

P515 Driftkammern

P515.1 Versuchsziel

Dieser Versuch soll in die Funktionsweise einer Driftkammer als Beispiel eines gasbasierten Teilchendetektors einführen. Dazu werden Messungen mit einer Driftkammer durchgeführt.

Aufgebaut ist die Prototyp-Driftkammer des BGO-OD-Experiments mit einem Szintillationszähler als Trigger und einer Auslese-Elektronik.

Zusätzlich wird mit dem Aufbau die Winkelverteilung der kosmischen Strahlung vermessen.

P515.2 Notwendige Vorkenntnisse

- Energieverlust von geladenen Teilchen in Materie
- Landauverteilung
- Lawineneffekt
- Funktionsweise einer Driftkammer
- Kosmische Strahlung
- Ereignisbasierte Datenauswertung

P515.3 Literatur

- W.R. Leo, Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer Verlag
- D. Hammann, Test und Inbetriebnahme der Prototyp-Driftkammer für das B1-Spektrometer, Diplomarbeit, Bonn 2008
zum Ausleihen vom Assistenten oder unter http://www.hsag.physik.uni-bonn.de/forschung/diplom-doktorarbeiten/diplom-masterarbeiten/Diplomarbeit_DanielHammann.pdf
- R. Brun, F. Rademakers et al, ROOT users guide
Kapitel über TTrees und über Histogramme. Unter <https://root.cern.ch/root/html534/guides/users-guide/ROOTUsersGuideChapters/Trees.pdf> b.z.w. <http://root.cern.ch/root/html534/guides/users-guide/Trees.html> bei Bedarf noch das Kapitel über C++: <https://root.cern.ch/root/html534/guides/users-guide/ALittleC++.html>

P515.4 Aufgaben

1. Messung analoger Größen

- a) Messen Sie den Strom durch die Driftkammer als Funktion der Hochspannung, mit und ohne Bestrahlung durch ein ^{90}Sr -Präparat.
- b) Betrachten Sie die analogen Ausgangssignale der Kammer mit dem Oszilloskop.
- c) Stellen Sie die Hochspannung und Diskriminatorschwelle des Szintillationszählers so ein, dass er sowohl zum Nachweis der Elektronen des Präparats als auch zum Nachweis der Muonen der kosmischen Strahlung geeignet ist.

2. Messung von Driftzeitspektren

- a) Mit dem fpexperiment-Programm werden bei verschiedenen Hochspannungen, Verzögerungen und Diskriminatorschwellen Driftzeitspektren gemessen. In einer ersten schnellen Auswertung werden die optimalen Betriebsparameter bestimmt, die dann für die weiteren Messungen verwendet werden.

3. Messung der Winkelverteilung der kosmischen Strahlung

- a) Bauen Sie den Aufbau so um, dass der Szintillationszähler parallel zu den Drähten oberhalb der Kammer liegt. Wieso kann man das tun und trotzdem sinnvolle Ergebnisse erwarten, mit dem Präparat aber nicht?
- b) Starten sie nach einem Test eine Langzeitmessung bis zum nächsten Versuchstag, an dem dann die Ergebnisse eingesammelt werden. Welche Ereignisraten können Sie erwarten?

4. Auswertung

- a) Tragen Sie die Verteilung der Ansprechere in der Kammer und die Driftzeiten für einzelne Drähte in einem Histogramm auf.
- b) Tragen Sie die Korrelationen der Ansprechere in nebeneinander liegenden Drähten auf.
- c) Bestimmen Sie aus dem Driftzeitspektrum eine Orts-Driftzeitbeziehung.
- d) Nutzen Sie die Orts-Driftzeitbeziehung um ein 2D-Spektrum Abstandssumme gegen Abstandsdifferenz zu erstellen.
- e) Tragen sie die Ansprecherverteilung in der Driftkammer in einer geeigneten Darstellung auf, um daraus die Winkelverteilung der kosmischen Strahlung zu bestimmen, wiederholen Sie das mit den durch die Driftzeit bestimmten Durchtrittsorten!
- f) Betrachten Sie die Abstandssumme gegen Abstandsdifferenz-Histogramme als Funktion des Winkels der Teilchenbahn zu Kammerebene.
- g) Diskutieren Sie die Ergebnisse.

