

Astroteilchenphysik im Unterricht

Schülerexperimente zur Messung kosmischer Teilchen

Experimente bei DESY

Kamiokannen

QNet-Detektor

Trigger-Hodoskop

QNet-Detektor auf Weltreise

Zukünftige Internet-Experimente

Arbeitsthemen

Physik

Astrophysik

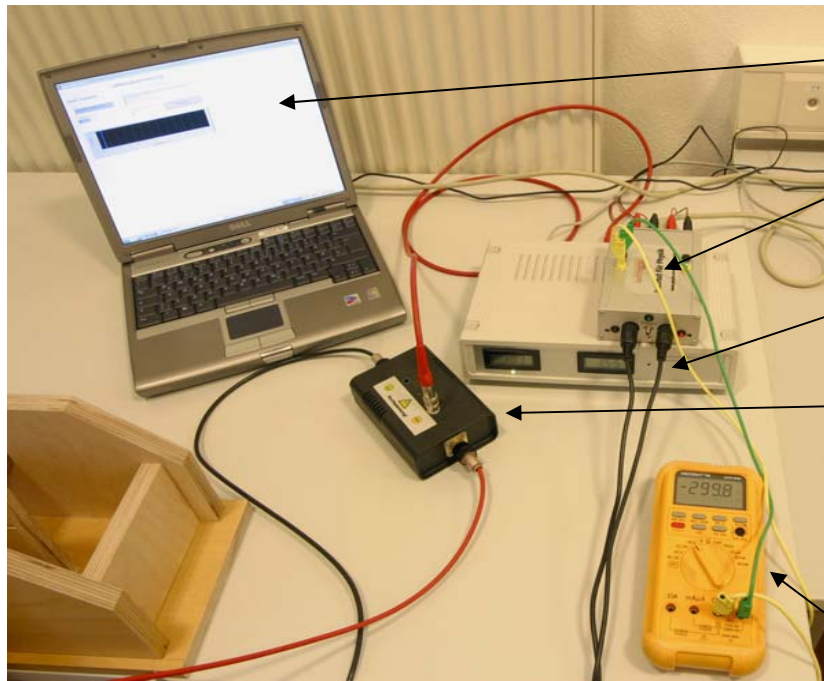
Statistik

Informatik

Geschichte



- Entwickelt: **Uni Mainz**
- Detektor: **Thermoskanne mit Wasser & Photomultiplier**
- Nachweis: **Cherenkov-Licht**,
relativistische geladene Teilchen erzeugen
in transparentem Medium blaues Licht.
- Photomultiplier (PMT): **Photoeffekt**,
Photon $\rightarrow$ Photoelektron,
Verstärkung Faktor $\sim 10^6$,
 $\rightarrow$ meßbares Signal
- Koinzidenz 2 Kannen: **Teilchenrichtung**



