

# Schule für Astroteilchenphysik Obertrubach-Bärnfels 2006

## ***Optimierungen an der dritten Triggersufe der Fluoreszenzteleskope am Pierre-Auger-Observatorium***

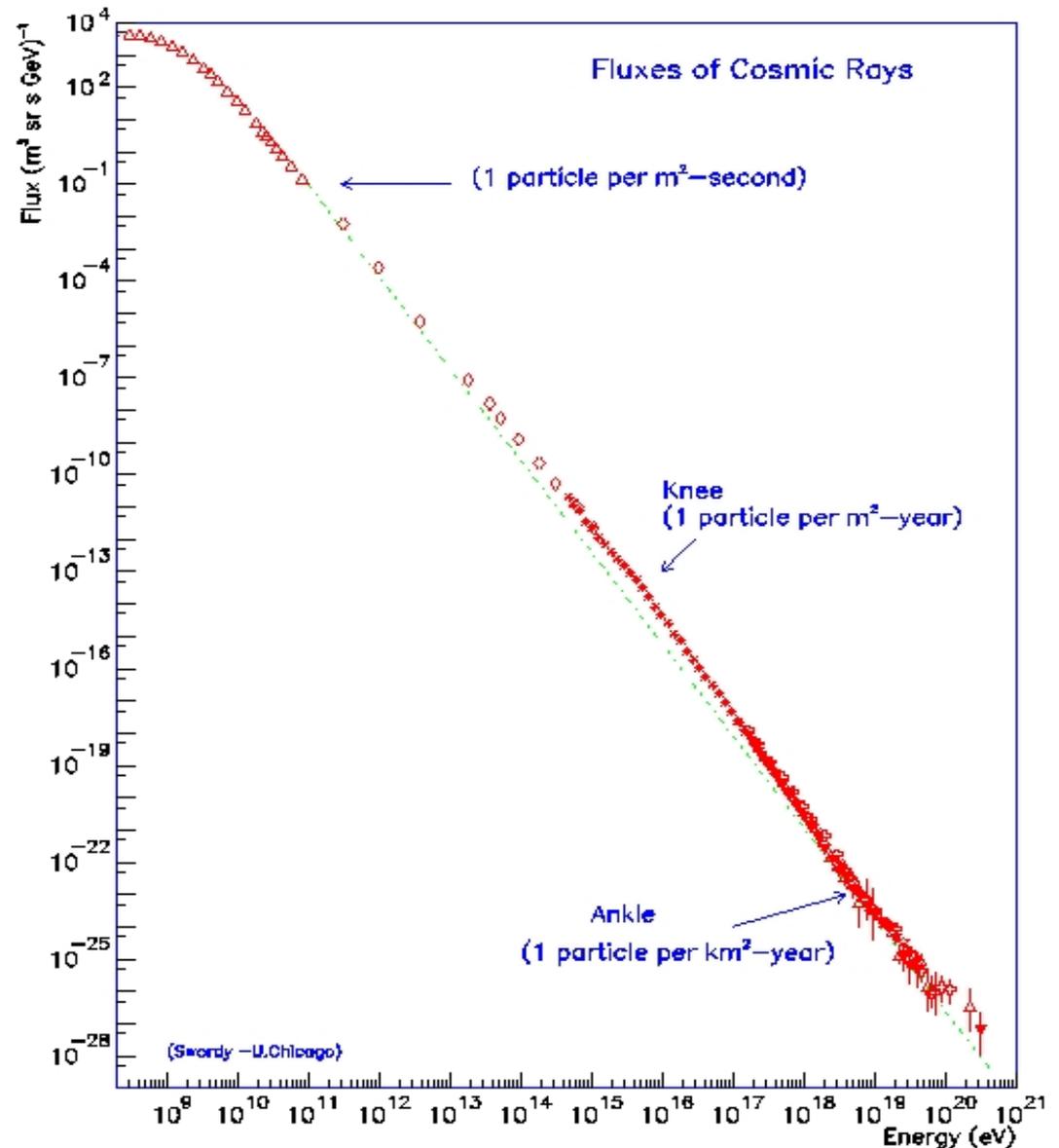
