

# Studien zu Gasverstärkungseigenschaften und Auflösungsvermögen von GEM-Folien

Jeannine Beck

DPG-Frühjahrstagung München  
13. März 2009



# Überblick

Einführung

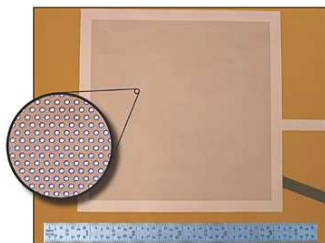
Messaufbau

Ergebnisse

Ausblick

# Motivation

- Vergleich verschiedener GEM-Typen hinsichtlich:
  - Verstärkungseigenschaften
  - Energieauflösungsvermögen
  - Verarbeitbarkeit
- Erweiterung des GEM-Grundverständnisses
- Einsatz von GEM-Folien in einem großen TPC-Prototypen und im ILD-Detektor



# Kleiner TPC-Prototyp



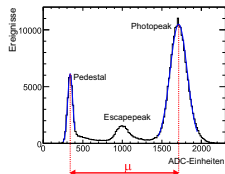
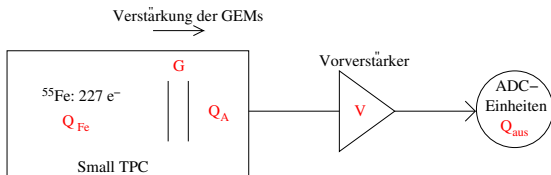
- Doppel-GEM-Struktur
- $10 \times 10 \text{ cm}^2$  GEM-Folien
- Quelle auf Kathode montiert
- unsegmentierte Anode
- Spannungsteiler



- TDR-Gas (93 % Ar, 5 % CH<sub>4</sub>, 2 % CO<sub>2</sub>)
- Driftdistanz: 20 mm
- Driftfeld: 250 V/cm
- Induktions- u. Transferfeld: 1 kV/cm

# Berechnung der GEM-Verstärkung

Argon:  $W = 26 \text{ eV} \rightarrow 5,9\text{-keV-Photon}$  der Eisen-55-Quelle erzeugt 227 Elektronen



$$Q_{\text{Fe}} = 227 \cdot e = 0,036 \text{ fC}$$

$$Q_{\text{A}} = \frac{Q_{\text{aus}}}{V}$$

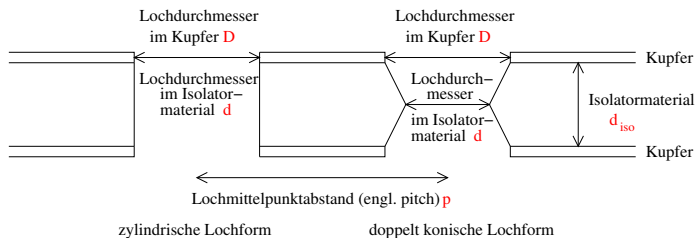
$$G = \frac{Q_{\text{A}}}{Q_{\text{Fe}}}$$

$$G = \frac{Q_{\text{aus}}}{Q_{\text{Fe}} \cdot V}$$

# Geometrische GEM-Parameter

## Charakterisierung der GEMs:

- Lochform, Lochdurchmesser und Lochabstand
- Material und Dicke der Isolatorschicht



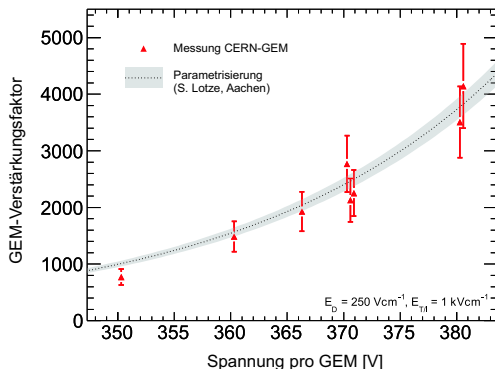
# Klassifizierung der GEM-Typen

Messungen mit verschiedenen GEM-Typen in der Small TPC:

Hersteller	CERN	CERN	Tech-Etch (USA)	SciEnergy (Japan)	SciEnergy (Japan)
Loch- form	doppelt konisch	doppelt konisch	doppelt konisch	zylindrisch	zylindrisch
Isolator	Polyimid	Polyimid	Kapton	LCP	LCP
$D$ ( $\mu\text{m}$ )	70	70	85	70	70
$d$ ( $\mu\text{m}$ )	50	50	50	70	70
$p$ ( $\mu\text{m}$ )	140	225	140	140	140
$d_{\text{iso}}$ ( $\mu\text{m}$ )	50	50	50	100	50

