



DETECTORS

DEMONSTRATION EXPERIMENT WITH THERMAL CANS TO MEASURE COSMIC RAY AIR SHOWERS

Michael Hammer, Universität Karlsruhe, Germany
(Bei Fragen und Anregungen: Michael.Hammer@ik.fzk.de)

Forschungszentrum
Karlsruhe

Institut für
Kernphysik

1. Was ist DETECTORS ?



ABB. 1: Wasser-Čerenkov-Detektor 1: Verkleidung; 2: Wasserbehälter; 3: Photomultiplier im Schraubverschluss; 4: kompletter Detektor

Das Experimentier-Paket DETECTORS

- besteht aus 3 Thermoskannen, die mit Wasser gefüllt sind und mit einem Photomultiplier ausgelesen werden \Rightarrow Wasser-Čerenkov-Detektoren
- ermöglicht Demonstrationsexperimente zum Nachweis einzelner Teilchen der kosmischen Strahlung und ausgedehnter Luftschauer
- enthält verschiedene Elektronik-Boxen zur Signalverarbeitung und Energieversorgung
- ist leicht transportfähig und mobil einsetzbar

2. Was will DETECTORS ?



ABB. 2: Komplettpaket DETECTORS mit Detektoren und Elektronik-Boxen

DETECTORS soll im Physikunterricht der Oberstufe eingesetzt werden.

- Kosmische Strahlung kann bereichsübergreifend bei folgenden Themen behandelt werden:
 - Kosmologie
 - Elementarteilchenphysik
 - Luftschauerphysik
 - Statistik
 - Schülerinnen und Schüler können mit DETECTORS vor Ort selbst Experimente zu diesen Themen durchführen
- Schülerinnen und Schüler können so mit eigenen Experimenten Physik betreiben. Der Physikunterricht wird dadurch
- forschungsorientiert und zukunftsweisend
 - schülergerecht und zeitgemäß
 - alltagsnah und spannend

3. Was misst DETECTORS ?



ABB. 3: Luftschauermessung mit DETECTORS

Die Detektoren sind sensitiv für

- Myonen und Elektronen über den Čerenkov-Effekt
- Gammaquanten über Compton-Effekt und Paarbildung, da die entstehenden Elektronen Čerenkov-Strahlung emittieren
- Luftschauer durch Koinzidenzmessungen, d.h. Teilchen in allen Detektoren gleichzeitig

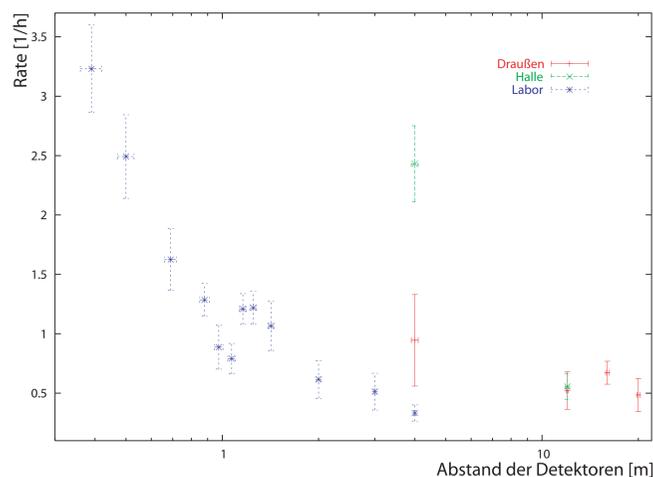


ABB. 4: Messung: Rate von Dreifach-Koinzidenzen bei variiertem Detektorabstand

4. Was ist ein Luftschauer ?

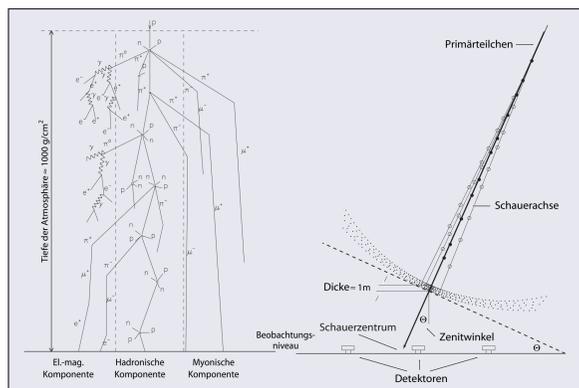


ABB. 5: Schematische Darstellung eines ausgedehnten Luftschauers

Ausgedehnte Luftschauer

- werden durch hochenergetische Teilchen der kosmischen Strahlung ausgelöst, wenn diese auf die Atmosphäre treffen
- beginnen in den obersten Schichten der Atmosphäre
- Es entstehen hauptsächlich durch starke und schwache Wechselwirkung hunderttausende neue Teilchen
- Diese erreichen den Erdboden praktisch gleichzeitig und fast mit Lichtgeschwindigkeit

