

FAKULTÄT FÜR PHYSIK UND ASTRONOMIE
RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT HEIDELBERG



*Diplomarbeit
im Studiengang Physik*

vorgelegt von
Peter Fauland
aus Mannheim
August 1997

**Bau eines
Mikrostreifengasdetektors
mit
Gas Electron Multiplier Folien**

Die Diplomarbeit wurde von Peter Fauland ausgeführt am

Max-Planck Institut für Kernphysik

unter der Betreuung von

Herrn Dr. Josef Pochodzalla

In der vorliegenden Arbeit wird über den Bau und die Entwicklung von Mikrostreifengaskammern unter Verwendung von 'Gas Electron Multiplier Folien' berichtet. Es konnten mehrere Prototypen aufgebaut und erfolgreich betrieben werden, wobei der Einsatz der GEM-Folien die Erwartungen erfüllt hat. Bei einer vergleichsweise niedrigen GEM-Spannung von 350 V ermöglicht eine GEM-Folie im Driftraum einer MSGC einen zusätzlichen Verstärkungsfaktor von größenordnungsmäßig 30. Zwei GEM-Folien mit je 350 V bringen einen Verstärkungsfaktor 1655 und ermöglichen so das Betreiben der MSGC bei moderaten Spannungen, was einen stabilen Betrieb ermöglicht. Die maximal erzielte Gasverstärkung der MSGC/Multi-GEM-Kammer war $7,9 \cdot 10^4$.

Development of a Microstrip Gas Chamber using 'Gas-Electron-Multiplier-foils'

In this paper operating principles and results obtained with microstrip gas chambers using gas electron multiplier foils are described. Four chambers were built and tested with quite satisfying results. With the moderate potential of 350 V, one GEM-electrode in the drift region allows to transfer the charge with an amplification factor of about 30, two of these GEM-electrodes (both with 350 V potential) allow an amplification of 1655, which makes it possible to run the detector at relative low voltages with no loss in gain. With the MSGC/Multi-GEM chamber an overall gain of $7.9 \cdot 10^4$ was reached.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Überblick	1
2	Das COMPASS-Experiment am CERN-SPS	2
2.1	Die physikalischen Zielsetzungen	2
2.1.1	Die Physik mit dem Myonenstrahl	3
2.1.2	Die Physik mit dem Hadronenstrahl	3
2.2	Das COMPASS-Spektrometer	5
3	Der mechanische Aufbau einer MSGC/GEM	11
3.1	Prinzipieller Aufbau der MSGC	11
3.2	Die verwendeten Mikrostrukturplatten	14
3.2.1	Defekte der MS-Platten	16
3.3	Das Gassystem	16
3.4	Der Zusammenbau eines Detektors	17
4	Die Elektronik zum Betrieb einer MSGC/GEM	19
4.1	Das elektronische Setup	21
4.2	Der elektronische Untergrund	21
5	Der Gasmikrostreifendetektor	24
5.1	Funktionsweise und Eigenschaften	24
5.2	Gasverstärkung	28
5.3	Das Detektorgas	30
5.4	Die Hochspannungen U_{drift} , $U_{cathode}$	31
5.5	Der Betrieb der Testkammern	32
5.6	Die Ermittlung der Signalinformation aus den ADC-Werten	34
6	Die Gas Electron Multiplier (GEM) Folie	36
6.1	Aufbau und Funktionsweise der GEM	36
6.1.1	Defekte der GEM-Folien	38
7	Die GEM im Zusammenspiel mit einer MSGC	39
7.1	Aufbau und Betrieb der MSGC/GEM	39
7.2	Meßergebnisse der MSGC/GEM	41
7.3	Das Multi-GEM-Setup	43
7.4	Meßergebnisse der Multi-GEM-Kammer	44
8	Die Simulation einer 'perfekten' MSGC	50
8.1	Das Simulationspaket Maxwell	50
8.2	Das Simulationspaket Garfield	50
8.3	Simulation einer einfachen MSGC	50
8.4	Simulation einer MSGC/GEM	54
8.5	Simulation einer MSGC/Multi-GEM	59
8.5.1	Zwei unversetzte GEM-Folien	59
8.5.2	Zwei versetzte GEM-Folien	63