

Das HV-MAPS basierte MuPix Teleskop

DPG Frühjahrstagung in Wuppertal

Jonathan Philipp
für die Mu3e Kollaboration

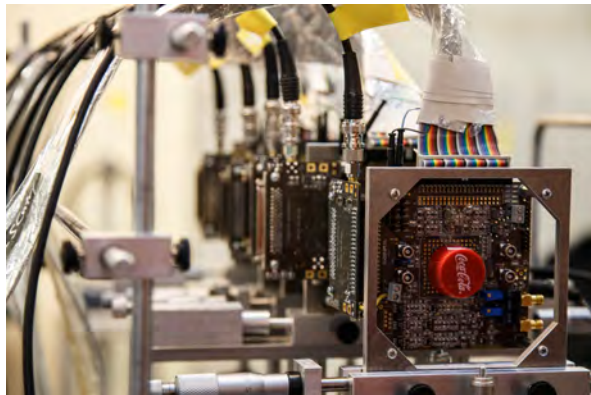
10. März 2015



Motivation

Warum werden Strahlenteleskope benötigt?

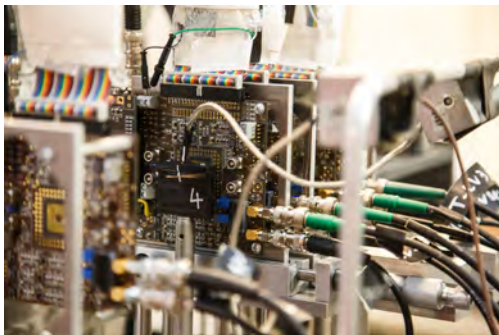
- Spurrekonstruktion
→ Test neuer Sensoren
- Charakterisierung der Vielfachstreuung von Materialien



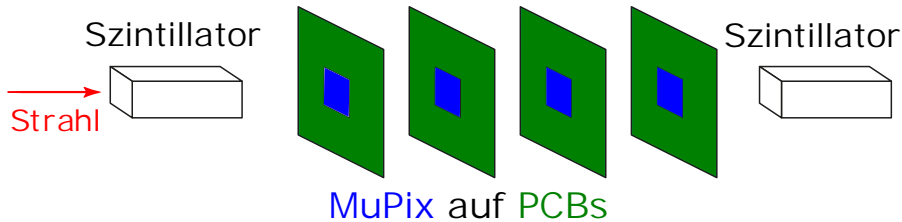
Motivation

Warum ist ein Strahlteleskop mit HV-MAPS sinnvoll?

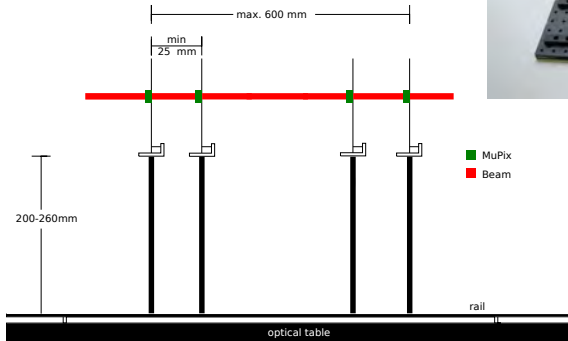
- Teleskop für niederenergetische Teilchen, welches hohe Raten verarbeiten kann
- $\Theta_{MS} \propto \frac{1}{p} \sqrt{\frac{x}{X_0}} \rightarrow$ Minimierung des Materials
- Integrationstest des Mu3e Experiments