Notebook: Datennahme & Auswertung

Triggerboard: Signalverarbeitg

Hochspannungsversorgung

HV – Verteiler

2 Kamiokannen in Koinzidenz

Messung Schwellenspannung



- **Messungen:**

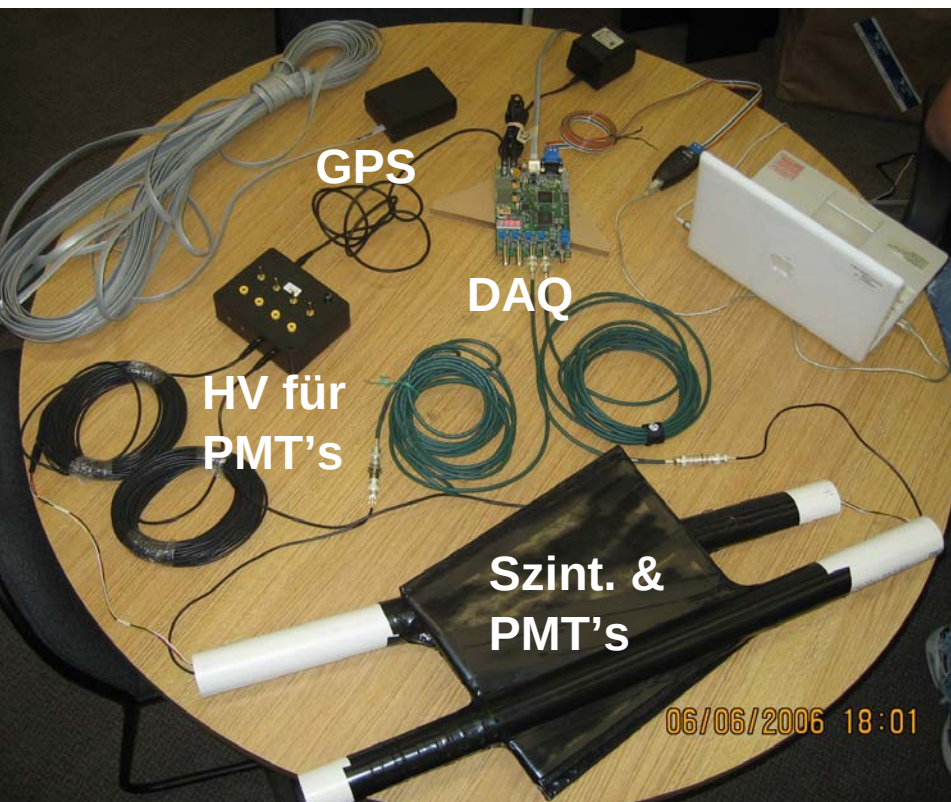
- Eichung** (Rate in Abh. von Hoch- u. Signalschwellenspannung)

- Rate in Abh. vom Winkel und vom Material zwischen Detektoren

- Lebensdauer** des Myons (allerdings ungenau)

- **Auswertung:** **Excel Tabellen**

- **Ausleihe:** ~14 Tage an Schulen möglich



- **Entwickelt:** Fermilab/USA
- **Detektor:** Szintillatoren & Photomultiplier
- **Nachweis:** Szintillations-Licht, geladene Teilchen regen spezielle Moleküle an, die in transparentem Kunststoff eingelagert sind, Szint.-Licht in < 10 nsec

- **Datennahme-Elektronik (DAQ):**
Verknüpfung von max. 4 PMT Signalen, Setzen der Signalschwellen und Triggerzeiten, Signalverstärkung & Digitalisierung
- **GPS:** Zeit- und Position
- **Software:** LabView oder spezielle LINUX Programme

- **Messungen:**

Eichmessungen

Teilchenrate

Teilchenschauer

Lebensdauer Myon

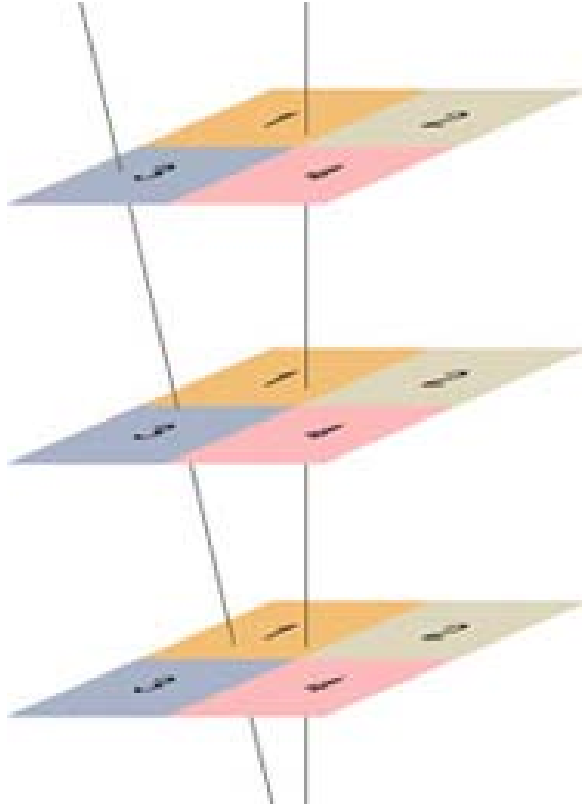
- **Auswertung:**

Excel

spezielle Linux Programme

Fermilab Webseite:

