

# Teststrahlmessungen einer GEM-basierten TPC mit simultaner Datenauslese von acht Timepix-Chips

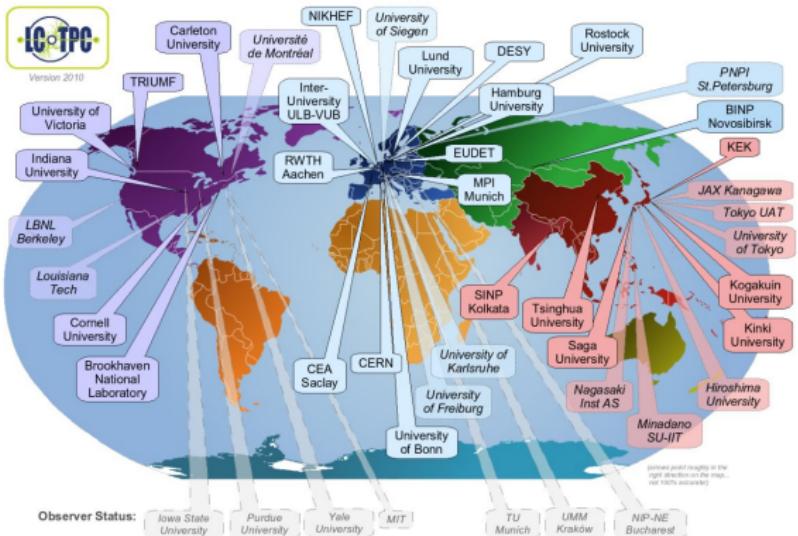
Frederik Klöckner

für die LC-TPC-Kollaboration

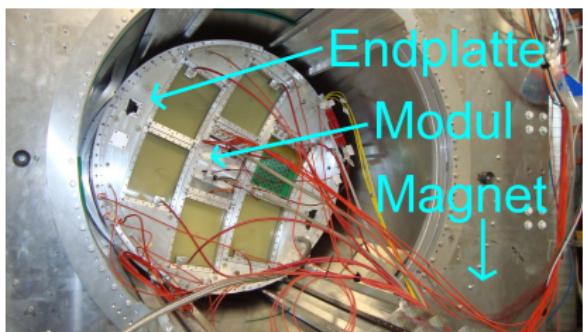


Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft  
Bonn, 18. März 2010





- Internationaler Zusammenarbeit von Mitglieder aus 3 verschiedenen Kontinenten
- Ziel ist die Entwicklung einer Zeitprojektionskammer (TPC) für den ILC

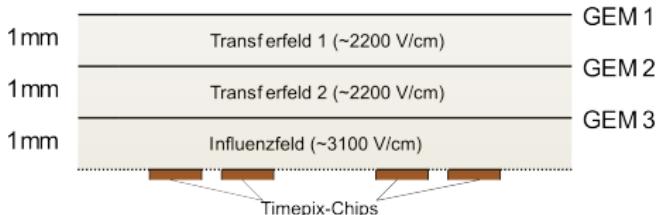


## Detektorstand am DESY

- $e^-$ -Teststrahl vom Synchrotron DESY II (maximal 6 GeV)
- 2 Szintillator-Trigger
- Supraleitender Solenoid-Magnet (maximal 1.25 T)
- TPC-Länge 61 cm
- TPC-Durchmesser 72 cm
- Endplatte für simultanes Messen von 7 Modulen

## Gasverstärkung

- Dreilagiger GEM-Stapel
- Lochdurchmesser:  $70\ \mu\text{m}$
- Lochabstand:  $140\ \mu\text{m}$
- Abstand zwischen GEMs: 1 mm
- Abstand zwischen GEM und Chips: 1 mm



## Auslesebereich

- 8 Timepix-Chips (zwei Platinen von NIKHEF mit je 4 Chips)
- $256 \times 256$  Pixel pro Chip
- $55\ \mu\text{m} \times 55\ \mu\text{m}$  Pixelgröße
- Pixel können Zeit oder Ladung messen
- $> 0.5$  Mio Kanäle

