

Aufbau und Betrieb eines kompakten 3D Myonenspursystems

Frühjahrstagung der DPG 2010 - Bonn

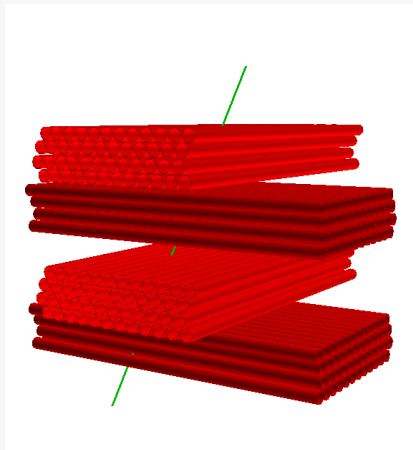
Daniel Bick

Universität Hamburg

16.03.2010

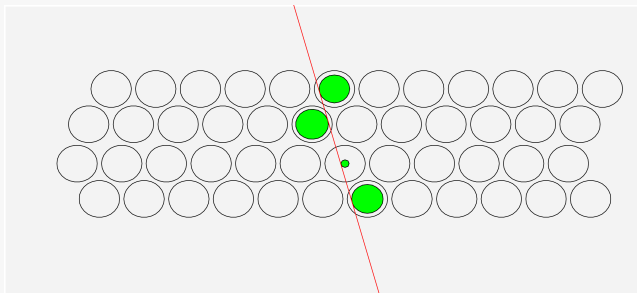
- 1 Der Detektor
- 2 Einsatz bei Borexino
- 3 Erste Daten
- 4 Zusammenfassung

- Myonenspursystem basierend auf OPERA Driftröhrentechnologie.
- Aufbau aus vier identischen Modulen, angeordnet in vier Ebenen.
- Zwei Module um 90° gedreht.
- CMT steht für **C**ompact **M**uon **T**racker.



Jedes Modul besteht aus 48 Aluminium Driftröhren.

- Aufgebaut in vier Lagen à zwölf Röhren
- Röhrendurchmesser: 38 mm
- 1 m lang, Querschnitt $\sim 0.5 \times 0.15 \text{ m}^2$.
- Vergoldeter Wolframdraht als Anode, $\varnothing 45 \mu\text{m}$.
- Auslese nur an einer Seite \rightarrow nur 2D-Rekonstruktion möglich.



- Betrieb mit einer Gasmischung aus Ar/CO₂ im Verhältnis von 80/20 (ungefährlich!).
- Gasversorgung durch vorgemischte Gasflasche (hält einige Monate)
- Betriebsdruck von ~ 1000 mbar.
- 2.35 kV Hochspannung.
- Zwei Szintillatorlagen als Trigger.
- Einfache Trigger Logik (NIM), kombiniert mit OPERA Triggerboard.
- HV Board mit aufgesetzter Vorverstärkerelektronik auf einer Modulseite.

Datennahme und Slow Control werden von einem PC gesteuert.

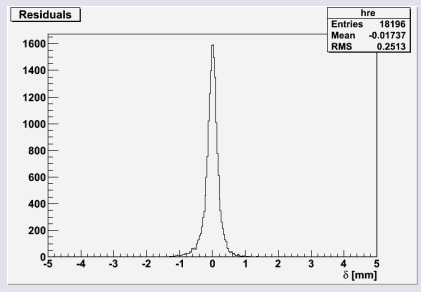
Slow Control:

- Setzen der Diskriminatorschwellen
- Testpulse senden (Trigger und Röhren)
- Triggerkonfiguration

DAQ

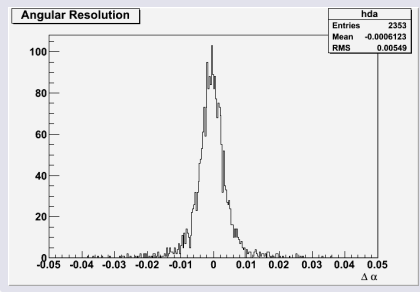
- Driftzeiten werden von zwei TDCs gemessen (je 96 Kanäle)
- TDCs werden per Ethernet ausgelesen
- 4096 Kanäle auf 3200 ns
- Computerzeit wird als Eventzeit verwendet (nur sekundengenaue Zuordnung)

Ortsauflösung $< 300 \mu\text{m}$



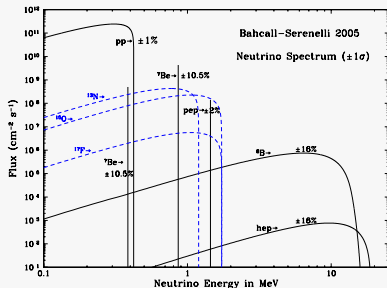
Ortsauflösung: RMS der Residuen

Winkelauflösung $< 5 \text{ mrad}$



Winkelauflösung: RMS der
Winkeldifferenzen durch $\sqrt{2}$

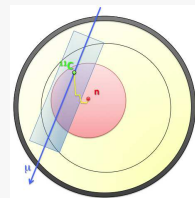
Borexino: Detektion solarer Neutrinos mit Flüssigszintillator.



- Nachweis über Streuung von Neutrinos an Elektronen
- Energiedeposition comptonartig
- Nachweis von ${}^7\text{Be}$ - und ${}^8\text{B}$ -Neutrinos bereits erfolgreich
- Energiebereich von pep- und CNO-Neutrinos von kosmogenem ${}^{11}\text{C}$ -Untergrund dominiert
- Kosmische Myonen schlagen Neutron aus ${}^{12}\text{C}$ Atom: Verbleibendes ${}^{11}\text{C}$ ist β^+ -Strahler mit $T_{1/2} \sim 20$ Minuten \Rightarrow unkorreliert

Abhilfe:

- Rekonstruktion der Myonenspur und Ort des Neutroneneinfanges
- Ausschluss des Volumens aus der Auswertung für mehrere Halbwertszeiten



M. Wurm

Warum CMT?