Kurzvortrag von Adrian Schmidt

# Gliederung

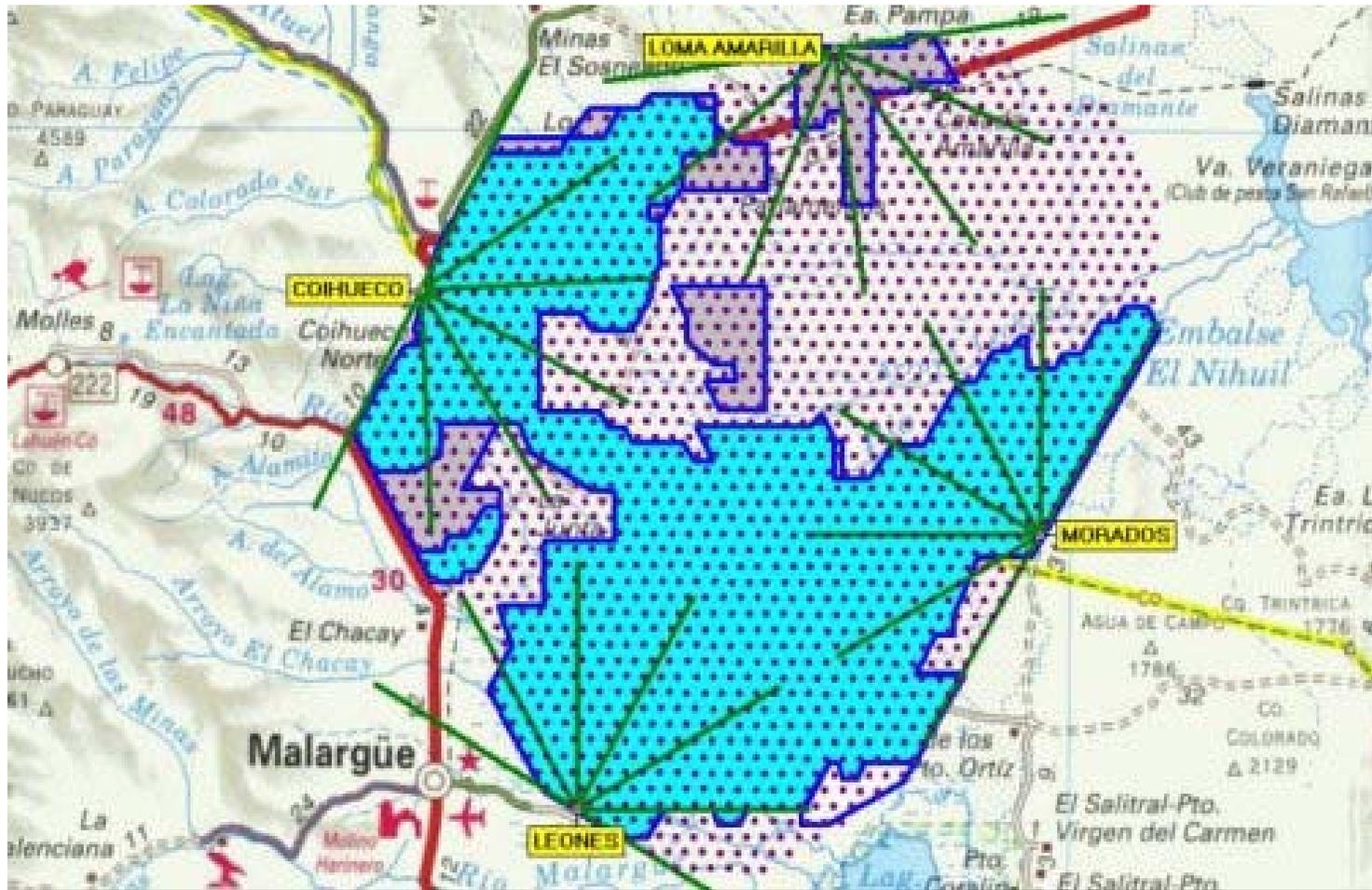
- Einleitung zum Pierre-Auger-Observatorium
- Aufbau der Fluoreszenzteleskope und deren Elektronik
- Die Tiggersoftware und ihre Probleme

