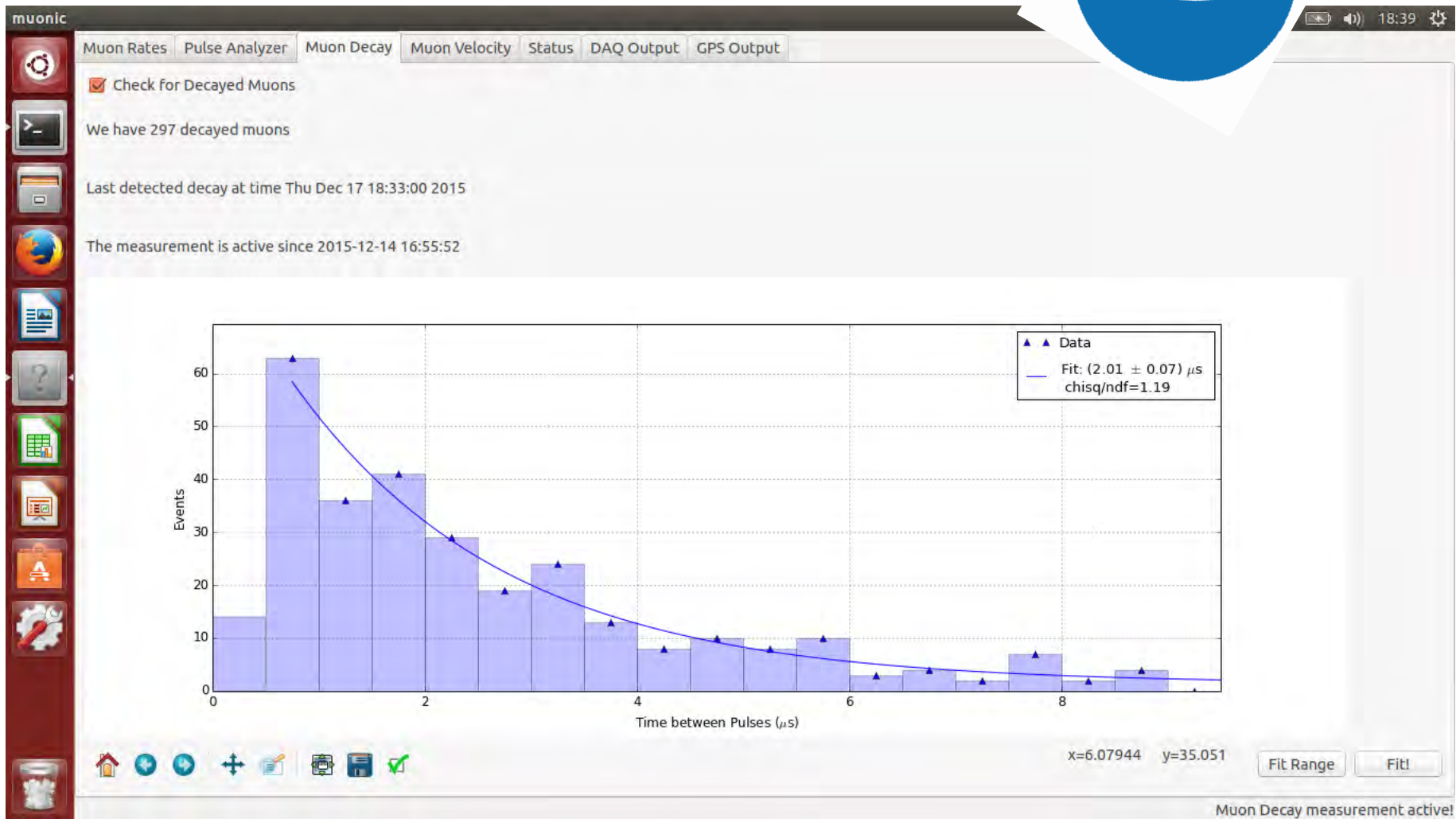






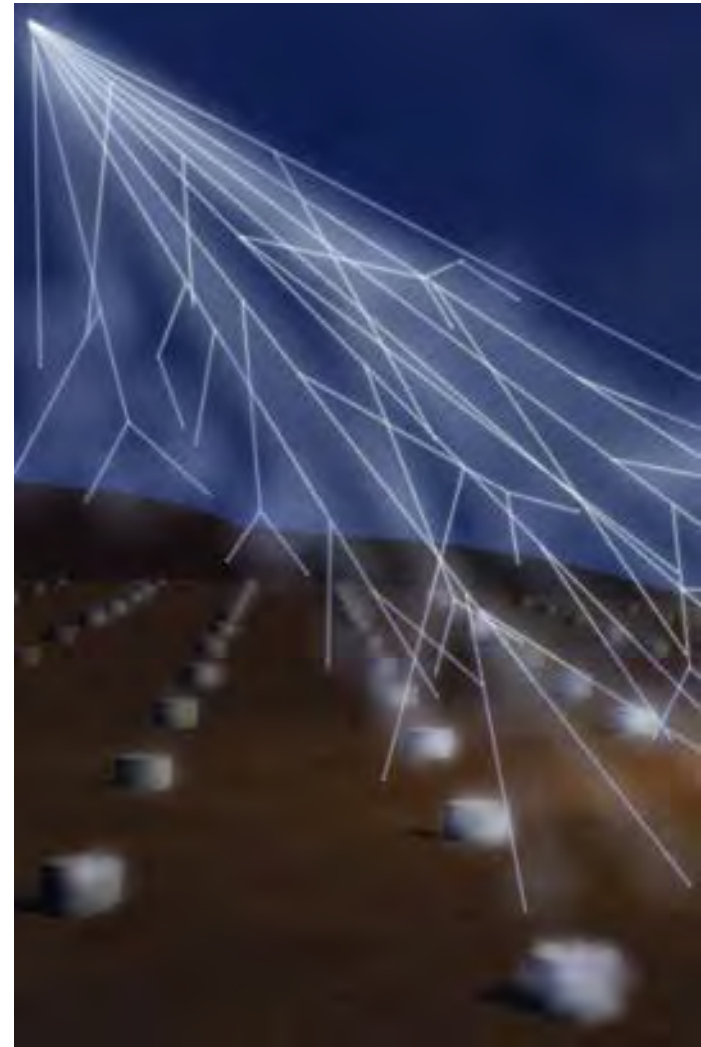
The screenshot shows the Muonic software interface with the 'Muon Decay Configuration' dialog box open. The dialog box has three columns of radio button options: 'Single Pulse', 'Double Pulse', and 'Software Veto Channel'. Under 'Single Pulse', 'Chan0' is selected. Under 'Double Pulse', 'Chan1' is selected. Under 'Software Veto Channel', 'Chan2' is selected. Below these options is a text box containing '400' and the label 'Minimum time between two pulses (in ns)'. There is also a checkbox for 'Set conditions on pulse width' which is currently unchecked. Below this checkbox are four text boxes for pulse width settings: '10 ns' (Min mu pulse width), '99 ns' (Max mu pulse width), '5 ns' (Min e pulse width), and '99 ns' (Max e pulse width). At the bottom of the dialog are 'Cancel' and 'OK' buttons. The background shows the Muonic main window with tabs for 'Muon Rates', 'Pulse Analyzer', 'Muon Decay', 'Muon Velocity', 'Status', 'DAQ Output', and 'GPS Output'. A plot on the left shows 'Events' on the y-axis (0 to 10) and a plot on the right shows a grid with x-axis values 8 and 10. At the bottom right of the main window are 'Fit Range' and 'Fit!' buttons.





