

# Das HV-MAPS basierte MuPix Teleskop

DPG Frühjahrstagung in Wuppertal

Jonathan Philipp  
für die Mu3e Kollaboration

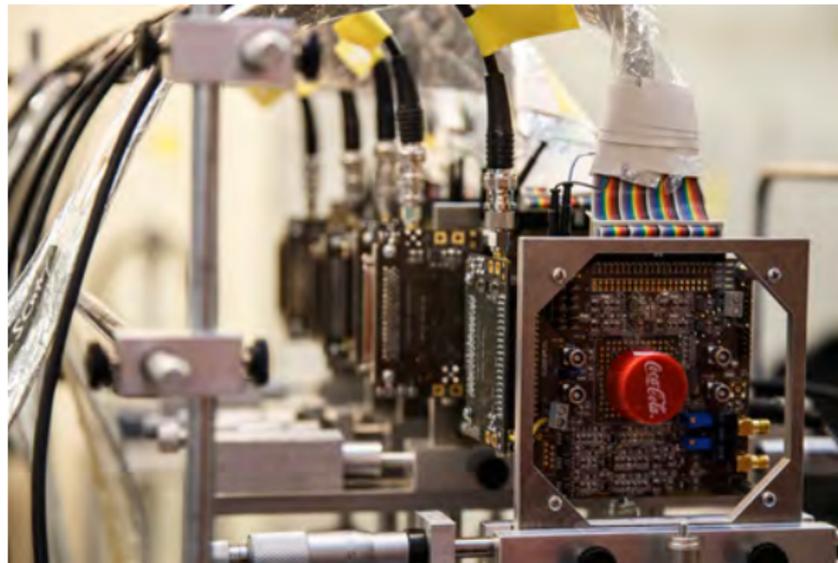
10. März 2015



# Motivation

## Warum werden Strahlenteleskope benötigt?

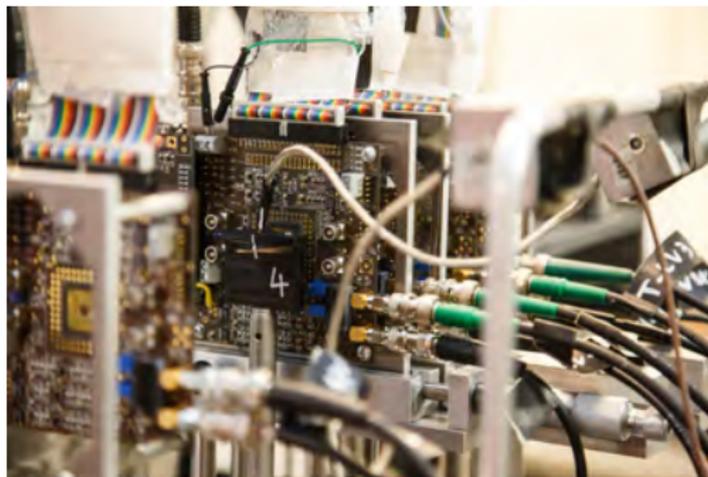
- Spurrekonstruktion  
→ Test neuer Sensoren
- Charakterisierung der Vielfachstreuung von Materialien