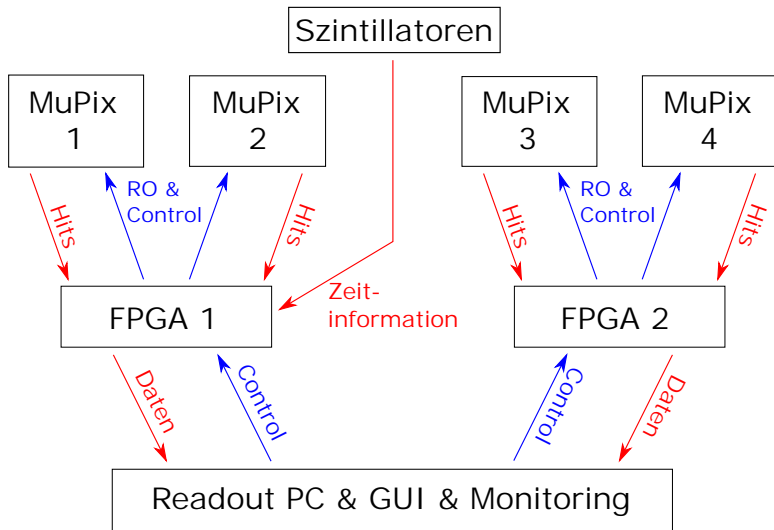
Konzept



- optomechanische Komponenten von Thorlabs[®]
- präzise und kompakt



Datennahme



Teststrahl am PSI im Juli 2014

- Mischung aus Pionen, Myonen and Elektronen
- Impuls: 250 MeV

Teststrahl am DESY im März 2015

- Elektronen
- Impuls: 5 GeV



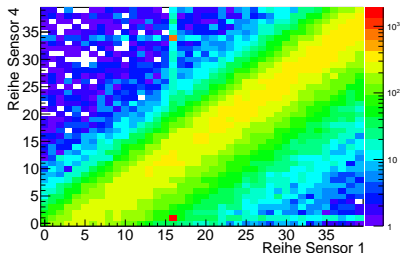
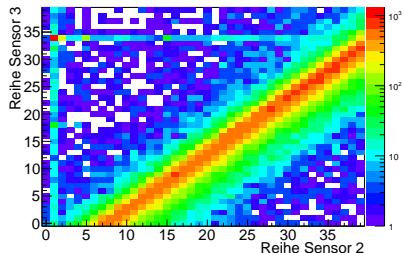
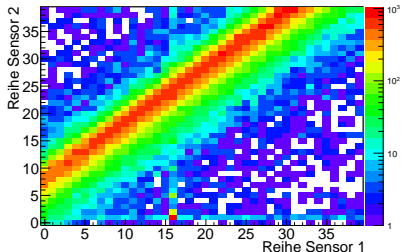
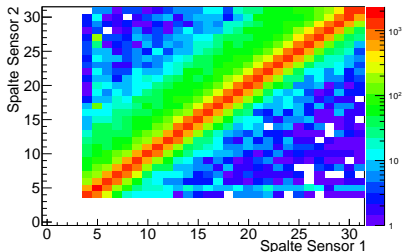
maximale Spurrate

- maximal erreichte Trefferrate:
1,5 MHz
 - kein Problem für die Datenaufnahme
 - Flaschenhals: Kommunikation zwischen FPGA und PC
 - Direct Memory Access
 - 100 MHz möglich



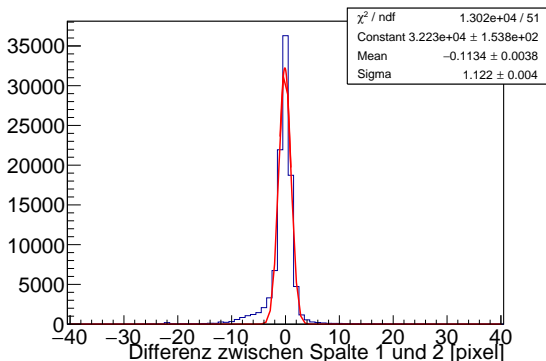
Mechanische Präzision & Korrelationen

maximale Verschiebung zweier Lagen: 8 Pixel $\hat{=} 0,64$ mm



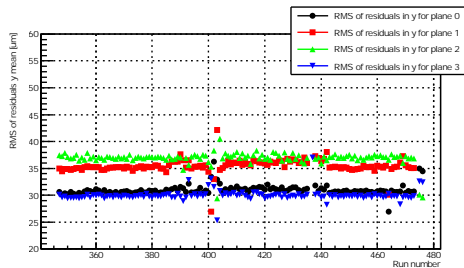
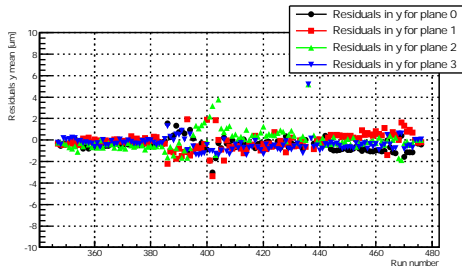
Verteilungsbreiten

- Mittelwert: 0,1 Pixel
- Sigma: 1,12 Pixel
- intrinsische Pixelauflösung: $\frac{1}{\sqrt{12}} \approx 0,28$ Pixel