Auger Masterclass

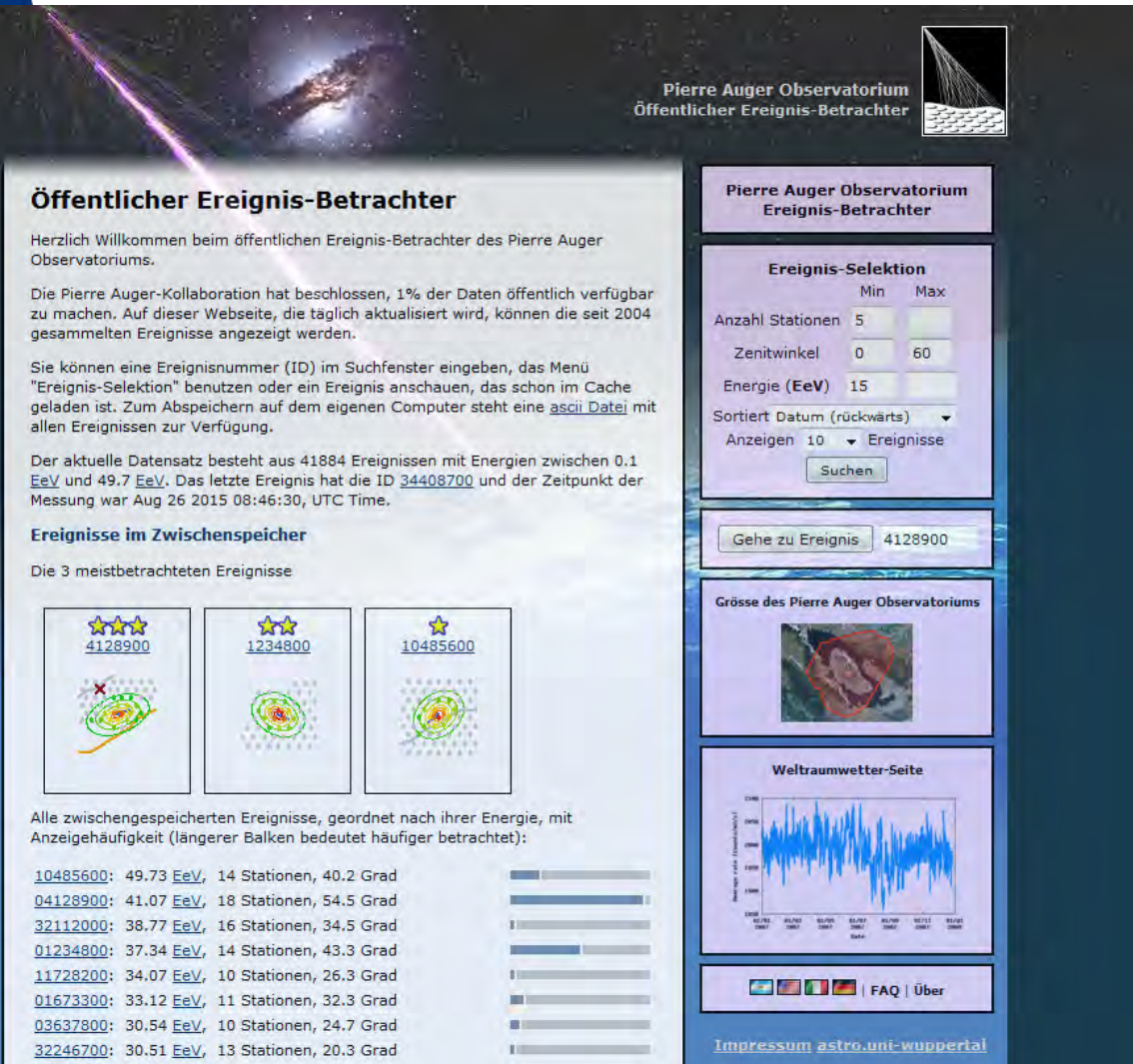
- reconstruction of cosmic air shower and arrival direction
- data analyses with Microsoft Excel or other spreadsheet programs
- one day program for school classes
- developed by University Wuppertal, University Erlangen-Nürnberg and DESY



Pierre Auger Observatory

publishes 1% of the data

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



**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

| Event ID | Stars |
|--------------------------|-------|
| 4128900 | ★★★★ |
| 1234800 | ★★★ |
| 10485600 | ★ |

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

| Event ID | Energie (EeV) | Stationen | Grad | Häufigkeit |
|--------------------------|---------------|--------------|-----------|------------|
| 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 | ██████████ |
| 32246700 | 30.51 EeV | 13 Stationen | 20.3 Grad | ██████████ |


Ereignis-Selektion

| | Min | Max |
|------------------|-----|-----|
| Anzahl Stationen | 5 | |
| Zenitwinkel | 0 | 60 |
| Energie (EeV) | 15 | |

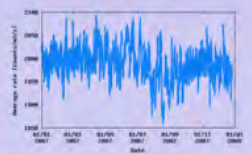
Sortiert Datum (rückwärts) ▾
Anzeigen 10 ▾ Ereignisse

4128900

Größe des Pierre Auger Observatoriums



Weltraumwetter-Seite

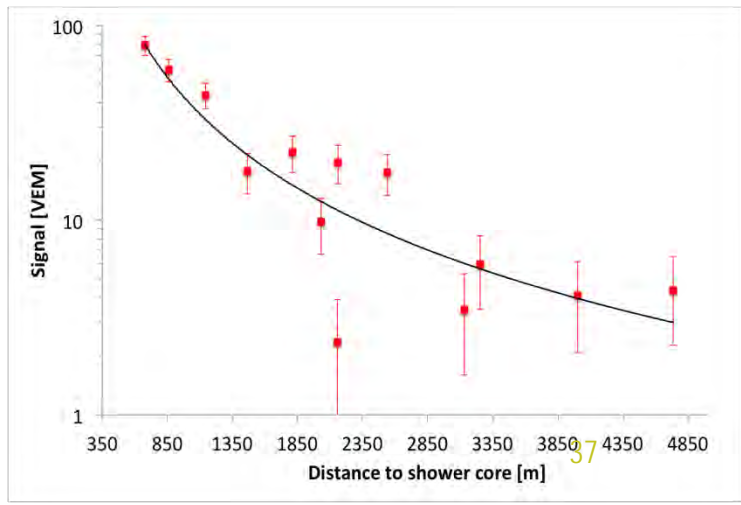
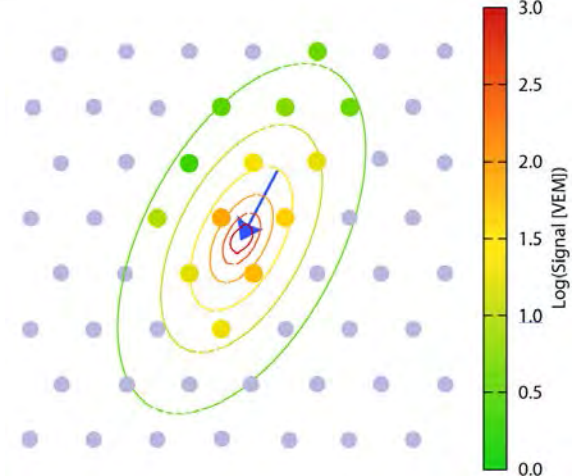
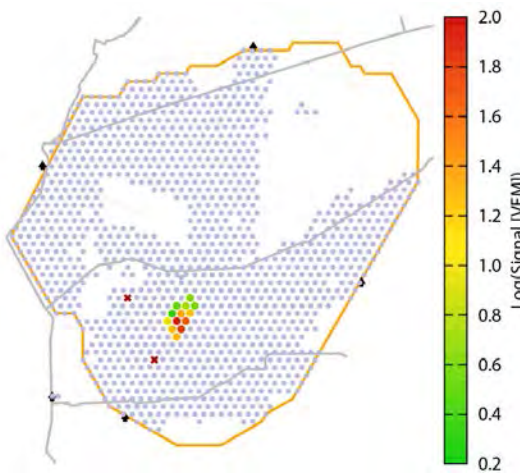


Impressum [astro.uni-wuppertal](#)

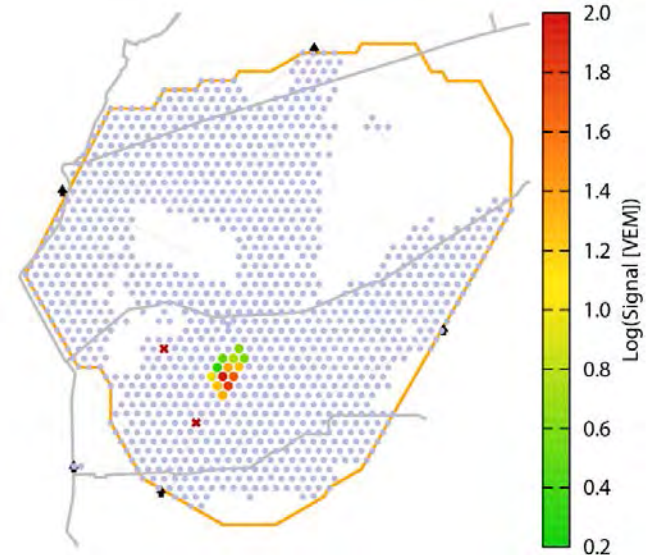
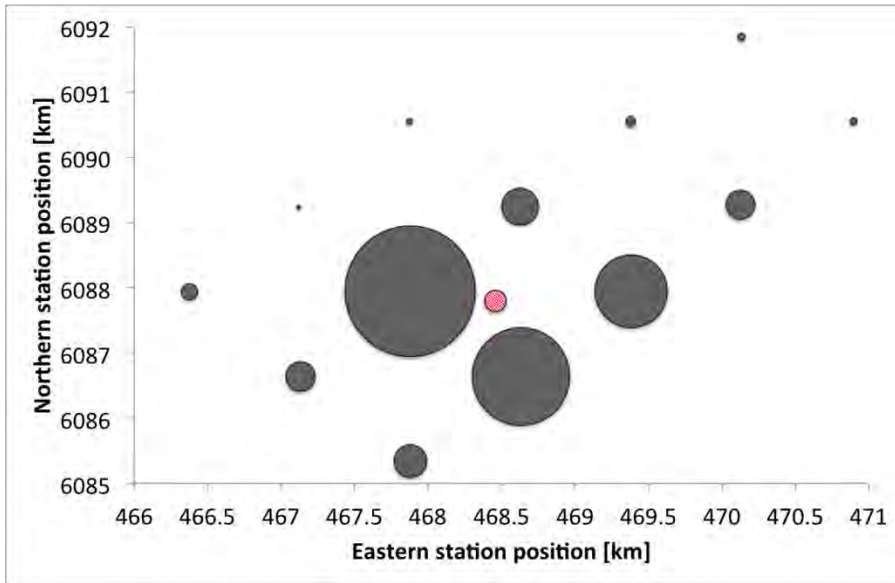
How do scientists get this information?

| Allgemeine Informationen | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Datum | 3330400 / Sun Apr 15 09:31:09 2007 |
| Anzahl Stationen | 13 |
| Energie | 9.7 ± 0.6 EeV |
| <u>Theta</u> | 59.2 ± 0.1 Grad |
| <u>Phi</u> | 62.2 ± 0.2 Grad |
| Krümmung | 21.2 ± 2.0 km |
| Ostkoordinate des Auftreffortes | 468352 ± 51 m |
| Nordkoordinate des Auftreffortes | 6087466 ± 58 m |
| Reduziertes <u>Chi</u> ² | 2.33 |

How does a scientist create these images?