P515.5 Durchführung und Analyse

Zum Einstellen der Parameter der Datennahme dient die Setup-Datei `setup.xml`. Sie hat etwa folgenden Inhalt:

```
<DAQW>
  <MODULES>
    <cros3_0
      devname="/dev/cros3-0"
      CCB_ENABLE="0x0001"
      ReadoutMode="rawTOT"
      SystemLevel="2"
    >
    <AD16_0
      CSR_DEN="0x0001"
      CSR_DDC="0x006C"
      CSR_DRC="0x00FB"
      CSR_THC="0x0400"
      CSR_THR="0x0020"
      CSR_WIM="0x0000"
    />
  </cros3_0>
  <mesa5i23_0
    cardNum="0"
    binFileName="/home/expadmin/src/trunk/firmware/boards/fpexperiment_trigger_pci.bit"
  />
</MODULES>
</DAQW>
```

In dem XML-Tag `CSR_THR` steht der Wert für die Diskriminatorschwelle, im Tag `CSR_DDC` der Wert für die Verzögerung der Signale, in Einheiten von 10ns. Nur diese beiden Tags sollten geändert werden.

Bei der Analyse der Daten werden die vom Datennahme-Programm erzeugten Root-Dateien eingelesen, sie enthalten jeweils einen Root-„Tree“. Jedes gemessene Ereignis (Event) ist in einem Eintrag (Entry) des Trees enthalten.

In den „Branches“ des Root-Trees sind allgemeine Informationen über die Ereignisse enthalten, in Tabelle P515.1 in der Spalte Block mit Event markiert, einige Debug-Informationen (als Debug markiert), und schliesslich die Daten der Driftkammer selbst, als Daten markiert.

Da die Anzahl der Ansprechere in einem Ereignis von Ereignis zu Ereignis schwankt, ist im Branch `nhits_1e` die Anzahl der Ansprechere gespeichert. Die Drahtnummern der Ansprechere finden sich dann in dem Array `wire_1e[nhits_1e]`, dessen Indices von 0 bis `nhits_1e-1` laufen. Die Zeiten der Ansprechere relativ zum Triggerzeitpunkt finden sich im Array `time_1e[nhits_1e]`, wobei der `wire_1e[i]` zu `time_1e[i]` gehört. Die Zeiten sind in TDC-Bins angegeben, d.h. in Schritten von 2.5ns.

Branch	Block	Bedeutung
event/i	Event	Eventnummer
eventTime/D	Event	Eventzeit, Sekunden seit 1970
deltaT/D	Event	Zeit seit dem vorigen Event
hwEvent/i	Debug	Hardware-Eventnummer
nBytes/i	Debug	Anzahl Bytes im undekodierten Event
c3trigTime/i	Debug	CROS3 Trigger time
c3trigNr/i	Debug	CROS3 Trigger number
nhits_le/i	Daten	Anzahl Hits mit leading edge
wire_le[nhits_le]/i	Daten	Array der Drahtnummern der LE hits
time_le[nhits_le]/i	Daten	Zeiten (in 2.5ns-Schritten) der LE Hits
nhits_te/i	Daten	Anzahl Hits mit trailing edge
wire_te[nhits_te]/i	Daten	Array der Drahtnummern der TE hits
time_te[nhits_te]/i	Daten	Zeiten (in 2.5ns-Schritten) der TE Hits
tot[nhits_le]/i	Daten	Array der Times-over-threshold der LE-Hits

Tabelle P515.1: Inhalt des Daten-Trees

Da normalerweise das erste Cluster das den Signaldraht erreicht das Interessierende ist, empfiehlt es sich nur den jeweils ersten Ansprecher pro Draht und Ereignis zu betrachten!

Es wird am Versuchstag mit dem Assistenten ein Grundgerüst für das Auswertungsprogramm erstellt, das Sie dann bei der Auswertung mit den benötigten Funktionen erweitern.

Viel Erfolg bei der Durchführung!

Stand: Dez 2014