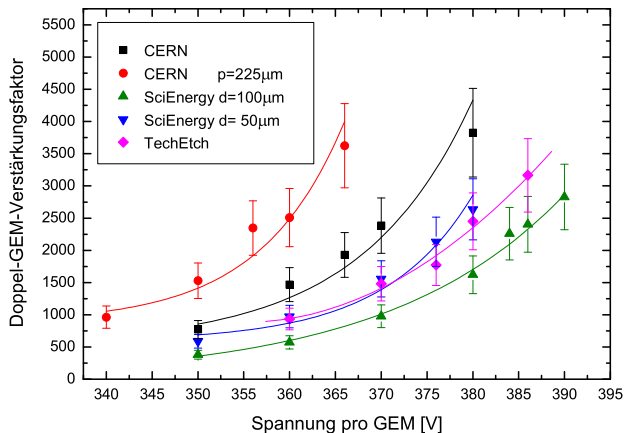
# Verstärkungsmessung CERN-GEMs

## Verstärkung einer Doppel-GEM-Struktur



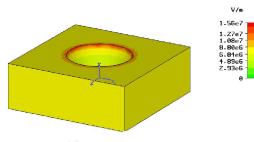
↪ Verwendung einer CERN-GEM (140/70/50) als untere GEM in allen weiteren Messreihen

# Verstärkungsmessungen verschiedener GEMs

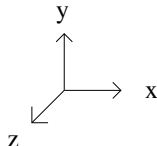


# Simulation der Felder in GEM-Löchern

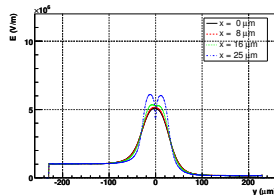
(a) Simulation eines GEM-Loches



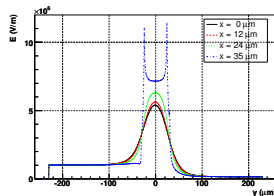
(c) Koordinatensystem  $y \hat{=}$  Dicke der GEM



(b) doppelt konisches Loch,  $d_{ISO}=50 \mu\text{m}$



(d) zylindrisches Loch,  $d_{ISO}=50 \mu\text{m}$



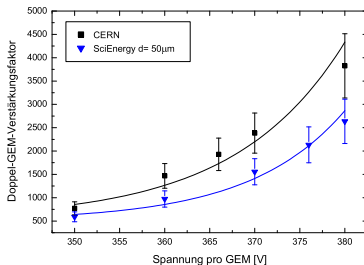
in der Simulation:  
identisches  
Isolatormaterial  
für alle GEMs

↪ elektrische  
Feldstärke:  
im Lochzentrum  
(schwarz) bei  
zylindrischen und  
doppelt konisch  
geformten Löchern  
ähnlich groß

↪ Verstärkung  
resultiert aus  
der Feldstärke

# Vergleich der verschiedenen GEM-Typen

Simulation: Verstärkung im Zentrum von zylindrischen und doppelt konisch geformten Löchern ähnlich

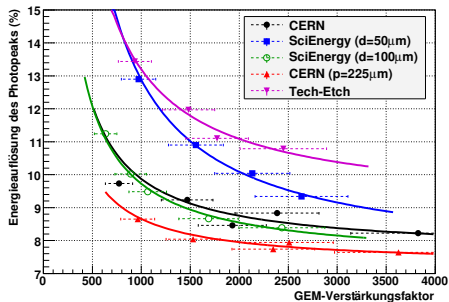
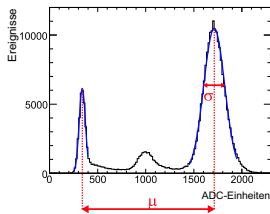


Messdaten: Erreichen höherer Verstärkungen mit der CERN-GEM

↪ Unterschiede in der Lochform und im Isolatormaterial

wünschenswert: Untersuchungen mit GEMs, die sich nur in einem Parameter unterscheiden

# Energieauflösung



Energieauflösung:

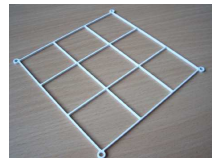
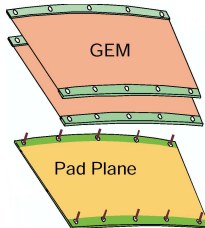
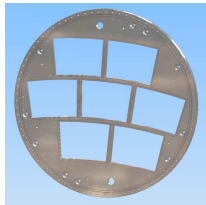
$$\left(\frac{\sigma_E}{E}\right)_{\text{exp}} = \frac{\sigma}{\mu}$$

Vergleich (Dreifach-GEM-Strukturen):

- F. Simon u.a.: 18 %
- P.S. Barbeau u.a.: 16 %
- A. Vogel: 9 %

# GEM-Modul für den *Large Prototype*

- GEMs in gewünschter Form produzieren lassen
- GEM-Modul fertigen
- Klebstoffauswahl
  - ↳ Gitter zwischen den sensitiven GEM-Flächen fixieren



# Zusammenfassung und Ausblick

## Untersuchungen von verschiedenen GEM-Typen

- Verstärkung und Energieauflösungsvermögen in Abhängigkeit von der anliegenden GEM-Spannung
- Verarbeitungseigenschaften
- Stabilität der Messungen (→ Spannungsüberschläge)

↔ CERN-GEMs

## Ausblick

- Messung mit der polnische GEM
- Messung mit den CERN-GEMs mit unterschiedlichen Lochabständen
- GEM-Modul für den *Large Prototype*

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Fragen?