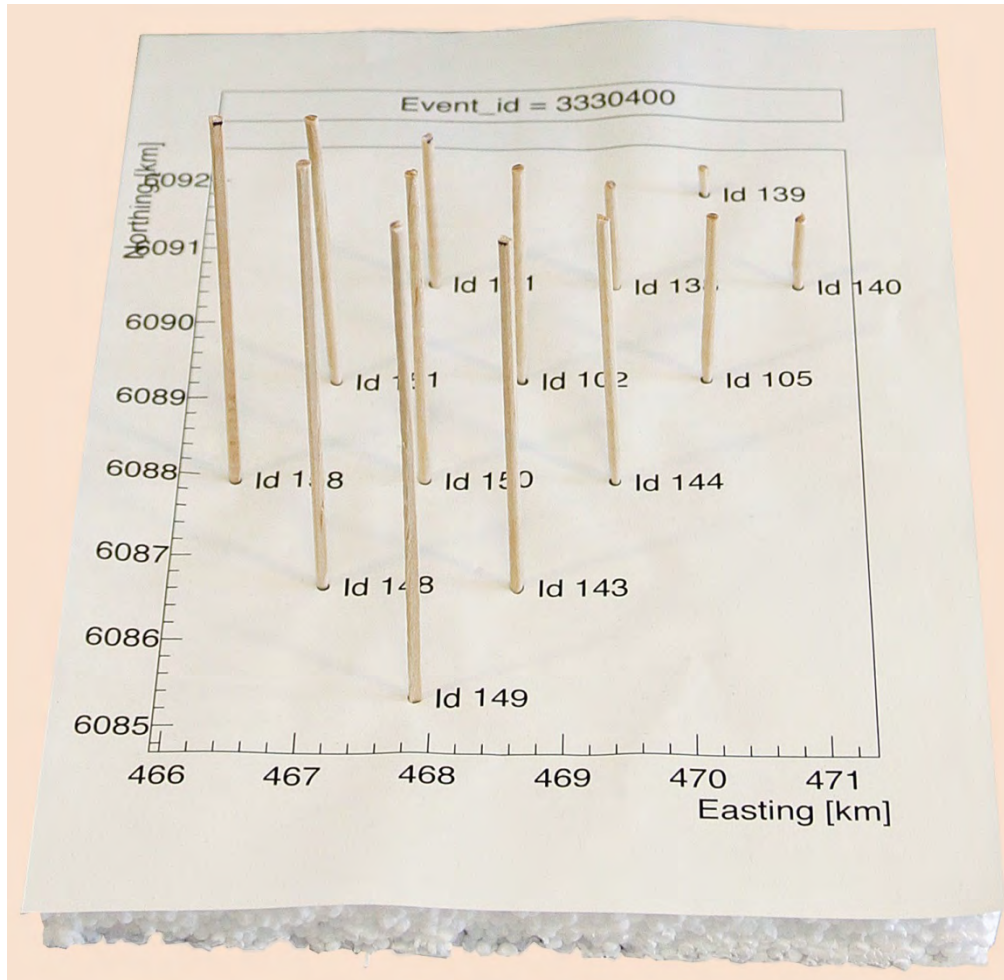


Impact Point of the Shower Core



| Allgemeine Informationen | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Datum | 3330400 / Sun Apr 15 09:31:09 2007 |
| Anzahl Stationen | 13 |
| Energie | 9.7 ± 0.6 EeV |
| <u>Theta</u> | 59.2 ± 0.1 Grad |
| <u>Phi</u> | 62.2 ± 0.2 Grad |
| Krümmung | 21.2 ± 2.0 km |
| Ostkoordinate des Auftreffortes | 468352 ± 51 m |
| Nordkoordinate des Auftreffortes | 6087466 ± 58 m |
| Reduziertes <u>Chi</u> ² | 2.33 |

Hands-on: Building a Model of Shower Front



Presentation at ICRC 2015


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

ASTROPARTICLE PHYSICS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

M. Krause^a, 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 Universität Erlangen-Nürnberg, Germany; ^c Laboratoire Leprince-Ringuet, Ecole Polytechnique, Palaiseau, France; ^d Bergische Universität Wuppertal, Germany; ^e DESY, Zeuthen, Germany; ^f Universität Erlangen-Nürnberg, Germany
Contact: maria.krause@desy.de


Netzwerk, Teilnehmend

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



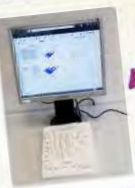
Astroparticle Masterclasses

- high school students get the chance to explore the fascinating world of astroparticle physics
- deliver insights into how scientists investigate nature
- highlight performance of measurements on real data (2.3) from an astroparticle physics experiment with current research methods (A.5)



Pierre Auger Observatory

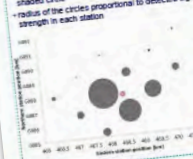
- located on Pampa Amarilla in Argentina
- consists of about 1600 water-Cherenkov particle detector stations covering an area of about 3000 km²
- addresses several unresolved questions about the spectrum, origin, composition, and interactions of cosmic particles with energies up to 10²⁰ eV [1]
- the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

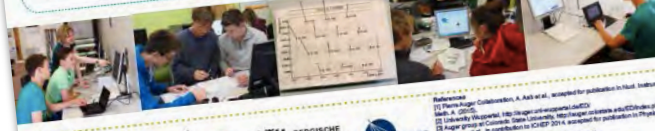
- reconstruction of the arrival direction
- exercise is an important tool to study mathematics in 3D
- rather: compute azimuth and zenith angle of arrival direction







Lateral Shower Profile

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





Published for the Pierre Auger Collaboration, A. Abul et al., accepted for publication in *Nucl. Instrum. Meth. A*, 2015.
 © Pierre Auger Collaboration, the Bergische Universität Wuppertal
 © University Wuppertal, the Bergische Universität Wuppertal
 © Engineering University of Applied Sciences, the University of Applied Sciences
 © P. Abul et al., 2015. All rights reserved. This article is intended solely for the personal use of the individual user and is not to be disseminated broadly.
 © 2015 by the Society of Physics Education, Inc. DOI: 10.1119/1.4914444
 This information can be found in the preprint <http://arxiv.org/abs/1508.03968>.


**PROCEEDINGS
OF SCIENCE**

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**
^a DESY
^b Platanenallee 6, 15738 Zeuthen, Germany
^c Universität Erlangen-Nürnberg, Physikalisches Institut
 Erwin-Rommel-Str. 1, 91058 Erlangen, Germany
^d Laboratoire Leprince-Ringuet, Ecole Polytechnique, CNRS/IN2P3
 91128 Palaiseau, France
^e Bergische 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

COSMIC@WEB

Das Webinterface von physik.begreifen in Zeuthen



- > online platform for evaluation of data from experiments that measure cosmic particles 24|7



Cosmic@Web – Data from Experiments



DESY, Zeuthen FS Polarstern Neumayer Station III

Trigger-Hodoskop

✓

CosMO-Mühle

✓

LiDO

✓

Szintillationszähler-Experiment

✓

✓

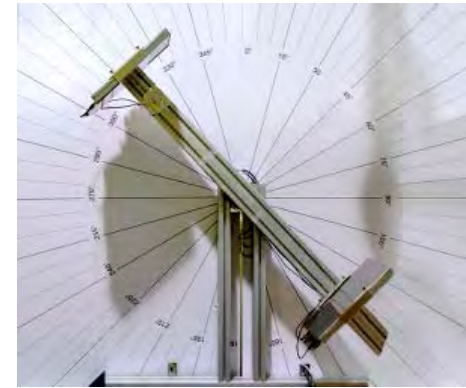
Neutronen-Monitor

✓

✓

Wetterdaten

✓





PHYSIK.BEGREIFEN
Schülerlabor in Zeuthen

HOME / Angebote / Kosmische Teilchen / Cosmic@Web / LIDO

AKTUELLES

ANGEBOTE

- Vakuumlabor
- Kosmische Teilchen**
- Grundlagen
- Schülerexperimente
- Cosmic@Web**
- Trigger-Hodoskop
- CosMO-Mühle

LIDO

- Polarstern-Projekt
- Neumayer Station III
- Wetterdaten Zeuthen
- Wiki
- Glossar
- Links
- Lehrerfortbildung

FOTOS

KONTAKT

WEITERE SCHÜLERLABORE

STUDENTEN JOBS

LINKS

PARTNER

SCHÜLERLABOR IN HAMBURG

Cosmic@Web

- Zur Datenauswertung
- Zum Wiki
- Kontakt

Weitere Angebote:

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

Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau besteht aus:

- > einem lichtdichter, 12 Liter Stahlbehälter,
- > 12 Liter Flüssigszintillator,
- > einem PMT,
- > einer Hochspannungsversorgung für den Photomultiplier,
- > einer DAO-Karte,
- > einem Computer zum Speichern der Daten.