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

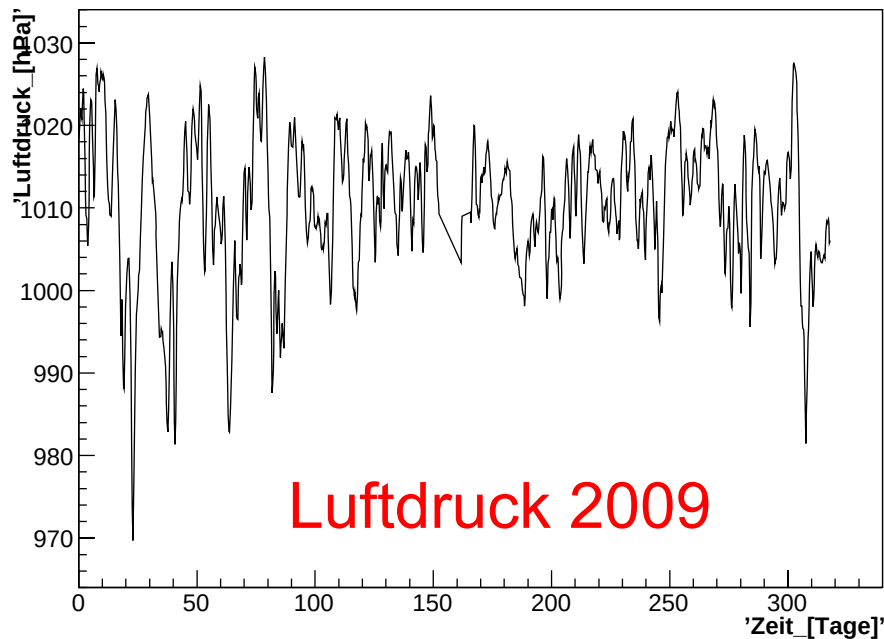


- **Detektor:**
3 Ebenen Szint.Zähler
jede Ebene 4 Segmente
- **Trigger-Bedingung:**
in jeder Ebene ≥ 1 Segment
- **Datennahme:**
seit 2004
- **Messungen:**
Teilchenrate
Teilchenschauer
Abhängigkeit vom Wetter
zeitliche Schwankungen
Sonnen-Eruptionen
Sonnen-Zyklus

- **Auswertung:** über Internetseite:

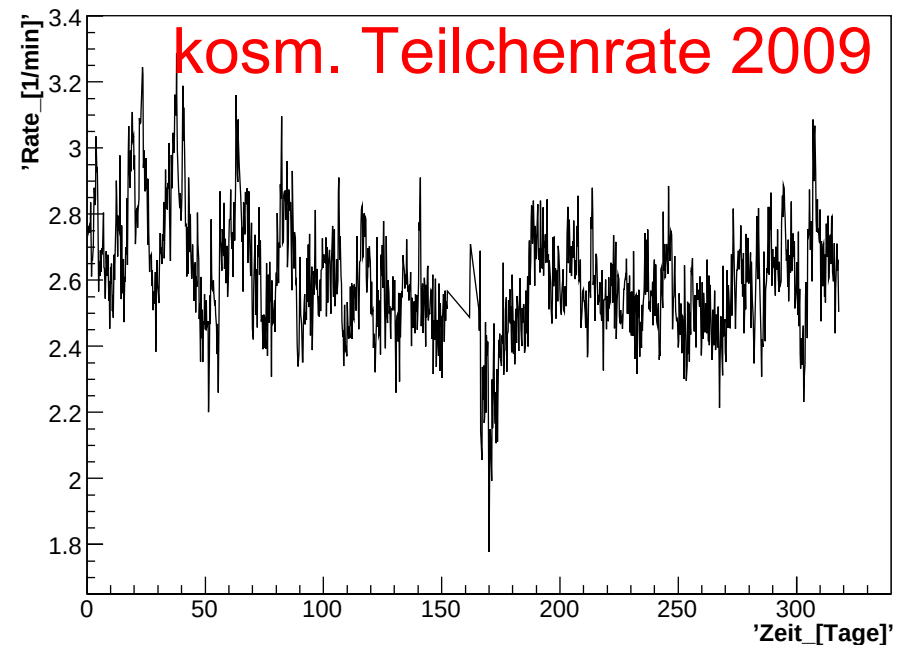
http://physik-begreifen-zeuthen.desy.de/angebote/kosmische_strahlung/schuelerexperimente/trigger/index_ger.html
<http://schlab.ifh.de/trigger>