# Motivation

- Vermessung des Spektrums der kosmischen Strahlung.
- Speziell Teilchen ab  $10^{20}$  eV interessant.  
(extragalaktische Teilchen, GZK-Cutoff)
- Problem: Teilchen werden mit steigender Energie extrem selten.



# Das Versuchsgelände



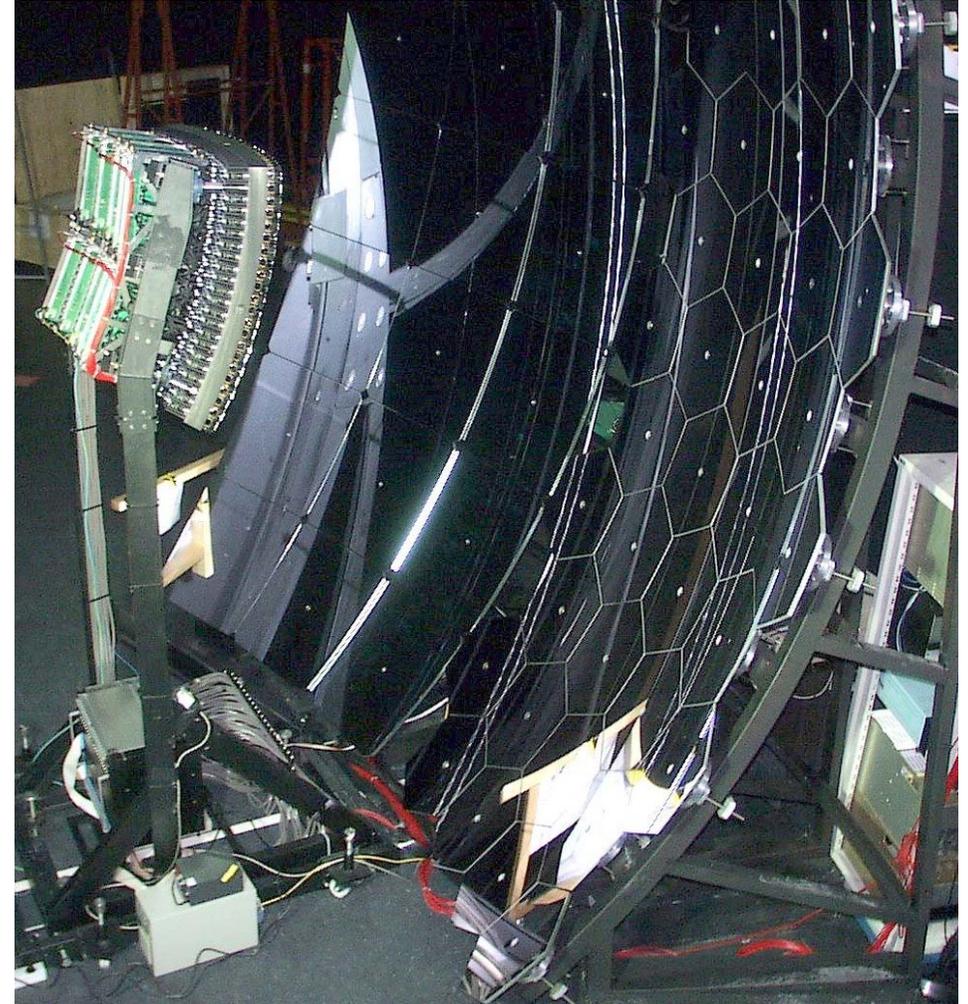
3000 km<sup>2</sup> große Hochebene in der argentinischen Pampa

