HV-MAPS Ergebnisse für Detektionsenergie und Schwellenkalibration

Jan Hammerich für die Mu3e Kollaboration

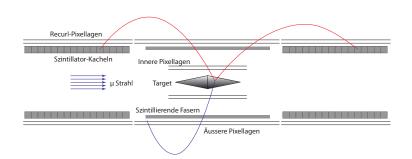
Physikalisches Institut Heidelberg

DPG Frühjahrstagung Hamburg





Mu3e



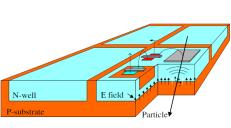
- Gute Vertexauflösung
- Gute Zeitauflösung
- Gute Impulsauflösung

- Wenig Material (1‰ X₀ pro Lage)
- Niedrige Elektronenenergie (≈ 2 keV)
- Wenig Rauschen

2. März 2016 HV-MAPS Tuning Jan Hammerich 2 / 13

Der MuPix Chip Detektionsenergie Tuning Backup

Hochspannungs monolithische aktive Pixelsensoren



I.Peric, P. Fischer et al., NIM A 582 (2007) 87

Das Mu3e Experiment

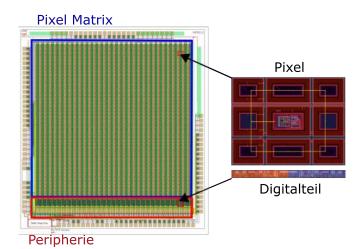
- Tiefe n-Wanne in p-dotiertem Substrat mit Hochspannung in Sperrrichtung
- Verarmungszone ist das aktive Sensorvolumen
- Schnelle Ladungssammlung via Drift
- Sensor kann auf $\leq 50\mu m$ gedünnt werden

2. März 2016 HV-MAPS Tuning Jan Hammerich 3 / 13

Der MuPix Chip Detektionsenergie Tuning

Der Chip

Das Mu3e Experiment

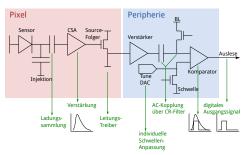


- lacktriangle Pixelgröße $80 imes 103 \mu m$
- Chipgröße 2.9 × 3.2mm

Backup

Pixel Elektronik

Das Mu3e Experiment



 Ladungssensitive Verstärker im Pixel

Backup

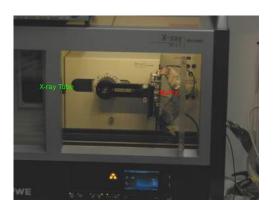
- Komparator in der Peripherie
- Digitale Auslese
- Verhalten wird von Bias-Strömen kontrolliert
- Komparatorschwelle kann pro Pixel individuell angepasst werden (tuning)

2. März 2016 HV-MAPS Tuning Jan Hammerich 5 / 13

Detektionsenergie

Das Mu3e Experiment

- Elektronen deponieren nur ca. 4 keV in der Verarmungszone
- Wenige radioaktive Quellen in diesem Energiebereich
- → Messung mit
 Röngenstrahlung

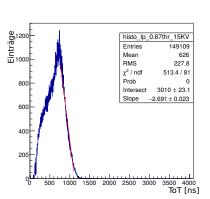


Backup

2. März 2016 HV-MAPS Tuning Jan Hammerich 6 / 13

Methode

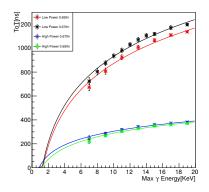
- Time over Threshold (ToT)
 Information für 1 Pixel
- Energiebegrenzung über Elektrodenspannung
- Maximale ToT aus dem Spektrum extrapoliert



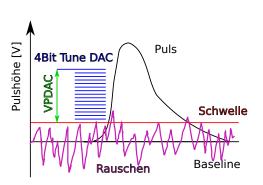
2. März 2016 HV-MAPS Tuning Jan Hammerich 7 / 13

ToT gegen Röntgenenergie

- Extrapolation mit vereinfachtem RC-CR
 Pulsmodell
- Erwartete Energiedeposition: 4 keV
- Mit hoher Schwelle Auflösung bis 2 keV
- Weitere Messungen geplant