Geladene Elementarteilchen, wie das Myon, erzeugen im Szintillator **Tscherenkov-Strahlung**, welche vom PMT registriert wird. Wenn ein Myon im Detektor gestoppt wird, in ein Elektron bzw. ein Positron und ein Neutrino. Bis auf das Neutrino sind alle diese Teilchen im LIDO detektierbar und werden für die Messung genutzt.

Datenstruktur

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

Mögliche Aufgabenstellungen

- > Die Bestimmung der mittleren Lebensdauer kosmischer Myonen.
- > Die Rate der Myonzerfälle kann in Abhängigkeit von der Zeit, dem Luftdruck und der Außentemperatur untersucht werden.

- > introduction pages
- > experiment descriptions
- > data descriptions
- > glossary
- > plotting tool

PHYSIK.BEGREIFEN

Schülerlabor in Zeuthen

HOME / Angebote / Kosmische Teilchen / Grundlagen / Einführung

Einführung kosmische Teilchen

Beim Auftreffen auf die Erdatmosphäre wechselwirken die kosmischen Teilchen mit den Atomen der Luft und erzeugen eine Vielzahl neuer Teilchen. Wir spüren oder sehen diese vielen verschiedenen Teilchen nicht, obwohl sie auch durch uns hindurchfliegen. Mittels spezieller Experimente ist es aber möglich, kosmische Teilchen zu messen und ihre Eigenschaften zu untersuchen.

Zum Beispiel wird die Energie von kosmischen Teilchen untersucht. Messungen haben ergeben, dass die kosmischen Himmelsboten verschiedene Energien besitzen. Diese können enorm hoch sein, bis zu 10 Millionen Mal höher als die Protonen, die am Large Hadron Collider (kurz: LHC) am CERN, dem größten von Menschen gebauten Teilchenbeschleuniger, beschleunigt werden. Astroteilchenphysiker versuchen zu verstehen, wie solch hohe Energien im Kosmos erzeugt werden können.

In der Physik wird die Vielzahl kosmischer Teilchen auch als kosmische Strahlung bezeichnet. Sie ist nun seit 100 Jahren entdeckt und doch sind viele grundlegende Fragen nur teilweise geklärt oder unbeantwortet. So wird auch nach den Quellen der kosmischen Teilchen und den Beschleunigungsmechanismen, welche solch hochenergetischen Teilchen erzeugen, geforscht. Unklar ist auch, wie sich die kosmischen Teilchen durch das Weltall ausbreiten und wo die Grenze der höchstmöglichen Teilchenenergien liegt.

- Weitere Angebote:
- » Besuchergruppen bei DESY
 - » Particle Physics Masterclass
 - » International Cosmic Day
 - » IceCube Masterclass

Mehr Wissen? Mehr Wissen!

Was ist primäre kosmische Strahlung und sekundäre kosmische Strahlung?

Aus welchen Teilchen setzt sich die primäre und sekundäre kosmische Strahlung zusammen? Wie groß sind die Anteile?

Welche Energien können primäre kosmische Teilchen besitzen?

Was für Teilchen werden am LHC am CERN beschleunigt? Wie hoch sind ihre Energien?

Informiere dich über den Aufbau der Atmosphäre!

In welcher Höhe finden die Wechselwirkungen der Primärteilchen mit den Luftmolekülen statt? Welche Prozesse sind dafür verantwortlich? Informiere dich über Zerfalls- und Wechselwirkungseigenschaften von Teilchen!

Welche Teilchen erreichen vorrangig die Erdoberfläche?

Weiterführende Links

- » Kosmische Strahlung – Boten aus dem All
Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf, von Schüler für Schüler



Introduction pages with basic knowledge:

- > 4 pages
- > basic questions about cosmic particles
- > literature references

PHYSIK.BEGREIFEN

Schülerlabor in Zeuthen

HOME / Angebote / Kosmische Teilchen / Cosmic@Web / LIDO

AKTUELLES

ANGEBOTE

- Vakuumlabor
- Kosmische Teilchen
 - Grundlagen
 - Schülerexperimente
 - Cosmic@Web
- Trigger-Hodoskop
- CosMO-Mühle
- LIDO
 - Polarstern-Projekt
 - Neumayer Station III
 - Wetterdaten Zeuthen
 - Wiki
 - Glossar
 - Links
- Lehrerfortbildung

FOTOS

KONTAKT

WEITERE SCHÜLERLABORE

STUDENTEN JOBS

LINKS

PARTNER

SCHÜLERLABOR IN HAMBURG

Cosmic@Web

- Zur Datenauswertung
- Zum Wiki
- Kontakt

Weitere Angebote:

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



LIDO (Liquid Scintillation Decay Observer) ist ein Experiment zur Messung der mittleren Lebensdauer kosmischer Myonen. Diese zerfallen, wenn sie gestoppt werden, in ein Elektron bzw. ein Positron und ein Neutrino. Bis auf das Neutrino sind alle diese Teilchen im LIDO detektierbar und werden für die Messung genutzt.

Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau besteht aus:

- > einem lichtdichten, 12 Liter Stahlbehälter,
- > 12 Liter Flüssigszintillator,
- > einem PMT,
- > einer Hochspannungsversorgung für den Photomultiplier,
- > einer DAO-Karte,
- > einem Computer zum Speichern der Daten.

Geladene Elementarteilchen, wie das Myon, erzeugen im Szintillator **Tscherenkov-Strahlung**, welche vom PMT registriert wird. Wenn ein Myon im Detektor gestoppt wird und zerfällt, dann erzeugt das Zerfallsteilchen Elektron oder Positron einen weiteren Lichtblitz. Zur Bestimmung der mittleren Lebensdauer von Myonen wird die Zeitdifferenz zwischen dem ersten Signal (Myon) und dem zweiten (Elektron oder Positron) gemessen. Dabei werden nur Ereignisse akzeptiert, bei denen die Zeitdifferenz zwischen den beiden Signalen kleiner als 20 Mikrosekunden ist. Die Darstellung der Häufigkeit solcher Ereignisse in Abhängigkeit von der Zeitdifferenz zwischen den Signalen eines Ereignisses erlaubt die Bestimmung der mittleren Lebensdauer.

Datenstruktur

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

Mögliche Aufgabenstellungen

- > Die Bestimmung der mittleren Lebensdauer kosmischer Myonen.
- > Die Rate der Myonzerfälle kann in Abhängigkeit von der Zeit, dem Luftdruck und der Außentemperatur untersucht werden.

For each experiment a descriptive page with:

- > experiment setup
- > image of the experimental setup
- > data structure
- > possible tasks

PHYSIK.BEGREIFEN

Schülerlabor in Zeuthen

HOME

AKTUELLES

ANGEBOTE

VakuuLabor

Kosmische Teilchen

Grundlagen

Schülerexperimente

Cosmic@Web

Trigger-Hodoskop

CosMO-Mühle

LIDO

Polarstern-Projekt

Neumayer Station III

Wetterdaten Zeuthen

Wiki

Glossar

Links

Lehrerfortbildung

FOTOS

KONTAKT

WEITERE SCHÜLERLABORE

STUDENTEN JOBS

LINKS

PARTNER

SCHÜLERLABOR IN HAMBURG

Home / Angebote / Kosmische Teilchen / Cosmic@Web / LIDO

Datenstruktur von LIDO

| Bezeichnung Webinterface | Erklärung der Variablen | SI-Einheit | Beispiel |
|-----------------------------|-------------------------------------|---------------|-----------|
| time | UTC Zeit seit dem 1.1.2011 00:00:00 | Sekunden | 100097712 |
| p | Luftdruck | hPa | 1028.8 |
| T | Temperatur | Grad Celsius | 13.4 |
| delta_t | Zeit-Differenz | Mikrosekunden | 1.77625 |

Zeitumrechnung

Die in dem Datensatz enthaltene Variable "time" gibt die Zeit als Sekunden seit dem 1. Januar 2011 um 00:00 Uhr (UTC) an. Diese Angabe kann, wie im Folgenden gezeigt wird, in eine gewohnte Zeitangabe aus Datum und Uhrzeit umgerechnet werden. Zunächst braucht man den Umrechnungsfaktor aller Größen in Sekunden:

1 Minute = 60 Sekunden
 1 Stunde = 60 Minuten = 3600 Sekunden
 1 Tag = 24 Stunden = 86400 Sekunden
 1 Jahr = 365 Tage = 31536000 Sekunden

Damit kann durch schrittweises Anwenden der ganzzahligen Division das Datum bestimmt werden, wobei von großen zu kleinen Einheiten gearbeitet wird. Nehmen wir das Beispiel time = 100097712 s und bestimmen zunächst das Jahr:

$100097712 : 31536000 = 3 \text{ Rest } 5489712$

Es sind also drei ganze Jahre seit Beginn der Zählung vergangen. Unser Beispielswert gibt demnach einen Zeitpunkt in 2014 an. Aus dem Restwert wird der genaue Tag berechnet. **Aber Achtung!** Zwischen 2011 und 2014 lag ein Schaltjahr, d.h. vom Restwert muss noch ein Tag abgezogen werden, denn wir haben zuvor nur mit 365 Tagen pro Jahr gerechnet. Der Tag berechnet sich also wie folgt:

$(5489712 - 86400) : 86400 = 62 \text{ Rest } 46512$

Es sind 62 Tage seit Jahresbeginn vergangen. Da die Tage im Kalender mit 1 anfangen und nicht mit 0 suchen wir den 63. Kalendertag. Das ist 2014 der 4. März. Berechnen wir nun analog die Uhrzeit:

$46512 : 3600 = 12 \text{ Rest } 3312$

$3312 : 60 = 55 \text{ Rest } 12$

Damit ist nun auch die Uhrzeit bestimmt und wir stellen fest, time = 100097712 s entspricht der (UTC) Zeit:

4. März 2014 um 12:55:12 Uhr.

Data structure for each experiment is explained:

- > time: in seconds since 1.1.2004 or 1.1.2011
- > muon rate per hour
- > air pressure
- > latitude and longitude
- > time difference in decay of muon
- > etc.