# Doppelter Ansatz zum Nachweis

- Surface Detector (SD):  
1600 Wasser-Cerenkov-Detektoren weisen Sekundärteilchen am Boden nach.
- Fluorescence Detector (FD):  
24 Teleskope suchen nach Leuchtspuren am Nachthimmel.
- Vorteil des FD: zeitliche Entwicklung des Schauers beobachtbar
- Nachteil: nur 10% Messzeit



# Aufbau des Fluoreszenzdetektors



- je 6 Teleskope pro Gebäude
- Sichtwinkel jeweils  $30^\circ \times 30^\circ$
- PMT-Array mit 440 Pixeln
- Auslesefrequenz 10 Mhz

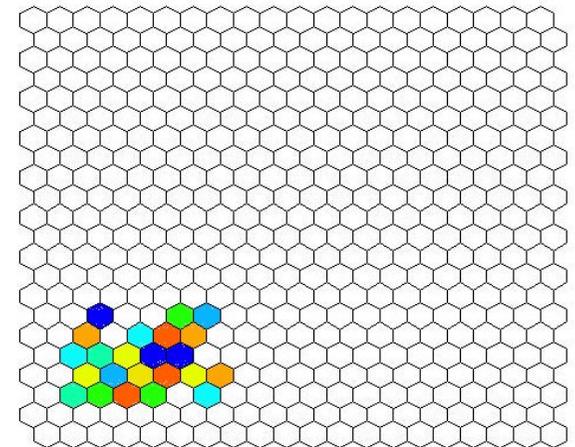
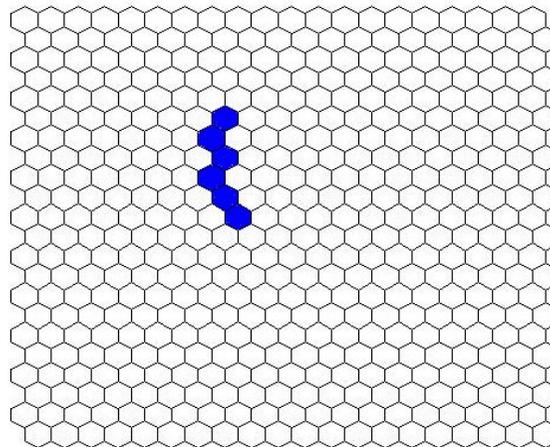
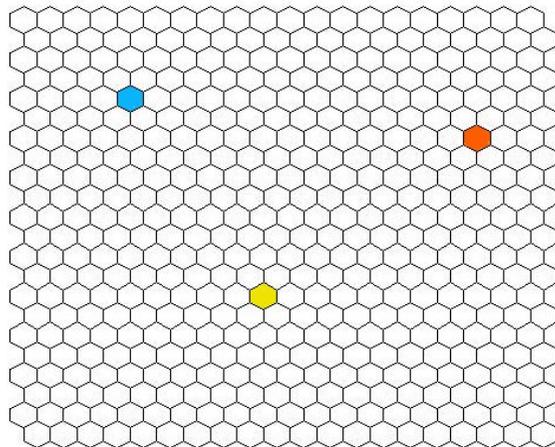
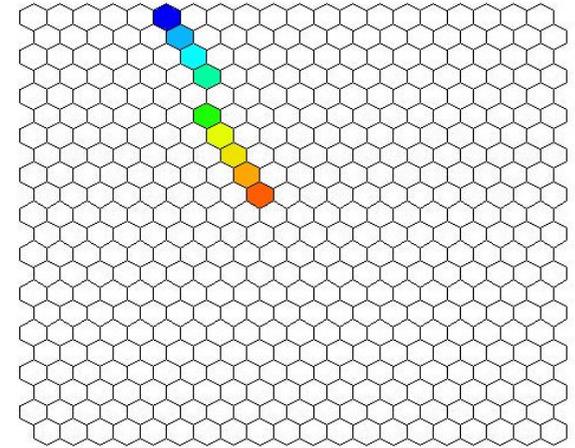
→ Luftschauer ab  $10^{17}$  eV und Entfernungen ab 1km sollen sicher detektiert werden

# Erwartetes Signal und Untergrund

Ein Luftschauer wird als Reihe von Pixeln gesehen, die nacheinander angehen.

