



Doctoral Thesis

**The time expansion chamber
Entwicklung und Bau einer Driftkammer mit hoher
Ortsauflösung für Mark-J**

Author(s):

Fehlmann, Jürg

Publication Date:

1989

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000510306> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 8711

und Bericht des Institutes für Hochenergiephysik
der ETH Zürich

THE TIME EXPANSION CHAMBER
ENTWICKLUNG UND BAU EINER DRIFTKAMMER MIT
HOHER ORTSAUFLÖSUNG FÜR MARK-J

Abhandlung

zur Erlangung des Titels eines Doktors der Naturwissenschaften
der
Eidgenössischen Technischen Hochschule
Zürich

vorgelegt von

Jürg Fehlmann
Dipl. Phys. ETH
geboren am 21. April 1956
von Mönthal AG

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. H. Hofer	Referent
Prof. Dr. U. Becker	Korreferent

Zusammenfassung

Der Zentraldetektor des L3-Experimentes basiert auf dem von A.H. Walenta 1979 formulierten Prinzip einer "Time Expansion Chamber" (TEC). Die vorliegende Arbeit beschreibt in diesem Zusammenhang Entwicklung und Bau eines L3-Prototypen, einer TEC als Vertexkammer für das Mark-J Experiment am PETRA.

Anhand einer Reihe von Testmessungen wurde das heutige TEC Prinzip erarbeitet. Es beinhaltet drei wesentliche Punkte: Beidseitig in geringem Abstand zur Ausleseebene befindet sich ein feines Gitter, welches Driftraum und Anoden elektrostatisch separiert, und damit ermöglicht das Driftfeld unabhängig von der Gasverstärkung an den Anoden zu wählen. Ein sogenanntes "kaltes" Gas ermöglicht bei höherer Feldstärke eine kleine Driftgeschwindigkeit und sehr geringe, thermische Diffusionswerte. Die langsamen Ionenkomponenten der Anodensignale werden von der Analogelektronik subtrahiert, die Pulse in FADC's aufgezeichnet, und die Driftzeit wird aus der digitalen Information berechnet.

In Tests wurde als Gas eine Mischung von $\text{CO}_2/\text{i-C}_4\text{H}_{10}$ (80/20) bei 2 bar absolut verwendet, und damit eine Ortsauflösung zwischen 30 und 60 μm bei einer Driftdistanz zwischen 0 und 5 cm erreicht. Die Doppelspurauflösung betrug etwa 0.5 mm.

Die um das Strahlrohr von 10 cm Durchmesser gebaute Mark-J Kammer ist in 12 Segmente unterteilt, enthält 168 Auslesedrähte, und weist einen Durchmesser von 25 cm und eine Länge von 60 cm auf.

Zur Unterstützung und Optimierung des Designs des Detektors wurde ein allgemeines Simulationsprogramm für Driftkammern entwickelt (WIRCHA). Mit ihm können Driftgeschwindigkeit und Diffusion von Gasgemischen, sowie elektrostatische Größen paralleler Drähte berechnet werden. Die Potentiale der Fieldshape- und Kathodendrähte in der hier beschriebenen Kammer sind das Resultat einer solchen Rechnung, wobei das elektrische Feld im Driftraum so homogen als möglich gemacht wurde. Ebenso wurden Orts-Driftzeit-Beziehungen (ODZB) verschiedener Anoden berechnet. Die Kurvenform der gemessenen Werte wird sehr gut reproduziert. Die Übereinstimmung im Absolutwert beträgt einige Prozent.

Während zweier Wochen wurde die Vertexkammer im Teststrahl kalibriert. Die Eichung ergab eine relative mittlere Ortsauflösung von etwa 36 μm . Daneben wurden aber systematische Fehler in der Größenordnung von 100 μm gefunden, die nicht vollständig erklärt werden können.

Ein kritischer Rückblick führt zur Konklusion, dass für den geplanten L3 Zentraldetektor eine präzise Mechanik zusammen mit einem integrierten Kalibrations/Monitor-System als Lösung angestrebt werden muss.

Abstract

The central tracking chamber of the L3 experiment will be a "time expansion chamber" (TEC), based on the principle described by A.H. Walenta in 1979. The present work summarizes the development and the construction of a L3 prototype, a vertex chamber for the Mark-J experiment at PETRA.

Today's understanding of the TEC principle can be characterized by three main features, which result from a series of test measurements: A narrow spaced grid close to the readout plane separates the drift space from the anodes and allows the drift field to be independent of the gas gain. A so-called "cool" gas makes it possible to have a low drift velocity for a moderate electric field value and a small thermal diffusion. The slow ion tail of the anode signals is subtracted by the analog electronics, FADC's record the pulse shape and the drift time is calculated from the digital information.

During the tests a gas mixture of $\text{CO}_2/i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ (80/20) at 2 bar absolute was used. The spacial resolution varied between 30 and 60 μm for drift distances between 0 and 5 cm. A double track resolution of 0.5 mm was reached.

The Mark-J chamber was build around a vacuum chamber of 10 cm diameter. It was divided into 12 segments containing 168 readout wires, and had an outer diameter of 25 cm and a length of 60 cm.

In order to optimize and to facilitate the design of the detector, a general purpose simulation program for drift chambers has been developed (WIRCHA). It calculates the drift velocity and the diffusion of different gas mixtures as well as the electrostatic properties of a set of parallel wires. The potentials of fieldshape and cathode wires can be obtained as the result of a calculation optimizing the homogeneity of the electric field inside the drift region. Furthermore, the space drifttime relationship has been calculated for different anodes. The shape of the calculated relationship agrees perfectly with the measured one, although they differ in absolute value by a few percent.

For two weeks the vertex chamber was calibrated in the test beam. The average mean resolution was found to be 36 μm . No complete explanation can be given for the systematic error ($\sim 100 \mu\text{m}$) found in the calibration run.

As a conclusion, in view of the planned central tracking chamber for L3, smaller mechanical tolerances together with an integrated calibration system should be envisaged.