PHYSIK.BEGREIFEN
Schülerlabor in Zeuthen

HOME / Angebote / Kosmische Teilchen / Cosmic@Web / Wiki

Cosmic@Web Anleitung

Willkommen beim Wiki, der Anleitung zu Cosmic@Web. Hier findest du Erläuterungen zu den Einstellungsmöglichkeiten und nützliche Tipps. Eine Beschreibung der Experimente, deren Daten über Cosmic@Web zur Auswertung bereitgestellt werden, findest du auf der [Hauptseite](#). Um dich leichter zurecht zu finden, empfehlen wir die Anleitung und Cosmic@Web in zwei gesonderten Fenster deines Webbrowsers zu öffnen und nebeneinander auf deinem Bildschirm zu platzieren.

Inhaltsverzeichnis

Einstellungen für das Diagramm

- Einstellungsmodi
- Datenreihe
- Datenauswahl
- Datenanalyse
- Darstellungsoption
- Diagrammoption
- Achsen
- Legende

Diagramm

Plot

- Einstellungen dieses Plots
- Diesen Plot auf einer Webseite einbinden

Gespeicherte Diagramme

- Einstellungen laden
- Sessioneinstellungen

Einstellungen für das Diagramm

Einstellungsmodi

Cosmic@Web bietet seinen Nutzern zwei Einstellungsmodi an, die verschieden viele Einstellungsmöglichkeiten bieten.

Der Modus *Standard* ermöglicht einen leichten und schnellen Einstieg, indem es die Einstellungsmöglichkeiten auf das Wesentliche reduziert. Wähle diesen Modus, wenn du neu bei Cosmic@Web bist oder eine schnelle Analyse durchführen möchtest.

Wenn du dich schon auskennst, eine Analyse vertiefen möchtest oder die Darstellung des Diagramm deinen Ansprüchen anpassen möchtest, wähle den Modus *Erweitert*.

Mit Cosmic@Web können Daten verschiedener Experimente analysiert werden, um Fragen rund um das Thema kosmische Teilchen zu beantworten. Mit den Daten des *Neumayer-Projekts* (oben links) kann die Rate kosmischer Teilchen an den Polen untersucht werden. Das *Polarstern-Projekt* (oben rechts) misst kosmische Teilchen auf verschiedenen Breitengraden. Die Winkelabhängigkeit der Myonenrate wird mit der *CosMO-Mühle* (unten links) untersucht und mit *LIDO* (unten rechts) wird die Zerfallszeit von Myonen gemessen.

Standard

Instruction page explains:

- > the functions
- > the operation
- > different settings and options

PHYSIK.BEGREIFEN

Schülerlabor in Zeuthen



HOME / Angebote / Kosmische Teilchen / Glossar

Glossar

Alle · A · D · K · M · N · P · S · T · W · Z

T

Trigger

Als Trigger wird in der experimentellen Physik ein System bezeichnet, welches auf der Grundlage von definierten Kriterien Ereignisse filtert. Dadurch wird die Datenqualität erhöht und gleichzeitig die Datenmenge reduziert. Gerade bei Experimenten mit einer großen Ereignisrate, wie beispielsweise dem Large Hadron Collider, sind Trigger unerlässlich. Auch die Experimente von Cosmic@Web nutzen Träger mit Filterkriterien, wie die [Koinzidenz](#) von Signalen mehrerer Detektoren, um Fehlsignale zu unterdrücken.

Mehr Informationen findest du im [Wikipedia-Artikel](#) zu diesem Thema.

Tscherenkow-Strahlung

Tscherenkow-Strahlung ist das nach dem Entdecker des Phänomens benannte Licht, das durch hochenergetische, geladene Teilchen bei der Bewegung durch ein lichtdurchlässiges, elektrisch nicht leitendes Medium erzeugt wird. Moleküle in diesem Medium werden durch das passierende geladene Teilchen polarisiert und emittieren auf Grund dessen Licht. Wegen der hohen Energie des geladen Teilchen bewegt es sich schneller als die Phasengeschwindigkeit von Licht in dem Medium. Aus diesem Grund bildet sich entlang seiner Bahn ein Lichtkegel aus von dem Licht der Moleküle, die das Teilchen polarisiert hat. Dies ist vergleichbar mit der Ausbreitung eines Machschen Kegels bei der Bewegung eines Körpers mit Überschallgeschwindigkeit. Das Emissionsmaximum von Tscherenkow-Strahlung liegt im UV-Bereich. Im sichtbaren Bereich kann man es beispielsweise als das typisch blaue Schimmern von Brennstoffkernen in den Wassertanks von Kernkraftwerken wahrnehmen, welches von den energiereichen, geladenen Teilchen aus den Zerfallsprozessen hervorgerufen wird.

Mehr Informationen findest du im [Wikipedia-Artikel](#) zu diesem Thema.

WEITERE ANGEBOTE:

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

Glossary:

- > reference function for technical terms

Cosmic@Web – References

- > http://physik-begreifen-zeuthen.desy.de/angebote/kosmische_teilchen/cosmic_web
- > <http://cosmicatweb.desy.de>
- > developer page:
<https://github.com/CosmicLab/DESYS/CosmicAtWeb>



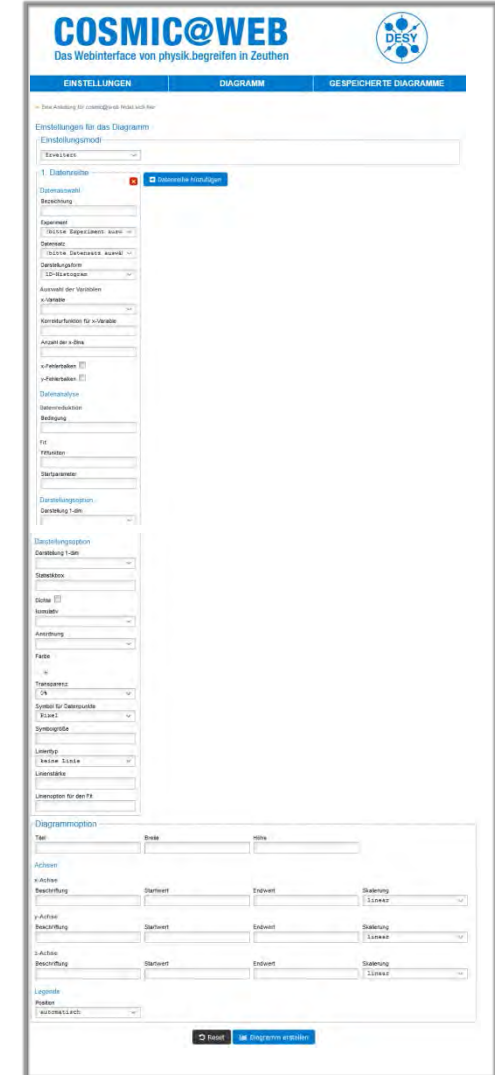
The screenshot displays the Cosmic@Web web interface. At the top, the logo "COSMIC@WEB" is prominently featured, with the tagline "Das Webinterface von physik.begreifen in Zeuthen" below it. To the right is the DESY logo. The interface is divided into three main sections: "EINSTELLUNGEN" (Settings), "DIAGRAMM" (Diagram), and "GESPEICHERTE DIAGRAMME" (Saved Diagrams). Below these sections, a message states: "Eine Anleitung für cosmic@web findet sich hier". The main content area is titled "Einstellungen für das Diagramm" (Settings for the Diagram). It includes an "Einstellungsmodi" (Settings mode) dropdown menu set to "Standard". Below this is a section for "1 Datenreihe" (1 Data Series), which contains a "Datenauswahl" (Data selection) panel. This panel includes dropdown menus for "Experiment" (set to "CosMO-Muehle"), "Datensatz" (set to "DS1_20160509-20160518"), "Darstellungsform" (set to "xy-Diagramm"), and "Auswahl der Variablen" (Variable selection). The variable selection includes "x-Variable" (set to "angle [deg]"), "y-Variable" (set to "mu_rate [1/h]"), and "z-Variable" (set to "optional"). A "Diagrammoption" (Diagram option) section includes a "Titel" (Title) input field and a "Legende" (Legend) section with a "Position" dropdown set to "automatisch". At the bottom of the interface, there are two buttons: "Reset" and "Diagramm erstellen" (Create Diagram).



