

Aufbau eines Teststandes für das innere Veto der Double Chooz Detektoren

Markus Röhling

Universität Hamburg
Institut für Experimentalphysik

18. Dezember 2007

Übersicht

1 Double Chooz

- Messprinzip
- Inner Veto

2 Teststand

- Ziele
- Elektronik
- Software

3 Messungen

- Lichtdichte
- Kalibration
- Weitere Messungen

4 Ausblick

- Einzelphotonen?
- Zukünftige Messungen

Double Chooz



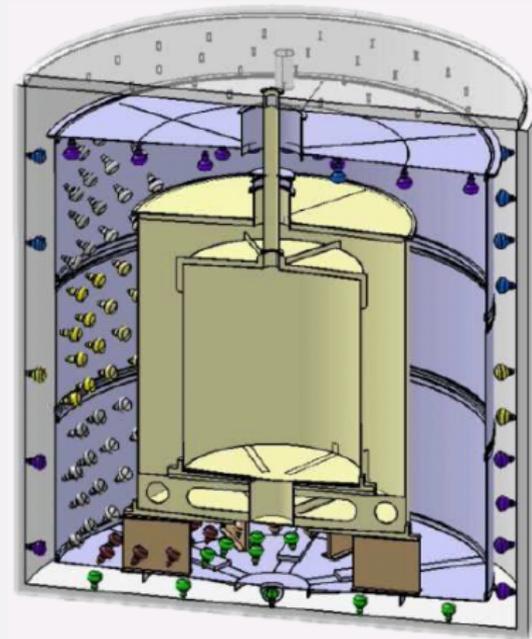
- Reaktorneutrinoexperiment
- 2-Detektorprinzip
- Disappearance-Experiment
- Präzisionsmessung mit dem Ziel einer besseren Eingrenzung von θ_{13}

Messprinzip

$\bar{\nu}_e$'s erzeugen 2 zeitlich korrelierte Ereignisse mit bestimmten Energien

- Durch 2 Detektoren keine genaue Kenntnis des ν -Flusses und des Energiespektrums notwendig
- Untergrund besteht aus kosmischer Strahlung, radioaktiven Stoffen im Detektormaterial und Strahlung des umgebenden Gesteins
- Gefahr geht von ausserhalb des Detektors erzeugten Neutronen aus

Inner Veto



Beitrag Deutschlands zu Double Chooz u.a. das Inner Veto:

- Äußere Abschirmung des Detektors
- 50 cm dick und 6,78 m hoch
- 10,3 m³ Flüssigszintillator
- 78 PMTs
- Soll Myonenfluss bestimmen

Der Teststand



Ziele des Teststandes

Welchen Zweck soll der Teststand haben?

- Erprobung und Kalibration von PMTs für das Inner Veto
- Test verschiedener Szintillatoren.
Insbesondere Lichtausbeute und Lichtausbreitung sollen untersucht werden

Elektronik

CAEN Flash-ADC V1729

- 2 GHz Abtastrate
(Intern 100 MHz)
- Messbereich $\pm 0,5$ V
- 12bit Register
- über 1 μ s Datennahme

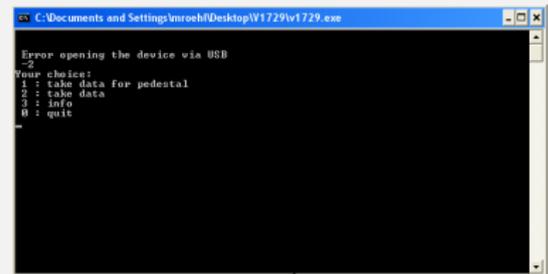
CAEN Controller V2718

- per PCI-Card mit dem PC verbunden
- optische Verbindung
- Transferraten von bis zu 77 MegaBite pro Sekunde

Software

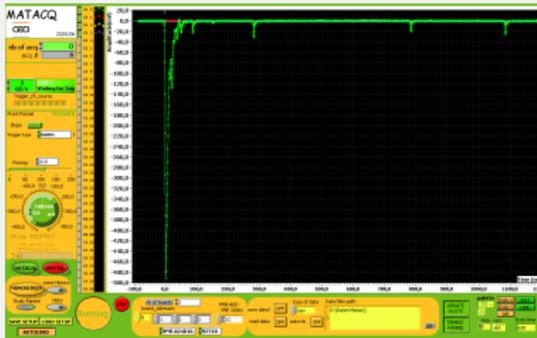
Software von Jan Müller:

- + Autor bekannt, guter Support
- + Wenig Funktionen, selbsterklärend
- + Quellcode vorhanden
- Quellcode ließ sich nicht auf Laborrechner kompilieren
- Software lief nur mit USB-Controller und externem Trigger



```
C:\Documents and Settings\mroeh1\Desktop\W1729\w1729.exe
Error opening the device via USB
-2
Your choice:
1 : take data for pedestal
2 : take data
3 : info
0 : quit
```