Untergrundquellen:

- Zufällig getriggerte Photomultiplier
- Myonentreffer der Kameras
- Wetterleuchten



# Hardware - Triggermechanismus

**Erste Triggerstufe** (FPGA-Logik, für jedes einzelne Pixel):

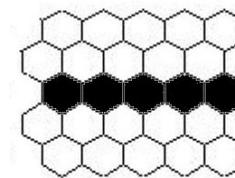
Vergleich mit einem Schwellwert, der dynamisch so geregelt wird, dass sich eine Triggerrate von 100 Hz ergibt.

Die 12-Bit ADC-Daten werden permanent in einen 1000 Einträge langen Ringspeicher (page) geschrieben

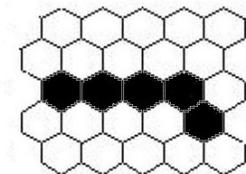
**Zweite Triggerstufe** (FPGA-Logik):

Suche nach linearen 5-Pixel Mustern um zufälliges Triggern zu unterdrücken.

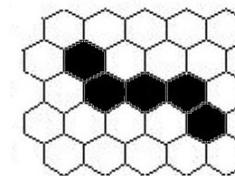
Nach dem Auslösen wird der Ringspeicher noch 700 weitere Takte beschrieben. Dann wird auf eine von 64 anderen pages umgeschaltet.



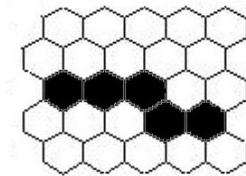
Typ 5\_0



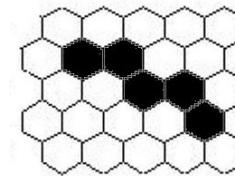
Typ 4\_1



Typ 1\_3\_1



Typ 3\_2



Typ 2\_2\_1

Mit Drehung und Spiegelung gibt es 39 Typen und 108 Typen mit Loch

# Der aktuelle Software Trigger

## **Dritte Triggerstufe (Mirror-PC):**

Auslese der ADC-Daten, Pulsfinder, Prüfung auf zeitliche Reihenfolge der Pixel.

Ist der Algorithmus erfolgreich wird die page ausgelesen und danach wieder zur Datenaufnahme freigegeben.

## **Vierte Triggerstufe (Eye-PC):**

Nachfrage bei den benachbarten Spiegeln, ob ebenfalls ein Trigger ausgelöst wurde.

Das Event wird fertig zusammengebaut und per Richtfunk an den Central Campus übertragen