pressure:time



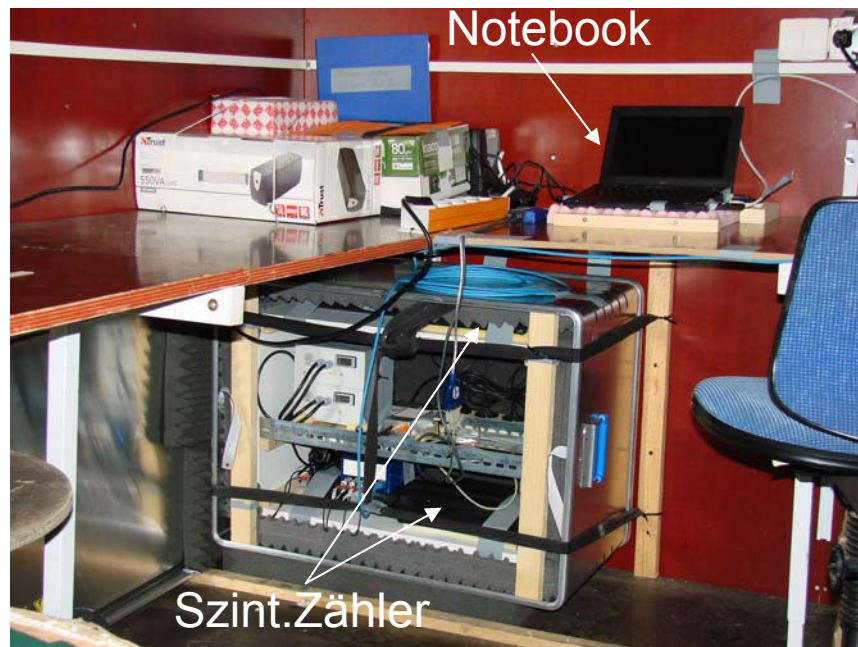
Sun Nov 15 20:50:27 2009

rate:time



Sun Nov 15 20:57:59 2009

Exp. bei DESY: Qnet - Detektor auf Weltreise



- **Detektor:**
2 Szintillations – Zähler
- **Installation:**
auf schwedischem Eisbrecher ODEN,
19.11. → McMurdo (im Jan. Eisrinne
freihalten), → Mitte April zurück
- **Datennahme:**
Teilchenrate,
GPS - Zeit, - Koordinaten,
Luftdruck, Temperatur,
Neigungswinkel Detektor
- **Speicher:**
SD-Karte, Memory-Stick, 32 GB
- **Datenübertragung:**
1 x pro Tag via Satellit