# Das Auslesemodul

Anodenplatte

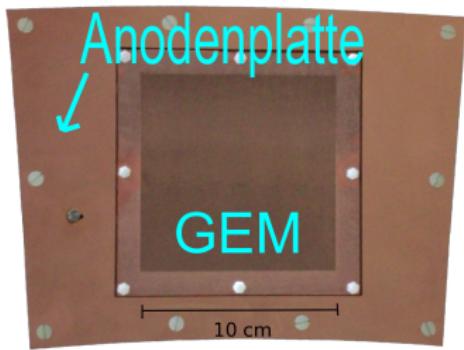
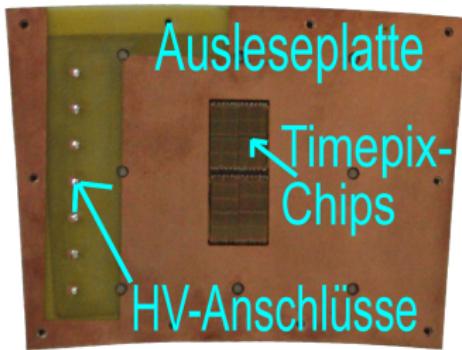
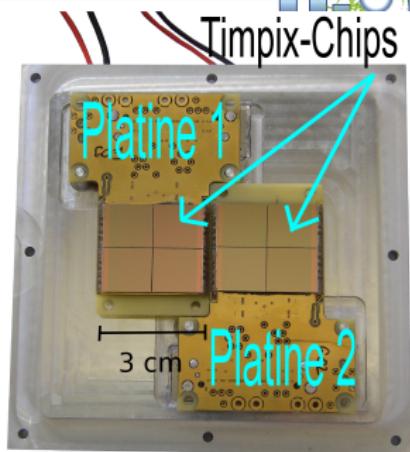
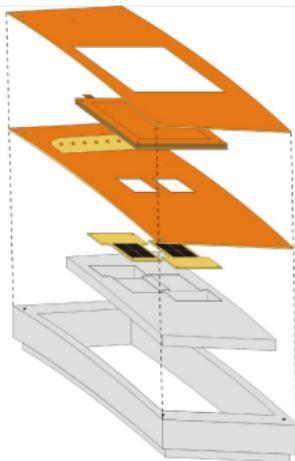
GEM-Stapel

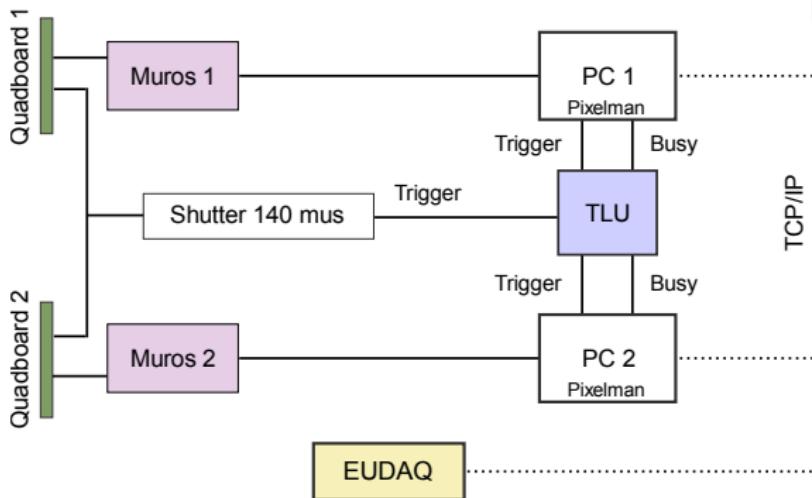
Ausleseplatte

Timepix-Chips

Platinenhalterung

Präzisionsrahmen





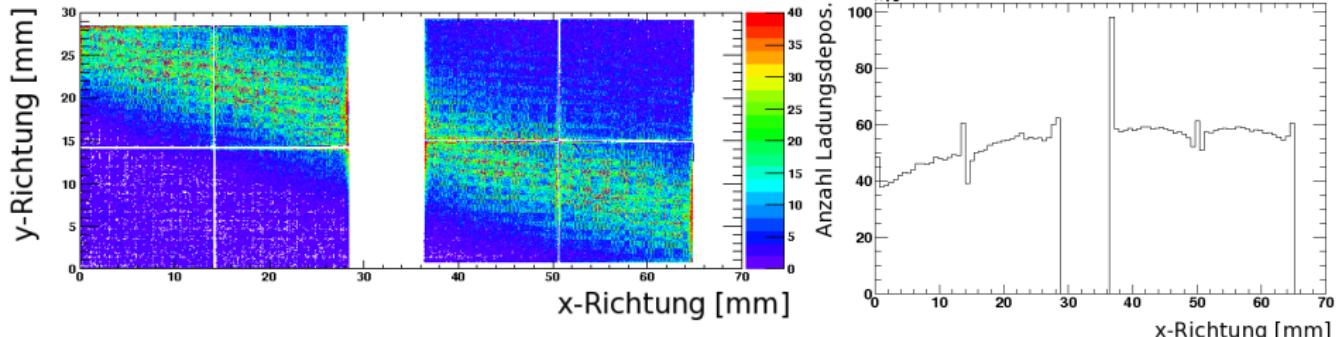
- Rechner zur Datennahme durch **Trigger Logic Unit** synchronisiert
- Datennahmesystem (EUDAQ) :
  - Sendet Befehle an Pixelman Plugins
  - Empfängt Rohdaten
  - Wandelt die Rohdaten in ein LCIO-Datenformat um