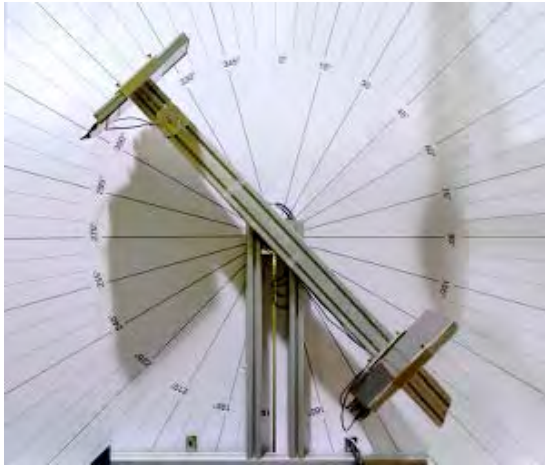
Cosmic@Web – Analyzing Data

> representation data in a diagram, two modi:

- **standard:** for first entry, "quick analysis" or overview
- **advanced:** for detailed analysis, data filters and adjustments in the display

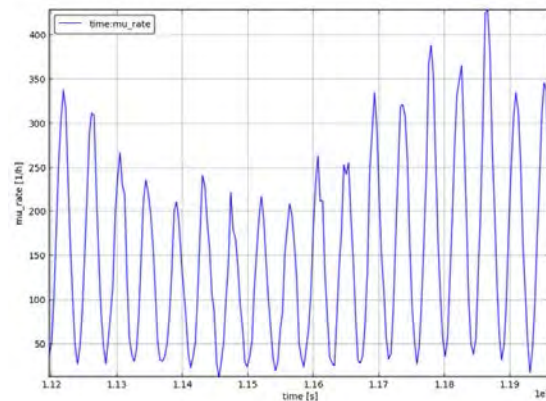


Cosmic@Web: Example CosMO-Mühle

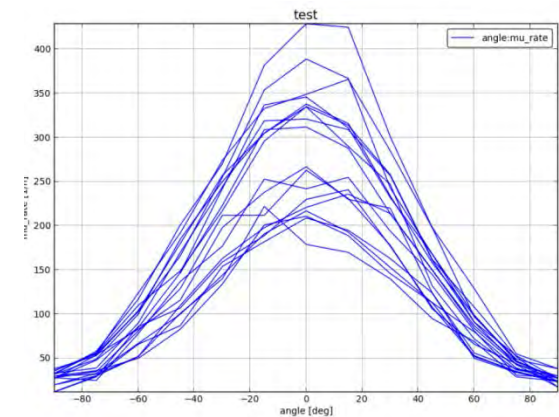


„CosMO-mill“:

- > investigation of the angular dependence (rate of measured muons as a function of angle)



rate over time



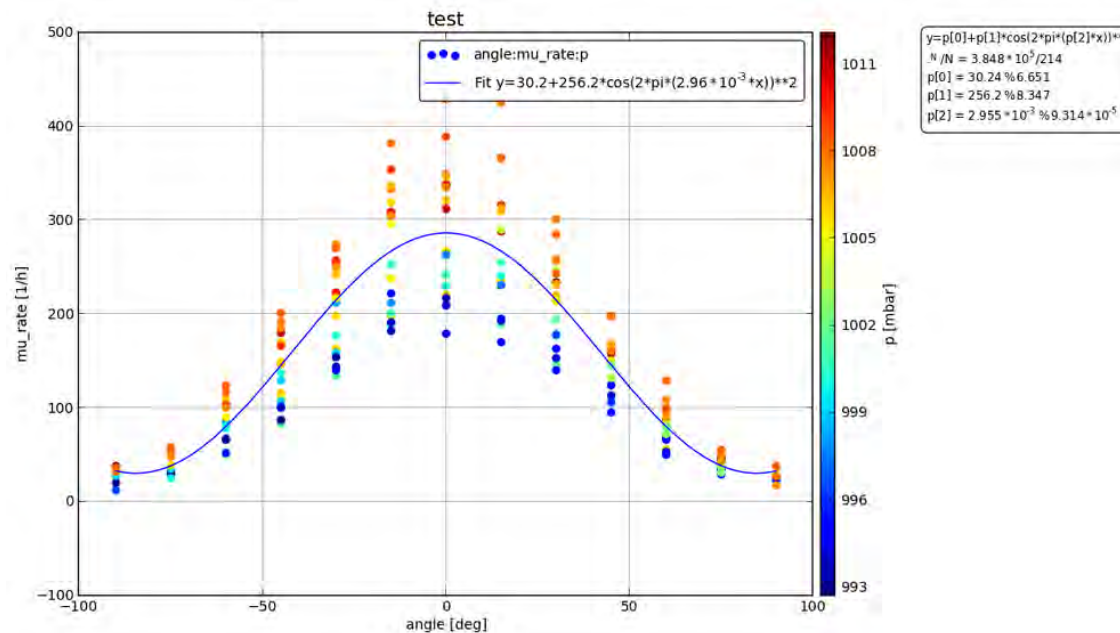
rate over angle

Cosmic@Web: Example CosMO-Mühle

> in advanced modus:

- many plotting options (point vs. curve)
- data cuts (e.g. one day)
- fitting (self-defined functions)

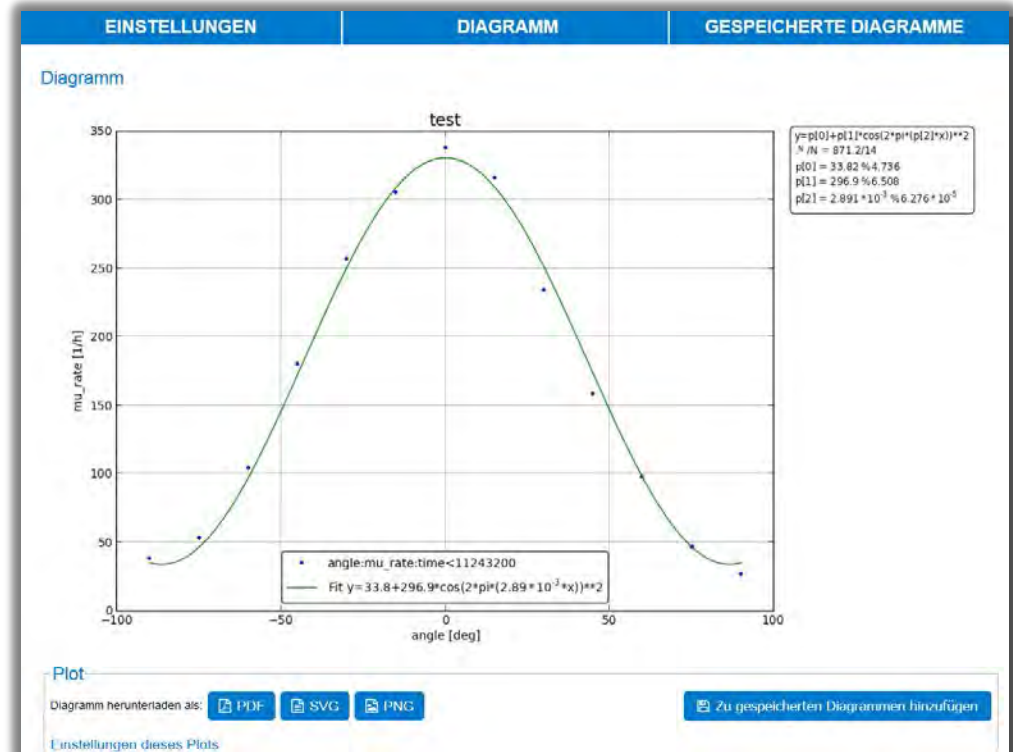
> investigation of further dependencies: e.g. air pressure



Save plot:

- > on server using session ID *
- > locally as an image file
- > locally as text file *
- > as HTML code for embedding web page