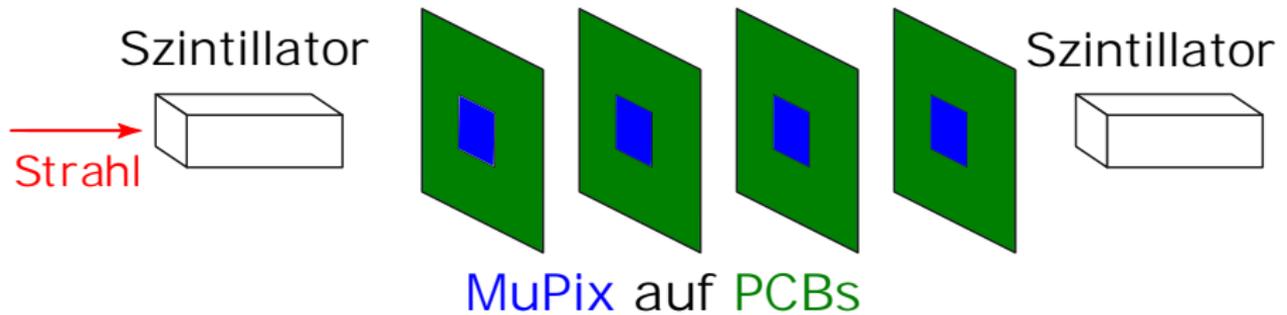
# Motivation

## Warum ist ein Strahlteleskop mit HV-MAPS sinnvoll?

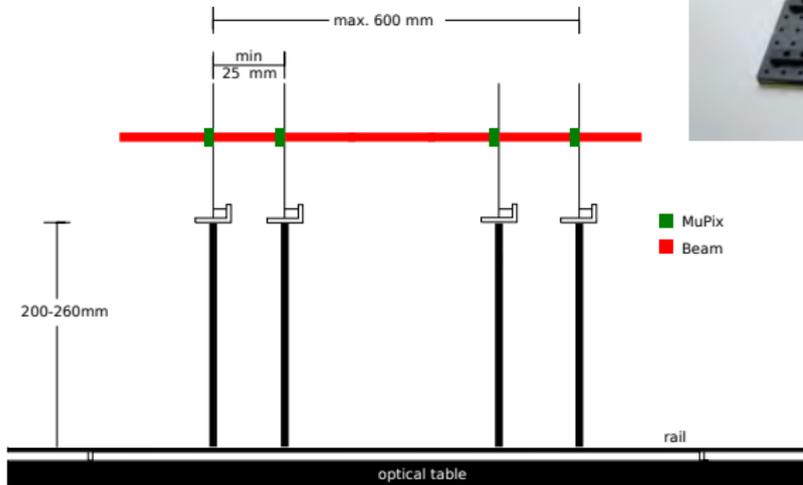
- Teleskop für niederenergetische Teilchen, welches hohe Raten verarbeiten kann
- $\Theta_{MS} \propto \frac{1}{p} \sqrt{\frac{x}{X_0}} \rightarrow$  Minimierung des Materials
- Integrationstest des Mu3e Experiments



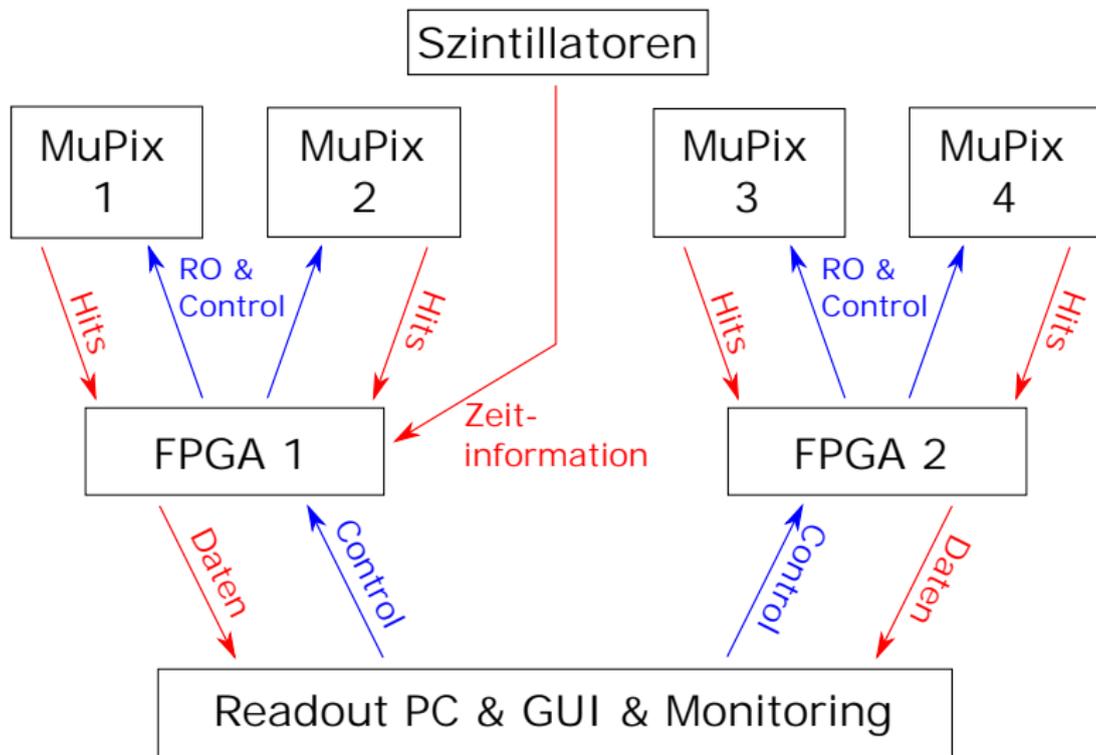
# Konzept



- optomechanische Komponenten von Thorlabs<sup>®</sup>
- 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