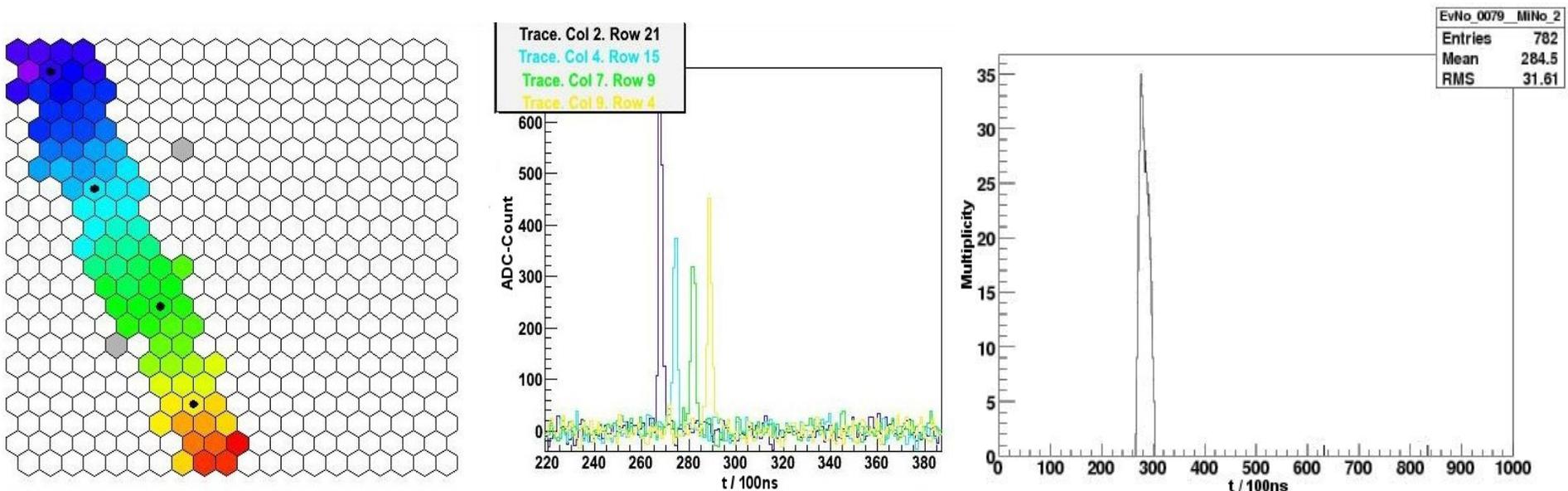
# Probleme des aktuellen Triggersystems

- Wenn die Triggerrate plötzlich stark ansteigt (z.B. durch Wetterleuchten), laufen die 64 Ringspeicher voll, bevor die dritte Triggerstufe ihre Entscheidung gefällt hat.
  - Es entstehen Totzeiten, eventuell wird ein ganzes Teleskopgebäude blockiert.
- Ein neuer Triggeralgorithmus muss her!
- Verbessertes Verhalten bei Wetterleuchten
  - Verzicht auf aufwändiges Auslesen von ADC-Daten (Zeitinformation!)
  - Dennoch Filtern von gleichzeitig getriggerten Pixeln (Myon-Treffer)