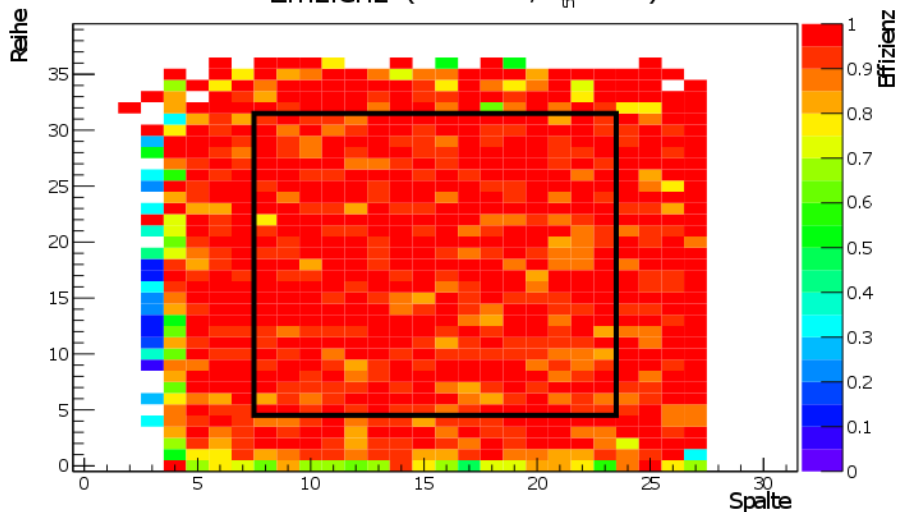
- Sensordicke: 250 μm
→ $\frac{x}{X_0} = 2,1 \%$
→ Pixel ausreichend klein
→ Sensoren dünnen

Ausrichtung



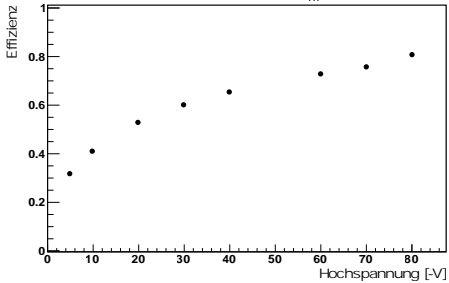
Effizienz

Effizienz (HV= -60V, $V_{th}=0.7V$)

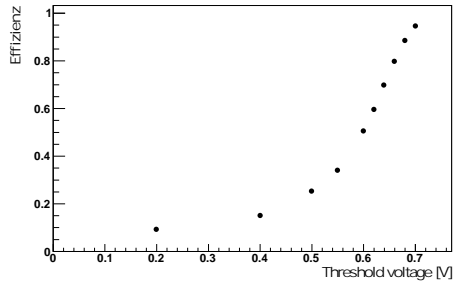


Effizienz

Hochspannungs-Scan ($V_{th} = 0,65V$)

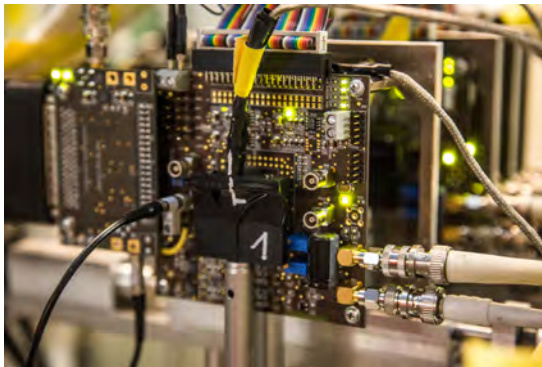


Threshold scan (HV = -60V)

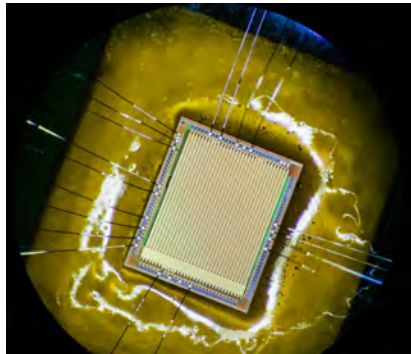


Zusammenfassung

- erstes HV-MAPS Teleskop erfolgreich im Betrieb
- hohe Teilchenraten (1,5 MHz) können verarbeitet werden
- Teststrahlanalyse mit neuem Prototyp noch nicht beendet



- höhere Teilchenraten
- Echtzeitspurrekonstruktion
- weitere Testbeams
- neuer Prototyp MuPix7



Backup

	Timepix Telescope [5]	EUDET Telescopes [6]	HV-MAPS Telescope
Pixel size	55 μm	18.4 μm	80 μm
Pointing resolution (180 GeV π)	2 μm	1.8 μm	\approx 12 μm
50 MeV e^{-} (¹¹)	400 μm	180 μm	150 μm
Material	300 μm sensor 700 μm readout	50 μm sensor 50 μm protective foil	50 μm sensor
in radiation lengths	2.8%	0.7 ‰	0.5 ‰
Time resolution	1 ns (in special plane) 16 ms otherwise	115.2 μs	50 ns
Frame rate	60 Hz	9 KHz	20 MHz
Maximum track rate	15.5 KHz	\approx 100 KHz	\approx 20 MHz
Track reconstruction	offline	offline	online

