

Auslese einer TPC mit Gas Electron Multiplier (GEM) und Timepix Chips mit vergrößerten Metallpads

DPG Tagung 2012 Göttingen

C. Brezina K. Desch J. Kaminski T. Krautscheid **V. Kroner**

Universität Bonn

24. Februar 2012



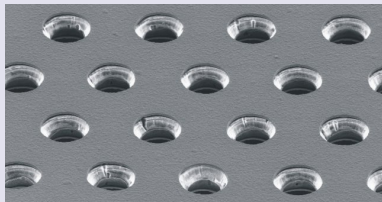
- 1 TPC, GEMs und Timepix Chips
- 2 „Pad-enlarged“ Timepix Chips
- 3 Erprobte Padgeometrien
- 4 Kalibrierung
- 5 Zusammenfassung und Ausblick

Zeitprojektionskammer (TPC): TPC Prototyp in Bonn

- Driftstrecke: 26 cm
- Durchmesser: 23 cm
- geringe Materialkosten
- hohe Effizienz

GEM

- Kupferbeschichtete Kaptonfolie mit chemisch geätzten Löchern
- Lochdurchmesser: 70 μm
- Lochabstand: 140 μm
- Verstärkung mit Stapel aus 3 GEMs $\approx 10^5$



Timepix Chip

- 256×256 Pixel
- $55 \times 55 \mu\text{m}^2$ Pixelgröße
- $1,4 \times 1,4 \text{ cm}^2$ aktive Fläche
- Rauschen $\approx 100 e^-$
- Schwelle $\approx 350 e^-$
- neue Platine mit verbessertem Anschluss

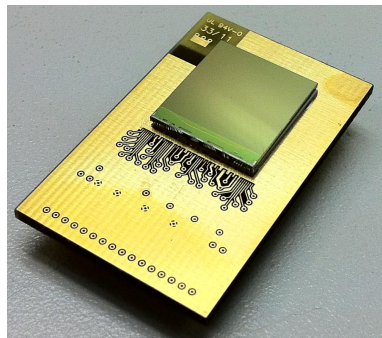


Abbildung: Timepix Chip auf neuer Platine

Timepix Chips und Stapel aus 3 GEMs

- Ladung eines einzelnen primären Elektrons ist über > 60 Pixel verteilt
⇒ hohe Gasverstärkung notwendig
⇒ Pixelgröße ist zu klein
- Struktur der GEM-Löcher kann beobachtet werden
⇒ Auflösungsvermögen höher als notwendig
- Metallpads in einer Größenordnung von einigen $100\ \mu\text{m}$ eventuell besser geeignet
⇒ Geringere Gasverstärkung möglich

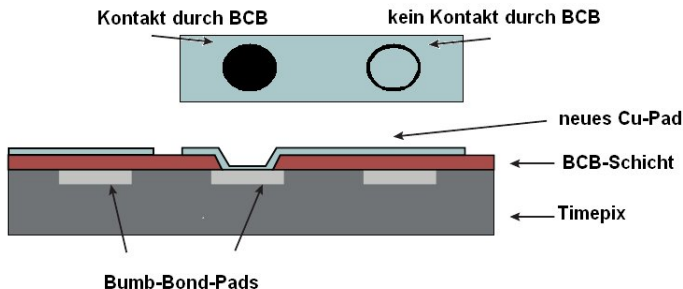
⇒ **Testen von Chips mit größeren Pixeln**

Aber: Design neuer Chips teuer

⇒ Nachbearbeitungsverfahren

Nachbearbeitungsverfahren

- Passivierung: 6 μm dicke Schicht BCB (Benzyklobutan) auf den Timepix Chip aufbringen
- 200 nm dicke Schicht Titan-Wolfram aufbringen
- 300 nm dicke Schicht Kupfer aufbringen
- durch galvanische Schichtabscheidung neue Pads erzeugen
- neue Pads bestehen aus 3-4 μm Kupfer
- Durchkontaktierung zu einem Bumpbond-Pad des Timepix Chips



Chips mit 9 verschiedenen Padgeometrien wurden am Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) in Berlin gefertigt