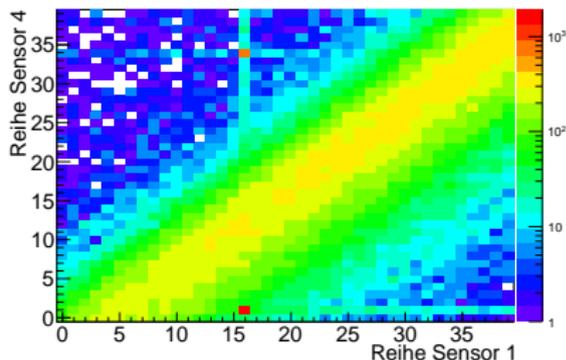
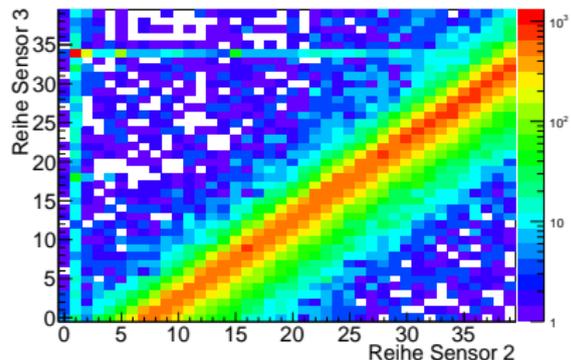
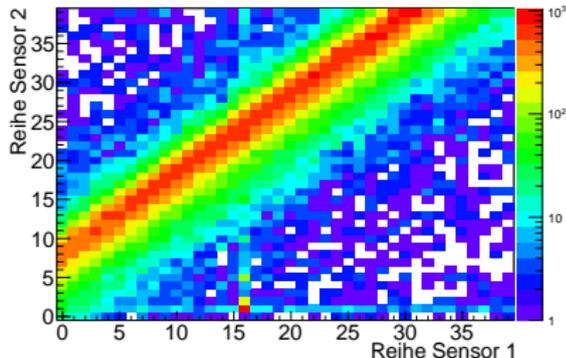
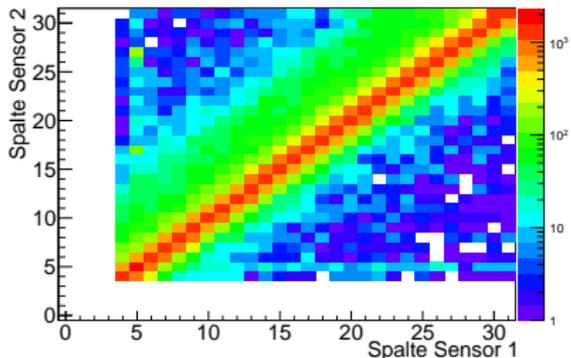
## maximale Spurrate