MatacQ

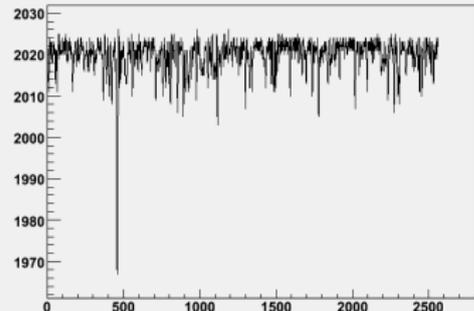
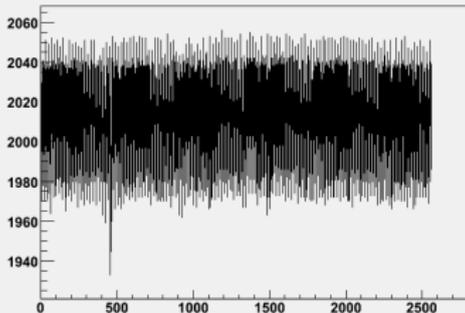


- + Software läuft mit PCI-Controller, alle Trigger wählbar
- + direkt auf Hardware zugeschnitten
- Betaversion
- unübersichtliche Funktionsvielfalt
- bis auf kurzes Handbuch kein Support

Beispiel für Funktionsvielfalt

- Programm liefert Daten, die starkes Rauschen aufweisen
- Rauschen ist periodisch, Frequenz 100 MHz
- deutlich stärker als von CAEN angegeben

- Verdacht: Irgendetwas auf dem ADC liefert Störung
- Lösung: Software ermittelt zwar Pedestals, korrigiert die Daten aber nicht automatisch



Lichtdichte der Dunkelkammer

Untersuchung der Lichtdichte der Dunkelkammer unter verschiedenen Bedingungen:

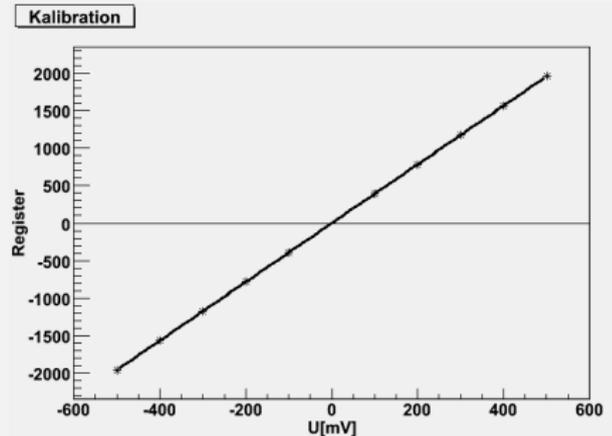
	1200 V	1250 V	1300 V
PMT verklebt Licht an	0	2	31
PMT offen Licht an	0	1	19
PMT offen Licht aus	2	2	19

Zum Vergleich: Lichtleiter vor PMT bei 1300 V mit Licht an:

0 cm	2,5 cm	5 cm
517	10	8

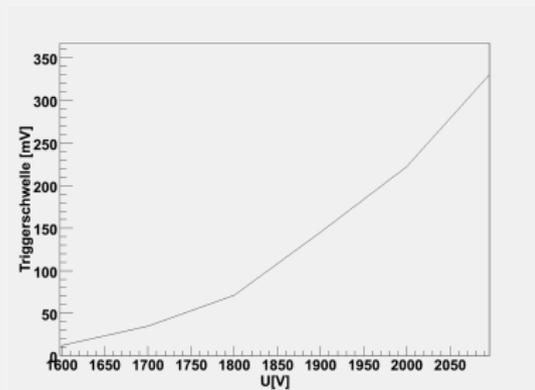
Kalibration

- Kalibration mit Hilfe des Frequenzgenerators:
- 1 Register $\hat{=}$ 0,2548 V
- 1 Datenpunkt $\hat{=}$ 0.5 ns
→ 2 GHz

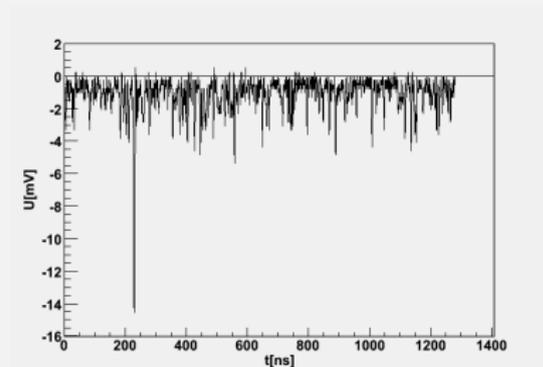


Weitere Messungen

Wie groß ist der durch Myonen erzeugte Spannungsabfall in Abhängigkeit der an den PMT angelegten Spannung:



Wie reagiert ein PMT auf UV-LEDs:



Kann man mit dem Teststand Einzelphotonen sehen?

$$Q = \int I dt$$

Abschätzung: PMT-Signal ist Rechtecksignal

$$Q = \int I dt \approx I \cdot t$$

Einsetzen: $I = \frac{U}{R}$, $Q = e \cdot g$, g Verstärkungsfaktor

$$U = \frac{e \cdot g \cdot R}{t}$$

Werte einsetzen:

- R gegeben durch Abschlußwiderstand 50 Ohm
- t typischer FWHM-Wert 10 ns
- g vom PMT abhängig, Annahme: 10 Dynoden, jedes eintreffende Elektron erzeugt 5 Sekundäre: $g = 5^{10} \approx 10^7$

$$U \approx 7,8 \text{ mV}$$

→ Einzelphoton mit „gutem“ PMT nachweisbar!

Zukünftige Messungen

- Messungen mit anderen bzw. neueren PMTs
- Versuch der Einzelphotonendetektion
- Messungen mit Szintillatoren

→ Aufgabe für meinen Nachfolger