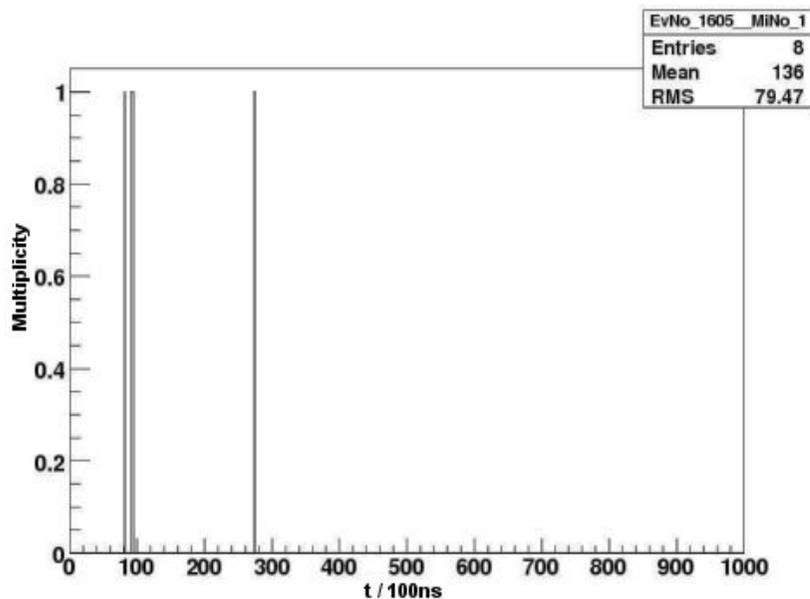
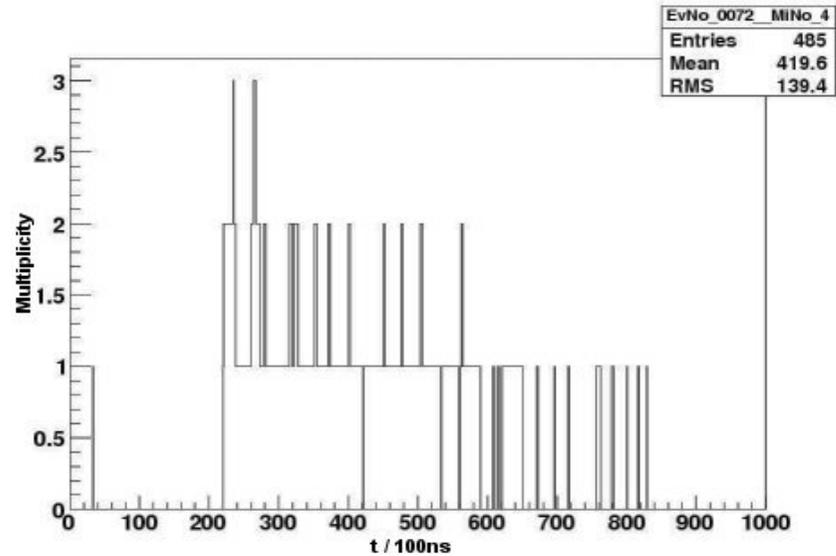
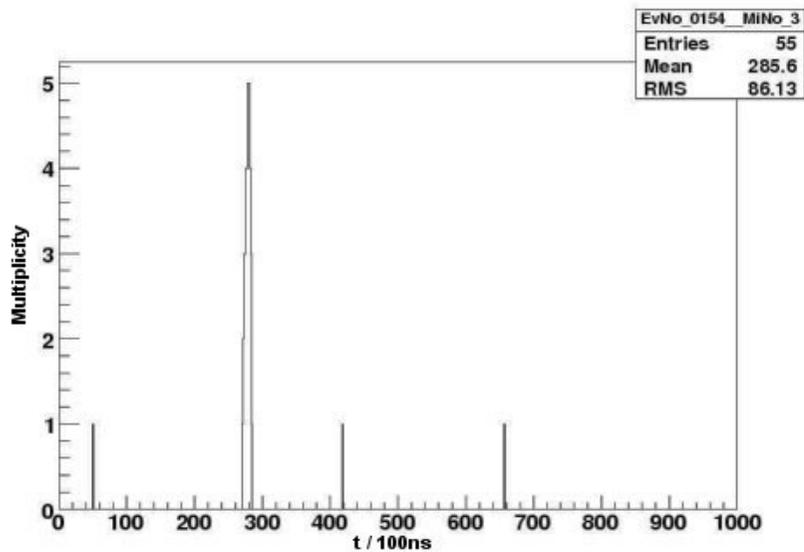
# Die Multiplizität

Die Hardware berechnet zusätzlich die Summe der getriggerten Pixel, die Multiplizität.

Die zeitliche Entwicklung der Multiplizität ist charakteristisch für Schauerereignisse, zufällig getriggerte Pixel oder Myonentreffer und kann für die Triggerentscheidung verwendet werden.



# Beispiele für Multiplizitätsverteilungen



Die Multiplizitätsverteilung kann je nach Entfernung, Richtung und Helligkeit des Schauers stark variieren.

Ein Abtrennen von Wetterleuchten wird unter Umständen schwierig.

# Zusammenfassung der Problematik

- In der Multiplizität ist keine Information über die Geometrie des Schauers enthalten.
- Eine zusätzliche Untersuchung der geometrischen Anordnung der getriggerten Pixel (Linie oder Haufen) ist notwendig um den Trigger verbessern
- Die gemeinsame Information von Pixelposition und Triggerzeitpunkt gibt die Hardware leider nicht her.
- Ein zusätzlicher Triggermodus mit restriktiverem Verhalten könnte bei Wetterleuchten verhindern, dass ein ganzes Teleskopgebäude wegen einem Spiegel blockiert wird.

Vielen Dank fürs zuhören