* settings for the diagram can be recalled and further edited

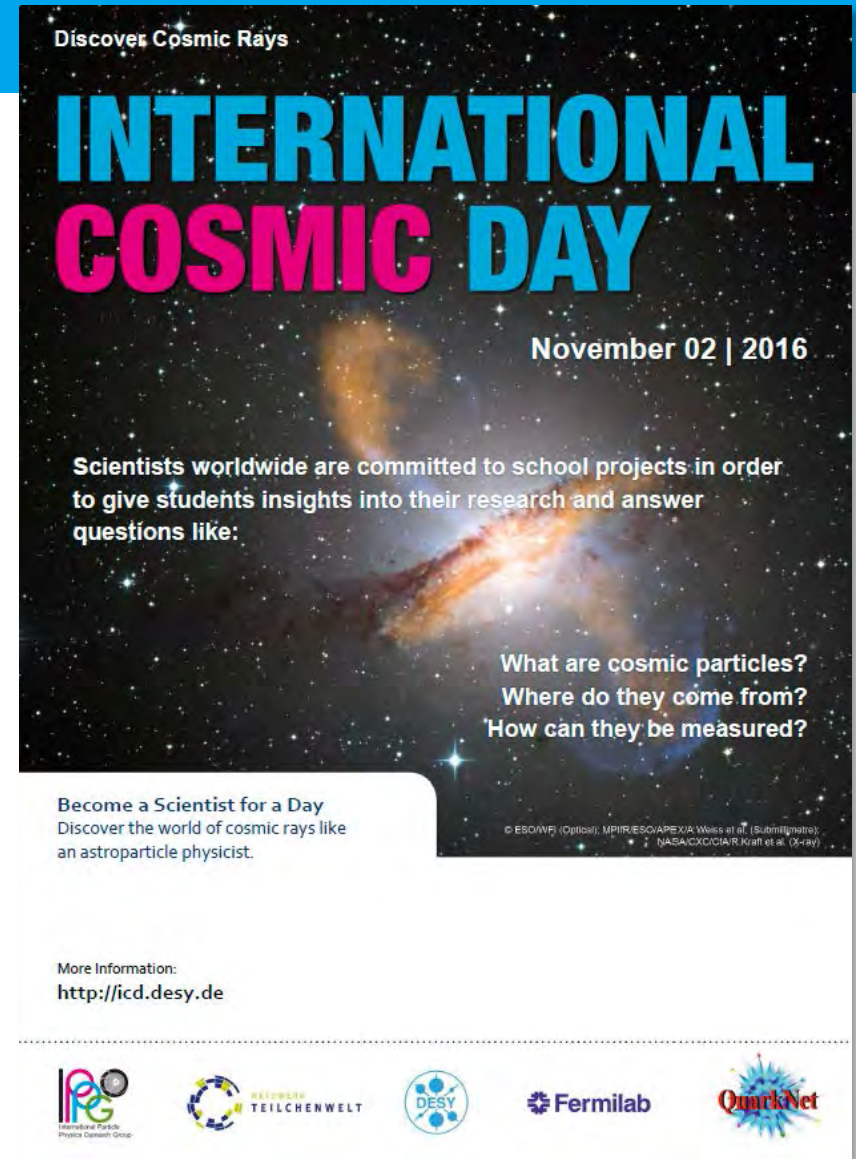


Outreach Activities on Cosmic Rays

1. Student Project: CosmicLab
2. National Network: Netzwerk Teilchenwelt
3. Experiments, Tools and Programs
 - Cloud Chamber
 - CosMO, Kamiokannen
 - Muonic
 - Auger and IceCube Masterclass
 - Cosmic@Web
4. International Cosmic Day

International Cosmic Day

- > brings together different astroparticle-physics outreach projects from all over the world
- > one day event, once a year (usually in November)
- > organized by DESY in cooperation with Netzwerk Teilchenwelt, IPPOG, QuarkNet, Fermilab and national partners like INFN
- > each group performs measurements with own detectors



Discover Cosmic Rays

INTERNATIONAL COSMIC DAY

November 02 | 2016

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.

More Information:
<http://icd.desy.de>

© ESO/VFP (Optical), MPIR/ESO/APEX/A Weiss et al. (Submillimetre), NASA/CXC/CIA/R Kraft et al. (X-ray)

IPPOG
International Particle Physics Outreach Group

Netzwerk
TEILCHENWELT

DESY

Fermilab

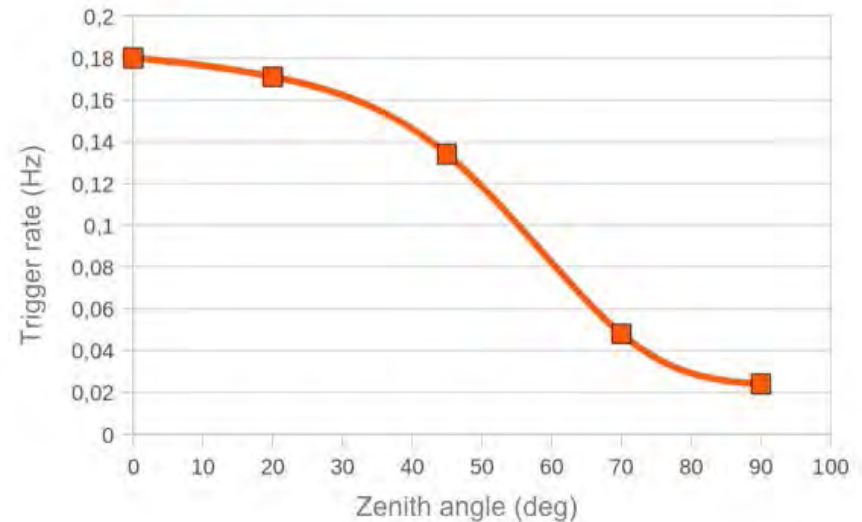
QuarkNet



International Cosmic Day – Schedule and Topic

Schedule:

- > introduction about cosmic rays
- > measuring cosmic particles
- > analyzing data
- > discussing results within the group and with other groups worldwide
 - zenith angle dependence of muon rate
- > presenting results in a conference booklet