Exp. bei DESY: **Qnet - Detektor auf Weltreise**

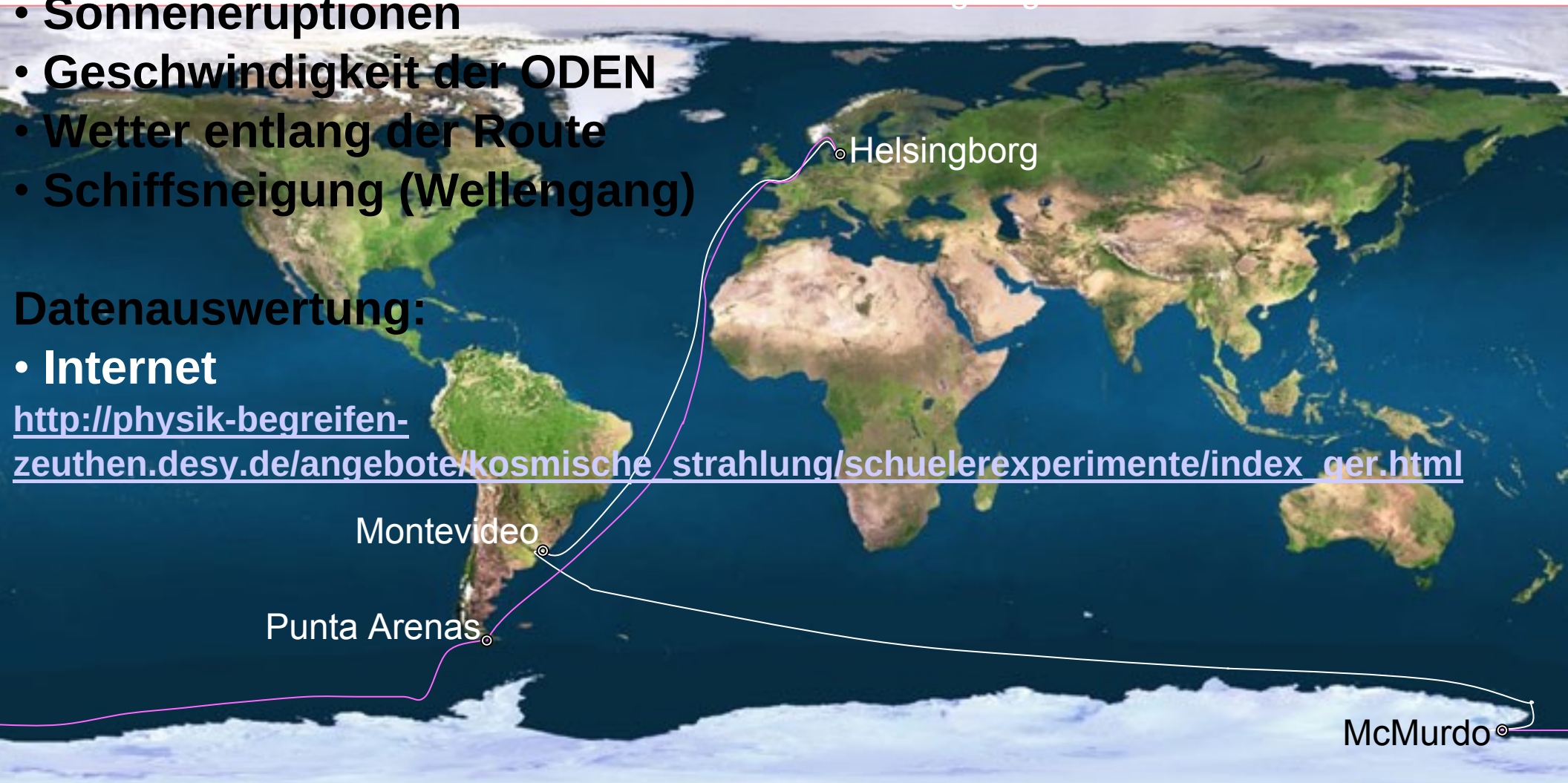
Mögliche Messungen:

- **geomagnetischer Effekt:**
Abnahme Rate niederenergetischer kosmischer Teilchen am Äquator,
Zunahme zu den Polen hin
- **Sonneneruptionen**
- **Geschwindigkeit der ODEN**
- **Wetter entlang der Route**
- **Schiffsneigung (Wellengang)**

Datenauswertung:

- **Internet**

http://physik-begreifen-zeuthen.desy.de/angebote/kosmische_strahlung/schuelerexperimente/index_ger.html



Exp. bei DESY: **Zukünftige Internet - Experimente**

Datennahme: kontinuierlich

Auswertung: Internetseite

Experimente geplant 2010:

- **kosm. Teilchen - "Mühle":**

Teilchenrate in Abhängigkeit
vom Winkel & Luftdruck
(0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 90°
Position mit Schrittmotor)

- **Lebensdauer Myon:**

Messung von 2 Signalen in $< 20 \mu\text{sec}$
mit Fermilab QNet Datennahme-
Elektronik

- **Fortsetzung ODEN Exp.:**

Installation Detektor auf Polarstern



Elementarteilchen:

- Komponenten der kosmischen Strahlung:
Proton, leichte Kerne, Elektron, Positron,
Myon, Pion, Kaon (Teilchen-Zerfälle)
- Masterclasses, Elementarteilchen-Physik am LHC:

15.02.10 - 05.03.10

<http://www.physicsmasterclasses.org/mc.htm>

Physikalische Effekte – Detektoren:

- Ionisation von Atomen (Nebelkammer, Geiger-Müller Zähler)
- Photo-Effekt (Photomultiplier)
- Szintillations-Licht (schnelle Teilchen-Detektoren)
- Cherenkov-Effekt (Nachweis geladener Teilchen
in Wasser, Eis, Luft, Gas)

Spezielle Relativitätstheorie:

- Messung Lebensdauer Myon
- Funktion von GPS

Moderne Experimente in Astroteilchenphysik:

- Auger (höchstenergetische Protonen, Kerne)
- H.E.S.S. & MAGIC (hochenergetische Gammastrahlung)
- IceCube (hochenergetische Neutrinos)

Durchführung / Auswertung der Schüler-Exp.:

- Beschreibung, Auswertung der Ergebnisse
- Darstellung: Präsentation, Facharbeit, Webseite, Poster

Quellen kosmischer Strahlung (niederenergetisch)

- Sonne:
Photonen, Protonen, Neutrinos
Sonnenwind, Sonneneruptionen, Sonnenwetter
geomagnetischer Cut-off
- Supernovae:
Neutrinos

Hochenergetische kosmische Beschleuniger:

- Pulsare
- Supernovareste
- aktive galaktische Kerne
- Messung verschiedener Botenteilchen
Licht, Gammastrahlung, geladene Teilchen, Neutrinos

Statistische Methoden:

- Auswertung der Messungen:
Mittelwerte, statistische & systematische Fehler
- Excel Programm
- ROOT Programm (CERN)

Informatik / Programmierung:

- Einführung und Programmierung mit C++
- “ “ “ “ Python
- Einlesen, Bearbeiten von Datenfiles

Entdeckung der kosmischen Strahlung:

Kosmische Teilchen – Elementarteilchen:

Detektoren / Experimente zur Messung kosmischer Teilchen

Nobelpreise:

- zu kosmischen Teilchen
- zu Elementarteilchen-Physik
- zu Astrophysik

Projektarbeiten bei DESY

Praktika:

- 14 Tage, in einigen Fällen 6 Wochen
- optimal 2 Schüler zusammen (ab 9. Kl.)
- 2009: 17 Schüler
- Kennenlernen: Werkstätten, Rechenzentrum, PITZ- Beschleuniger

5. Prüfungskomponente / Besondere Lernleistung:

- 1 – 4 Schüler,
- Oktober – May, 1 Woche bei DESY, monatliche Konsultation
- Beurteilung der Abschlussarbeit durch DESY,
- Verteidigung (Präsentation) in der Schule

Beispiele Projektarbeiten:

http://physik-begreifen-zeuthen.desy.de/angebote/kosmische_strahlung/projektarbeiten/index_ger.html

Didaktik:

- bei DESY in Zeuthen nicht vorhanden
- in HH abgeordneter Lehrer
- Zusammenarbeit bei Themen gewünscht

Doktorand gesucht:

- Technisches Doktorandenprogramm für deutsche Doktoranden am CERN (Wolfgang-Gentner-Stipendien)
<https://hr-recruit.web.cern.ch/hr-recruit/students/german-doct.asp>
- Betreuung Didaktik durch Prof. Th.Trefzger (Würzburg)
- Betreuung fachlich durch DESY und CERN