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



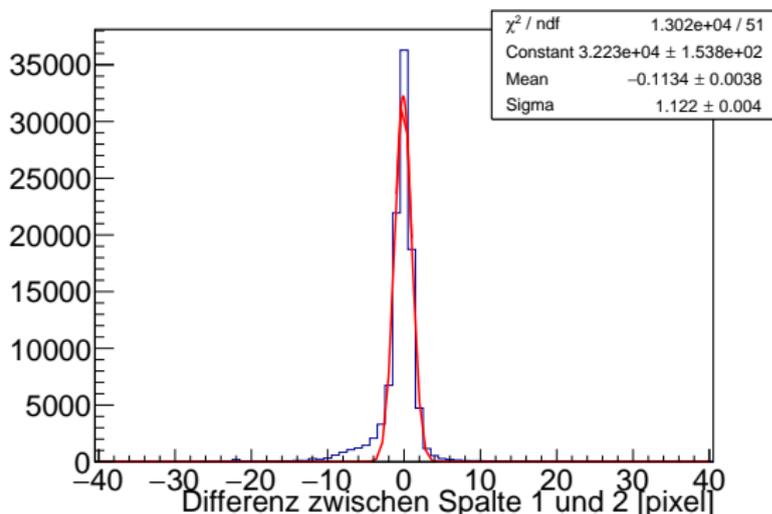
# Mechanische Präzision & Korrelationen

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



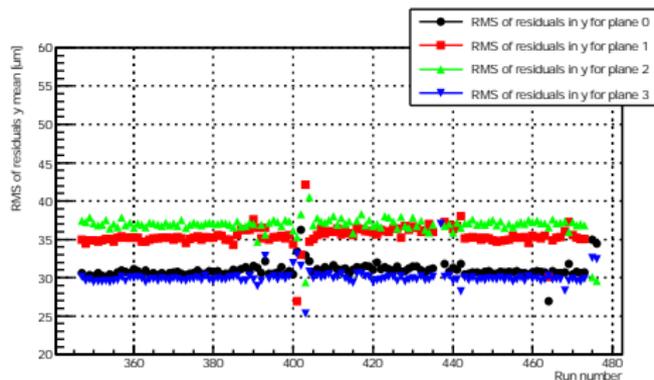
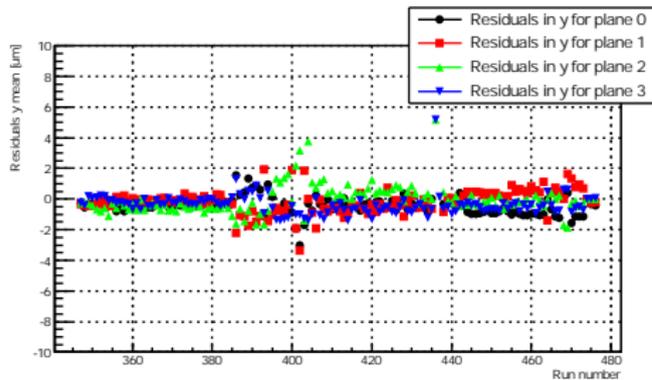
# Verteilungsbreiten

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



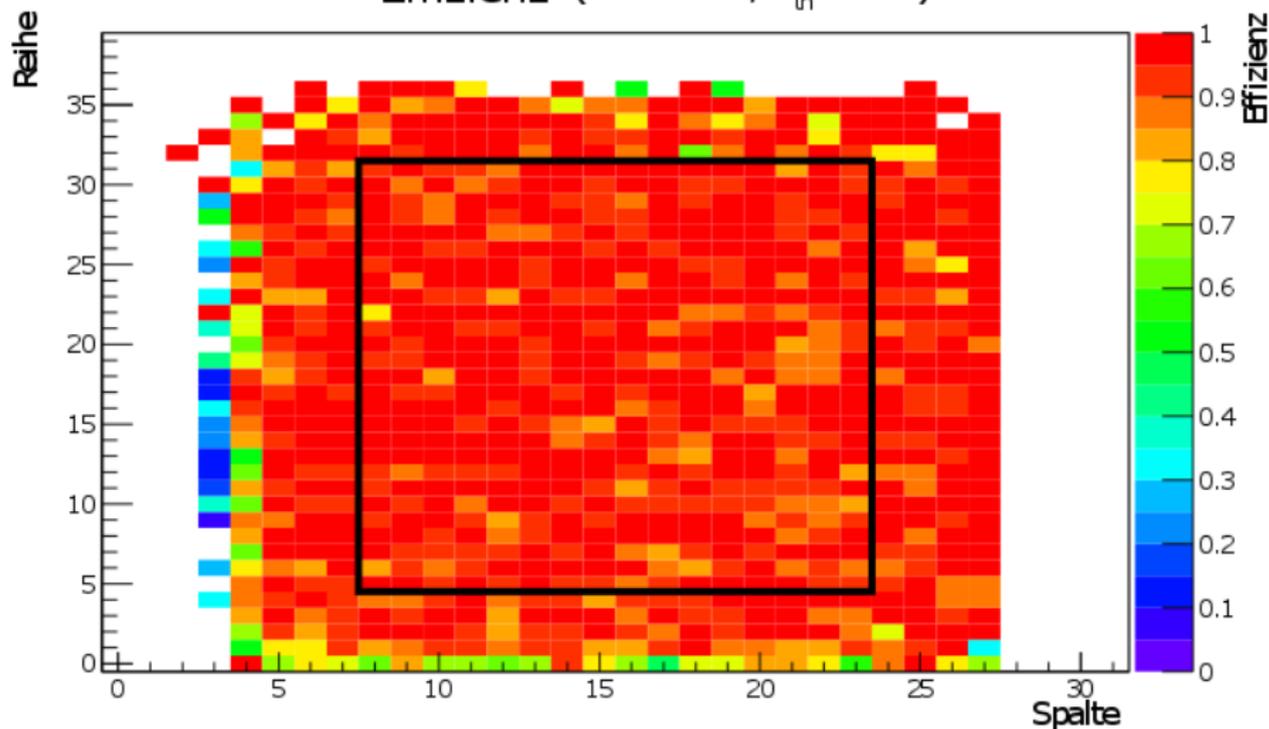
- Sensordicke: 250  $\mu\text{m}$   
→  $\frac{x}{X_0} = 2,1 \text{ ‰}$   
→ Pixel ausreichend klein  
→ Sensoren dünnen