- Bisheriges Myonenttracking ungenau
- Überprüfung der Borexino Myonenrekonstruktion

Änderungen, um größere Oberfläche zu erzielen.

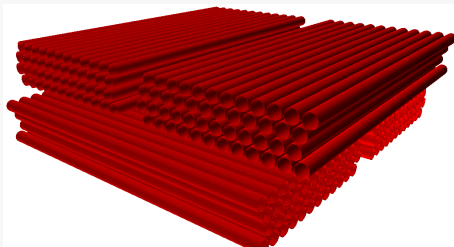
- Zwei Module nebeneinander in jder Ebene
- Nur zwei Ebenen (eine pro Winkel).

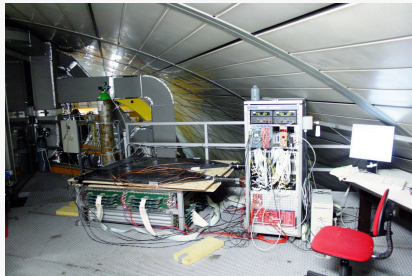
Pro

- $\approx 4\times$ größere Oberfläche
- kompakt
($\approx 1.2 \times 1.2 \times 0.5 \text{ m}^3$)
- bessere Winkelakzeptanz

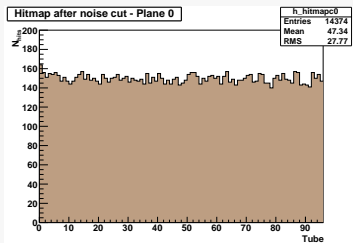
Kontra

- Niedrigere
Rekonstruktionseffizienz
($\approx 93\%$)
- Etwas schlechtere Auflösung

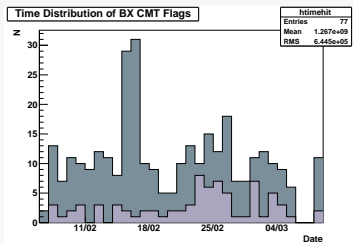




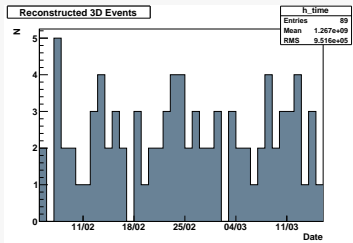
- Installation am Gran Sasso im November 2009
- Betrieb seit Januar 2010
- Läuft eigenständig
- Trigger setzt Flag in Borexino DAQ
- Fernsteuerung über Internetverbindung



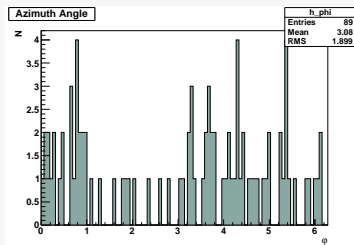
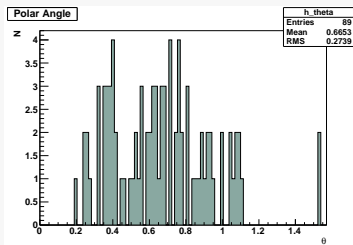
- Datennahme läuft stabil
- Triggerrate ~ 0.03 Hz
- Hauptsächlich Rauschen der PMTs
- Fake Trigger durch Forderung nach mindestens einer getroffenen Röhre unterdrückt.

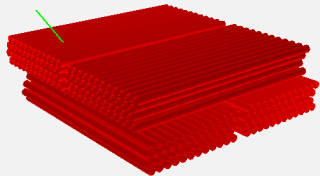


- Event: Mindestens vier Treffer in jeder Ebene.
- Weniger Ereignisse als erwartet.
- Nicht bei jedem BX Event mit CMT FLAG ein Ereignis.
- Evtl. defektes Triggerboard.



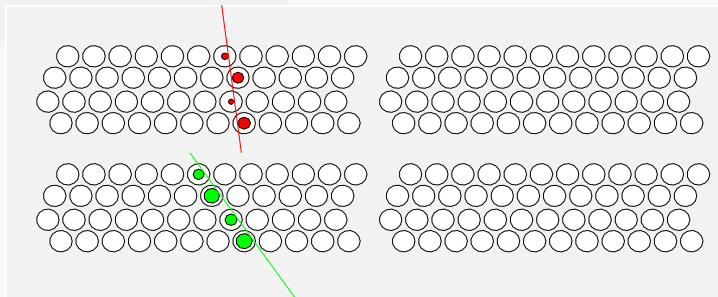
- Rekonstruktion fordert mindestens vier Treffer pro Ebene
- Rekonstruktion bei ca. 80% der Events möglich
- Rest: Hauptsächlich zu wenige Treffer in unterem Modul





Ereignis:

- 7. Feb. 2010 – 12:55:56 CET
- $\theta = 34.95^\circ$
- $\varphi = 10.41^\circ$
- Flag in BX DAQ



- Kompaktes Myonspursystem (CMT) basierend auf OPERA Technologie
- Präzise Vermessung von Myonenspuren ($< 300 \mu\text{m}$)
- Momentaner Einsatz bei Borexino
- Stabile Datennahme am Gran Sasso
- Verbesserungen am Trigger für April geplant