5. Simulation von DETECTORS

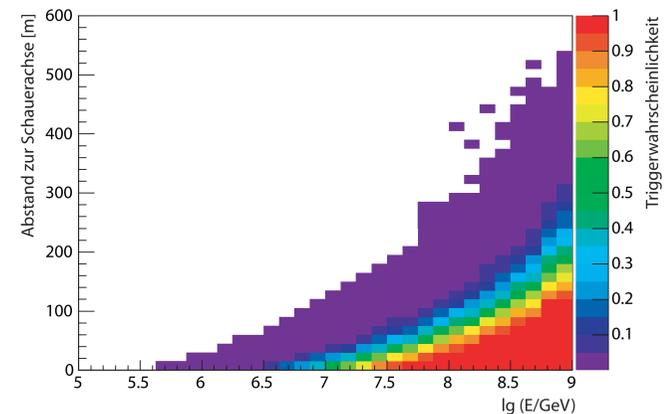


ABB. 6: Simulation: Triggerwahrscheinlichkeit bei 20m Abstand der Detektoren

Luftschauermessungen mit DETECTORS durch Dreifach-Koinzidenzen wurden mit Hilfe des Paketes CORSIKA (COsmic Ray SIMulation for KASCADE) simuliert. Es ergaben sich folgende Erkenntnisse:

- DETECTORS ist sensitiver auf leichte Primärteilchen wie Protonen als für schwere wie Eisenkerne
- bei verschiedenen Abständen der Detektoren variiert die Koinzidenzrate
- DETECTORS ist auf Meereshöhe empfindlich im Primärenergiebereich ab etwa $E \geq 10^{15} \text{ eV}$ (je nach Abstand der Detektoren)
- Ergebnisse der Simulation und der Messung stimmen gut überein

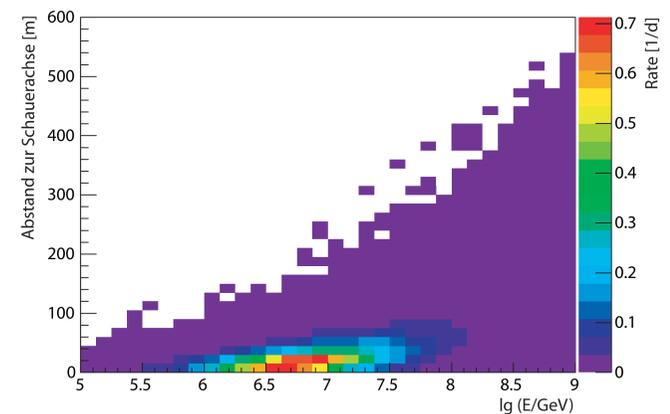


ABB. 7: Simulation: Anteil an der Zählrate bei 20m Abstand der Detektoren

6. Was ist noch möglich ?

DETECTORS ermöglicht außerdem:

- Messung des Durchdringungsvermögens der kosmischen Strahlung
- Nachweis einer Poissonverteilung der Sekundärteilchen
- Messung der mittleren Lebensdauer von Myonen
- Anbindung an einen Computer zur Datenaufnahme

Literatur

- [1] M. Hammer; *Demonstrationsexperimente zur kosmischen Strahlung*, Staatsexamensarbeit, Karlsruhe 2005
- [2] D. Heck et al.; *Report FZKA 6019*, Forschungszentrum Karlsruhe 1998
- [3] M. Klein; *Kosmische Myonen: Schulversuche zur Höhenstrahlung*, Staatsexamensarbeit, Mainz 2000
- [4] H. Mühry; PdN - Physik in der Schule: *Wie man Myonen einfängt und ihre Lebensdauer misst*, 51 4, Köln 2002