# Ausrichtung



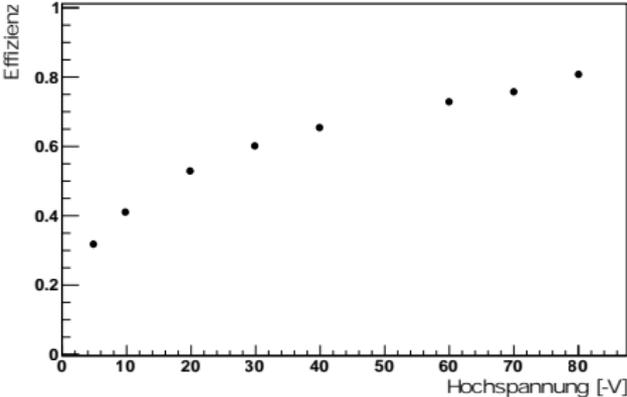
# Effizienz

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

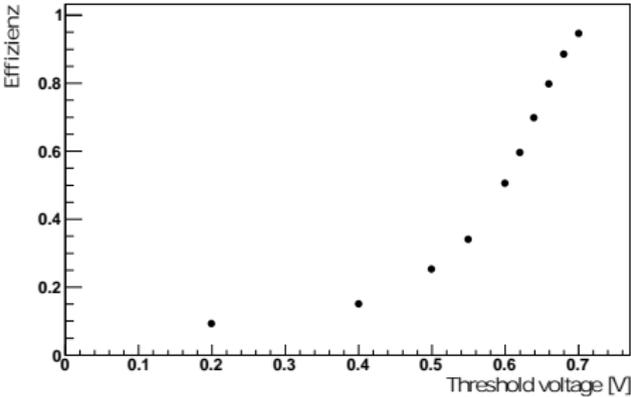


# Effizienz

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

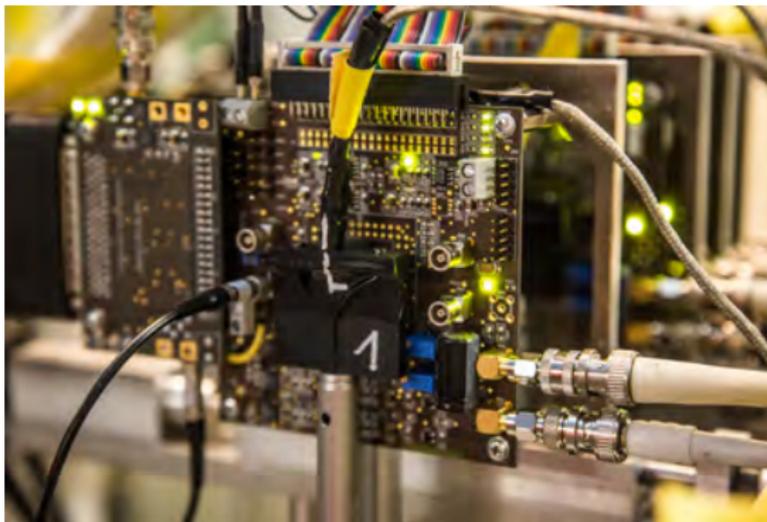


Threshold scan (HV = -60V)

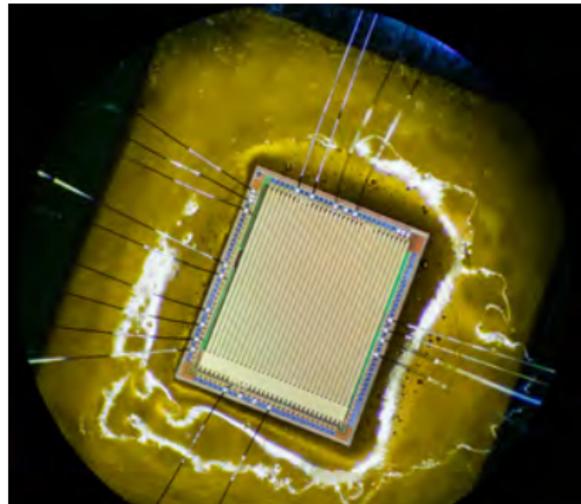


# Zusammenfassung

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



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



# Backup

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