2. März 2016 HV-MAPS Tuning Jan Hammerich 8 / 13

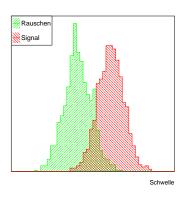


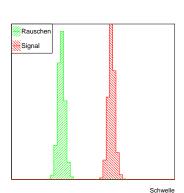
- Mu3e arbeitet mit hoher Rate
- → Viel Kombinatorik
 - Tune Schaltkreis um Pixel zu Pixel Variationen zu kompensieren
 - Jedes Pixel hat einen eigenen 4-Bit DAC
 - TuneDACs werden von einem globalen Bias Strom versorgt

2. März 2016 HV-MAPS Tuning Jan Hammerich 9 / 13

Das Mu3e Experiment Der MuPix Chip Detektionsenergie **Tuning** Backup

Methode





- Messung der Rauschsrate
- Schiebe mit dem TDAC bis zu einer gewählten Schwelle

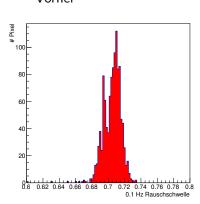
2. März 2016 HV-MAPS Tuning Jan Hammerich 10 / 13

Der MuPix Chip Detektionsenergie **Tuning** Backup

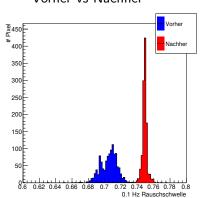
Rauschschwelle

Das Mu3e Experiment

Vorher

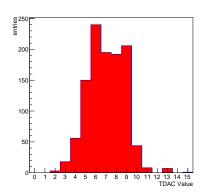


Vorher vs Nachher



2. März 2016 HV-MAPS Tuning Jan Hammerich 11 / 13

TDAC Verteilung



- Rauschen stark unterdrückt
- Verteilung mit Mitte bei 7
- Dynamischer Bereich ist voll ausgenutzt
- Wenige Ausreißerpixel
- Effizienz?

2. März 2016 HV-MAPS Tuning Jan Hammerich 12 / 13

Der MuPix Chip Detektionsenergie **Tuning** Backup

Zusammenfassung und Ausblick

 Detektionsenergie ausreichend

Das Mu3e Experiment

- \rightarrow Weitere Messungen sind geplant
 - Tunen reduziert Rauschen stark
- → Hohe Effizienz bei geringem Rauschen(Vortrag T 99.5)



2. März 2016 HV-MAPS Tuning Jan Hammerich 13 / 13

Backup

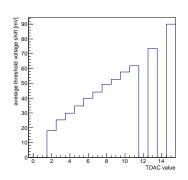
Backup

2. März 2016 Jan Hammerich 13 / 13 **HV-MAPS Tuning**

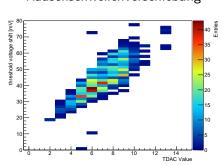
Rauschschwellenverschiebung

Das Mu3e Experiment

Mittlere Rauschschwellenverschiebung



Rauschschwellenverschiebung

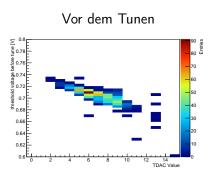


2. März 2016 HV-MAPS Tuning Jan Hammerich 13 / 13

Der MuPix Chip Detektionsenergie

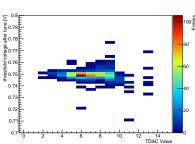
TDAC Korrelation

Das Mu3e Experiment



Nach dem Tunen

Backup



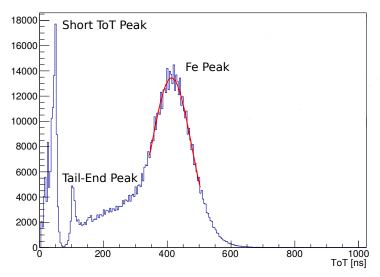
13 / 13 2. März 2016 **HV-MAPS Tuning** Jan Hammerich

Der MuPix Chip Detektionsenergie Tuning

Backup

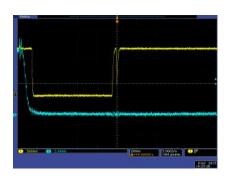
Fe55 Spektrum

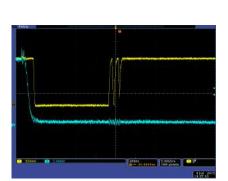
Das Mu3e Experiment



2. März 2016 HV-MAPS Tuning Jan Hammerich 13 / 13

Nachpulse





2. März 2016 **HV-MAPS Tuning** Jan Hammerich 13 / 13