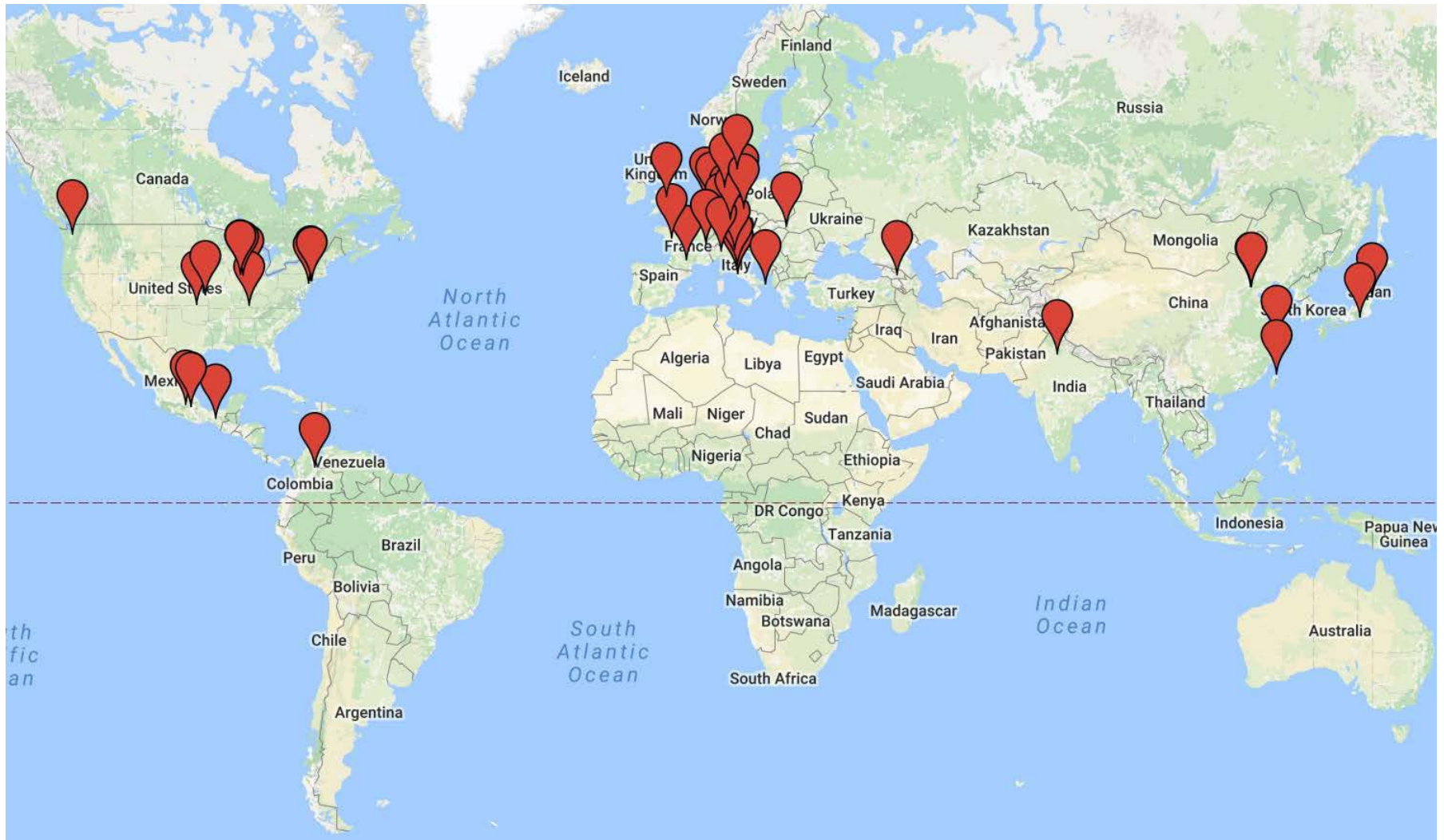


International Cosmic Day – Proceedings

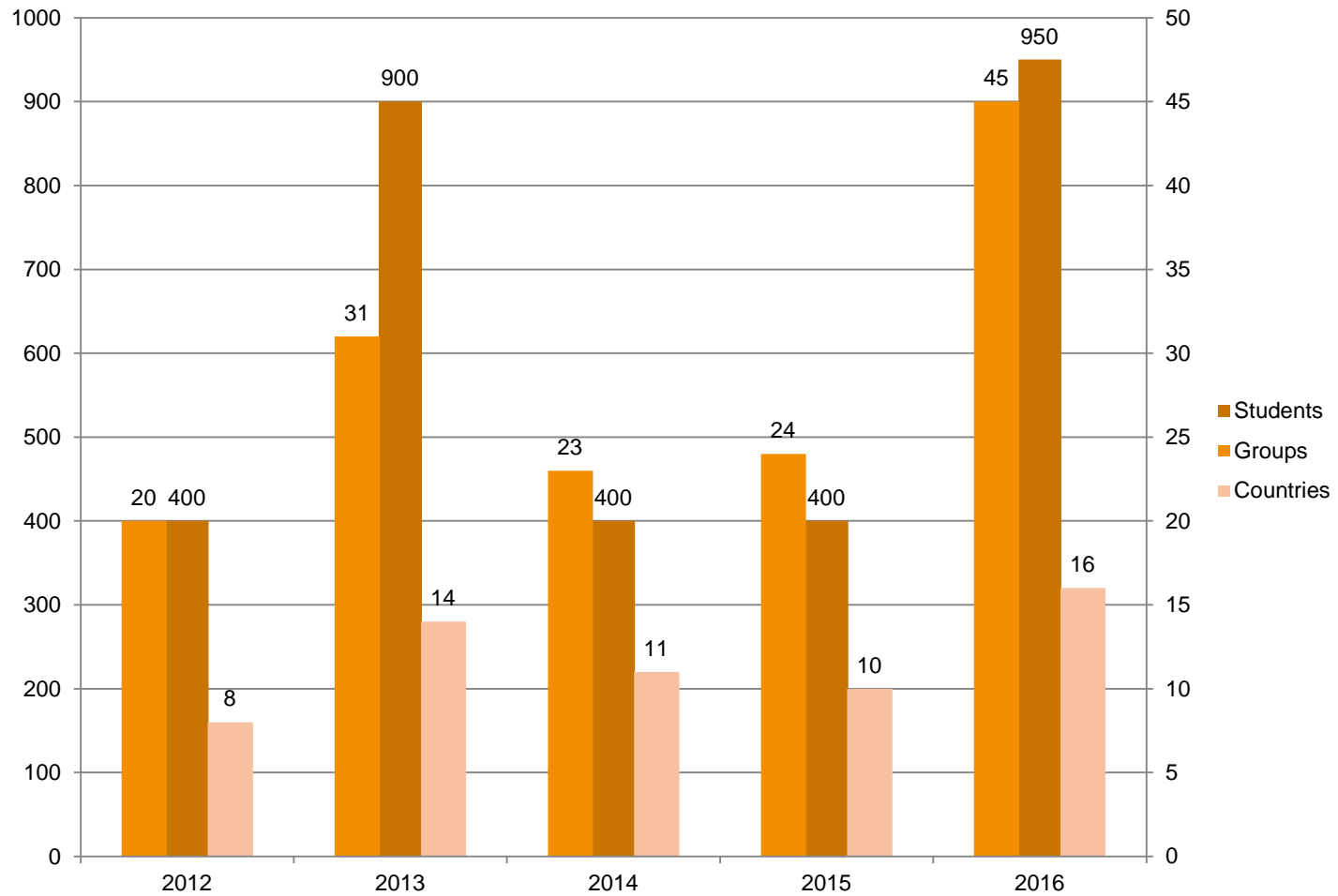
- > booklet with proceedings of all groups
- > participants receive an e-mail with certificate and booklet



Participants International Cosmic Day 2016

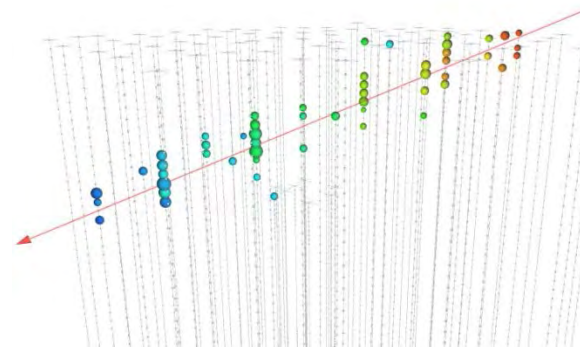
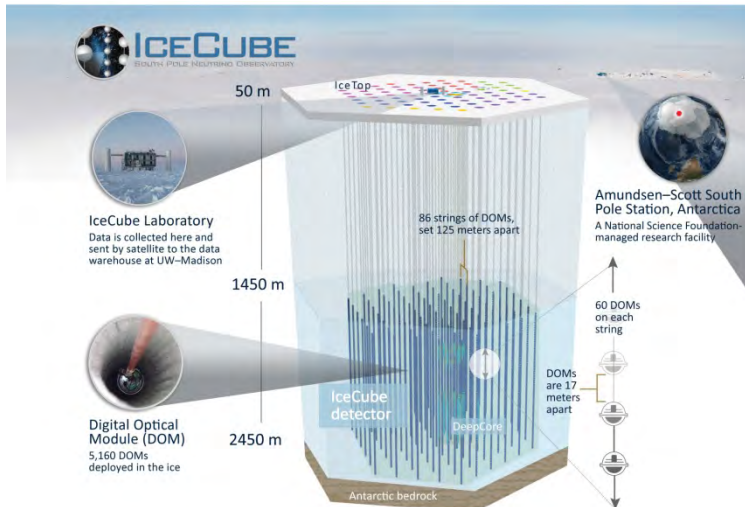
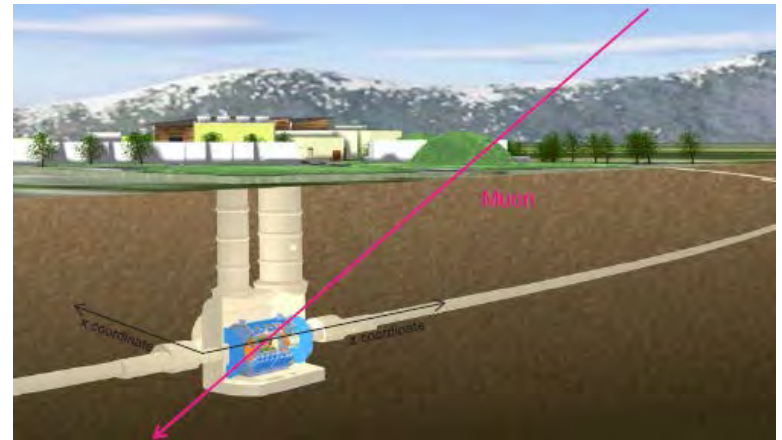
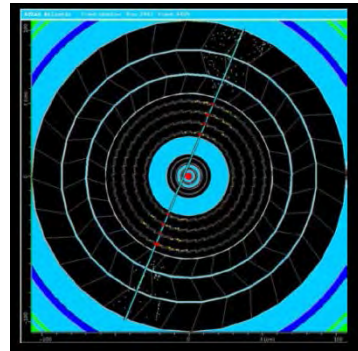


International Cosmic Day – Participants



ICD: ‚Exotic‘ experiments IceCube and ALTAS

- > analyze their data regarding the same question of zenith angle dependence like the other experiments and present their results to students



International Cosmic Day – Organization

for organization:

- > website <https://icd.desy.de>
- > registration webpage
- > agenda



Agenda 2016

Welcome to the International Cosmic Day (ICD) on November 02, 2016.

School groups from across the globe are getting together to ask questions like:

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

Many groups worldwide took part in previous ICDs. We are looking forward to an interesting [International Cosmic Day in 2016](#). School Groups of scientists, teachers, and students will meet for one day to learn about cosmic rays and carry out an experiment with secondary cosmic ray particles.

A novelty this year is the participation of scientists from the two renowned collaborations ATLAS and IceCube, who will analyze their data regarding the questions addressed by the International Cosmic Day.

This document includes guidelines for groups participating in the event. Institutions are free to implement these guidelines or plan their own events. For example, each institution can invite students or offer advanced training for teachers. Institutions can also choose if the event will be hosted at the school, university or other institution.

Participating groups receive:

- a placemark in a Google Map displaying the participating groups
- posters to announce the event
- a template for a press release
- certificates of participation for every student, teacher or organizer with an ICD booklet with all contributions after the event

We wish all participating groups an exciting ICD 2016!

Your ICD team



A screenshot of the International Cosmic Day website. The header features the title "INTERNATIONAL COSMIC DAY" in large blue and pink letters. Below the header is a navigation menu with links for HOME, PHYSICS, PROGRAM, PARTICIPATE, MAP, PROCEEDINGS, MEDIA, and FAQ. The main content area includes a "Welcome" section with the text "The 5th International Cosmic Day will take place on November 2, 2016." and a list of questions: "What are cosmic particles?", "Where do they come from?", and "How can they be measured?". There is also a "Contact" section with the email "icd(at)desy.de" and an "Organized by" section with the DESY logo. The "In cooperation with" section lists ATLAS, IceCube, and QuarkNet. The footer contains logos for IPE, TEILCHENWELT, DESY, Farmilab, and QuarkNet.



More Information and Contact...

www.teilchenwelt.de

http://physik-begreifen-zeuthen.desy.de/angebote/kosmische_teilchen

carolin.schwerdt@desy.de