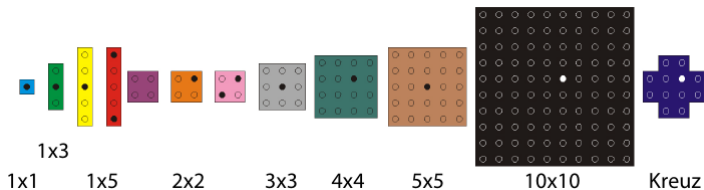


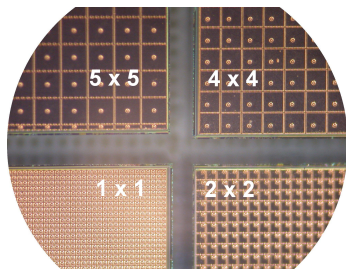
Abbildung: verschiedene Padgeometrien

Ergebnisse (Martin Schultens)

Bisher getestete Padgrößen am
SPS-Beschleuniger (Cern):

(1×1) , (2×2) , (4×4) , (5×5)

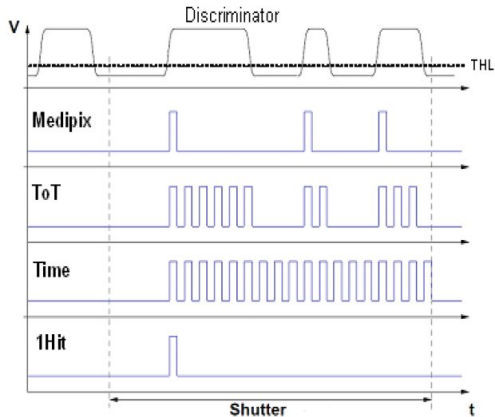
- vergrößerte Pads \rightarrow größere Ladungsdeposition bei gleicher Gasverstärkung
- mit (2×2) und (1×1) -Chips lassen sich einzelne Primärelektronen auflösen (wie mit unbearbeiteten Timepix Chips)



Kalibrierung mit Testpulsen

Vergleich von „Pad-enlarged“ Chips untereinander und mit unbearbeiteten Timepix Chips

- Rauschverhalten / S-Shape Messung
- Ladungskalibrierung
- Zeitkalibrierung / Timewalk Korrektur



Rauschverhalten: S-Shape Messung

σ -Breite des S-Shapes:
Maß für das Rauschen des
Chips

40 mV:

$$\sigma = 4,93493 \pm 0,0005$$

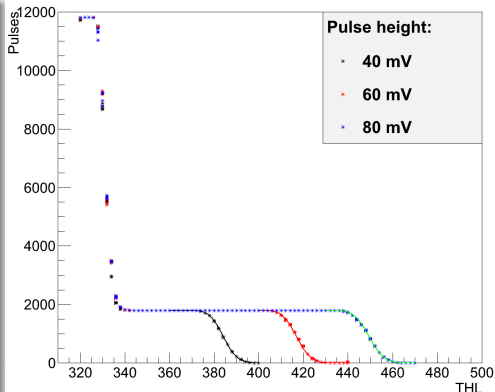
60 mV:

$$\sigma = 5,15494 \pm 0,0005$$

80 mV:

$$\sigma = 5,32923 \pm 0,0006$$

H11-W0019 S-Shape: # pulses per pixel (send 1800 pulses)

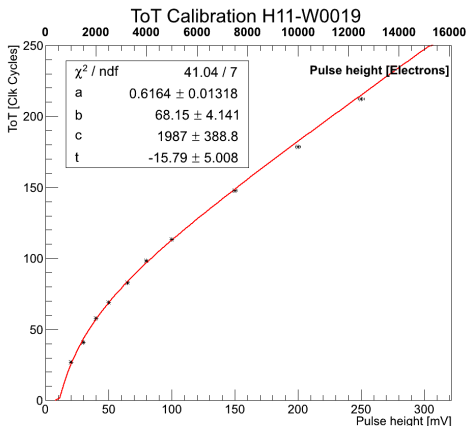


Ladungskalibrierung: ToT-Messung

- gezählte ToT-Taktzyklen in Elektronen umrechnen

Funktion:

$$Y = a \cdot X + b - \frac{c}{X - t}$$

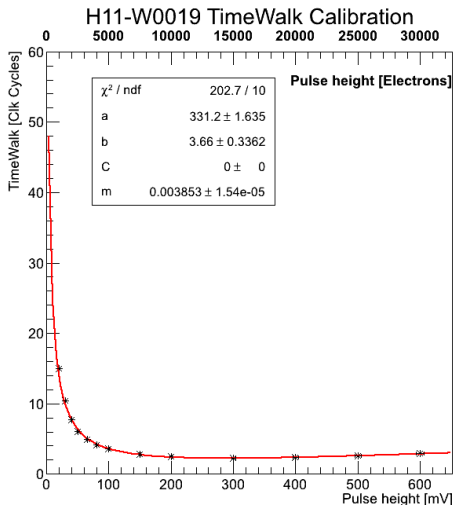


Zeitkalibrierung: Timewalk

- Timewalk: Zeit bis zum Erreichen der Schwelle ist abhängig von der Pulshöhe
- Timewalk-Korrektur notwendig für die korrekte Bestimmung der z-Koordinate

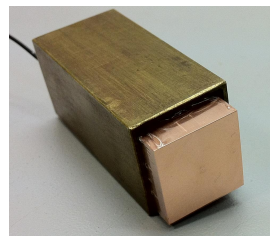
Funktion:

$$Y = \frac{a}{X + b} + m \cdot X$$



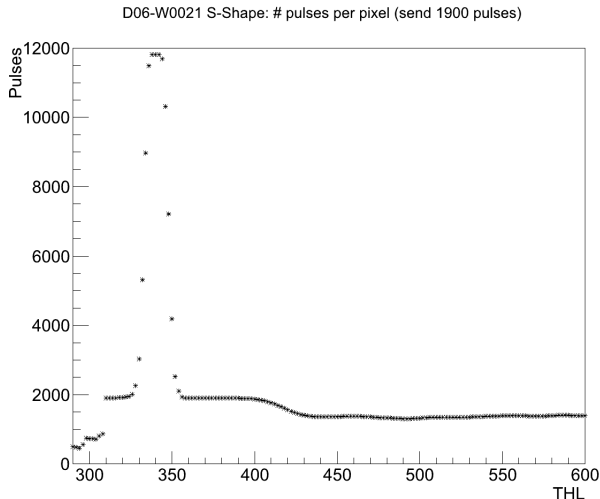
Kalibrierung mit Testpulsen

- Problem: Testpulse erreichen Chip nicht
- Ursache in Analyse
- Workaround/Fehlersuche:
 - Kupferquader an Pulser angeschlossen
 - Trennschicht zwischen Kupfer und Chip: 30 μm dicke Kunststoffolie
 - provisorischer Pulser wird manuell auf Chip gesetzt
- Probleme mit Workaround:
 - Kontaktprobleme
 - Beschädigung des Chips möglich
 - Polierung des Kupferquaders bei Datennahme sichtbar



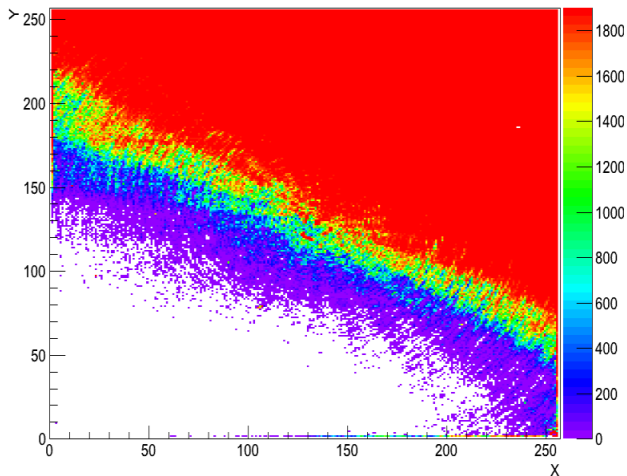
Kalibrierung „Pad-enlarged“ Timepix Chips

Erste Messungen mit provisorischem Pulser (1×1 Pad-enlarged):
S-Shape Messung



Kalibrierung „Pad-enlarged“ Timepix Chips

THL: 450



Zusammenfassung

- Kalibrierung unbearbeitete Timepix Chips erfolgreich
- Probleme beim Testaufbau „Pad-enlarged“ Timepix Chip müssen behoben werden

Ausblick

- Kalibrierung von „Pad-enlarged“ Timepix Chips
- Vergleich untereinander und mit unbearbeiteten Timepix Chips
- Inbetriebnahme Oktoboard
- Teststrahlungsmessung: verschiedene Pixelgrößen in Hinblick auf Auflösungsvermögen und Nachweis von Spuren untersuchen