## He/CO<sub>2</sub> 70/30:

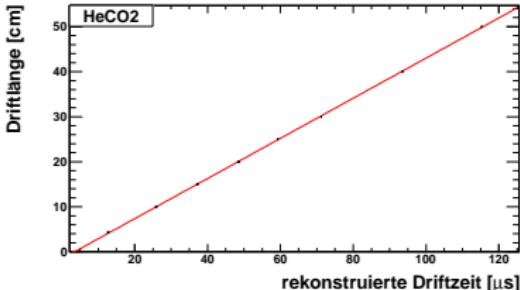
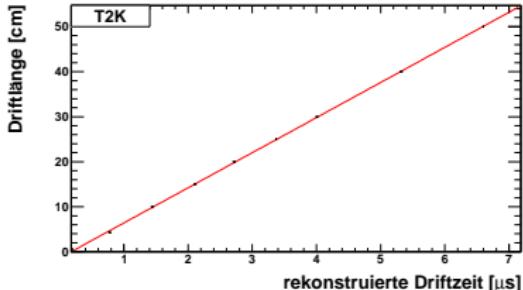
Driftstrecke [cm]	4.3 ; 10 ; 15 ; 20 ; 25 ; 30 ; 40 ; 50
Drehung um z-Achse	5° ; 10° ; 0° ; -5° ; -10°
Teilchenenergie	1 GeV ; 1.6 GeV ; 2.6 GeV ; 3.8 GeV ; 5 GeV
GEM-Spannung	355 V ; 370 V ; 385 V ; 395 V ; 405 V ; 415 V
Magnetfeld	0 T ; 1 T

## Ar:CF<sub>4</sub>:iButan 95:3:2 (T2K)

Driftstrecke [cm]	4.3 ; 10 ; 15 ; 20 ; 25 ; 30 ; 40 ; 50
Drehung um z-Achse	5° ; 10° ; 0° ; -5° ; -10°
Teilchenenergie	1 GeV ; 1.6 GeV ; 2.6 GeV ; 3.8 GeV ; 5 GeV
GEM-Spannung	260 V ; 270 V ; 280 V
Magnetfeld	0 T ; 1 T
	Laser Punkte bei 1 T



- Homogenes Ansprechen über dem ganzen Modul
- Beamprofil ist gut erkennbar
- Häufiges Ansprechen der Chipgrenzen sind auf ein inhomogenes E-Feld und der Kastenbreite zurückzuführen
- Chiplage ist mit Hilfe eines fahrbaren Tisches und einem Mikroskop auf  $2\text{ }\mu\text{m}$  exakt bestimmt



- Vergleich der Driftgeschwindigkeiten:  
rekonstruiert - von Magboltz berechnet

$$v_{\text{rekonstruiert}} = (0.446 \pm 0.001) \frac{\text{cm}}{\mu\text{s}} \quad \text{für HE:CO}_2 \text{ 70:30}$$

$$v_{\text{theoretisch}} = (0.456 \pm 0.001) \frac{\text{cm}}{\mu\text{s}}$$

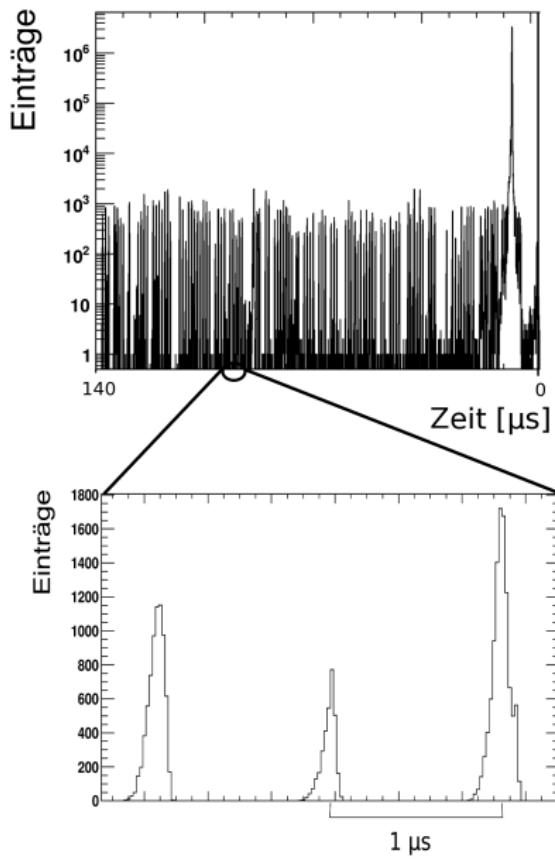
$$v_{\text{rekonstruiert}} = (7.799 \pm 0.025) \frac{\text{cm}}{\mu\text{s}}$$

$$v_{\text{theoretisch}} = (7.848 \pm 0.002) \frac{\text{cm}}{\mu\text{s}}$$

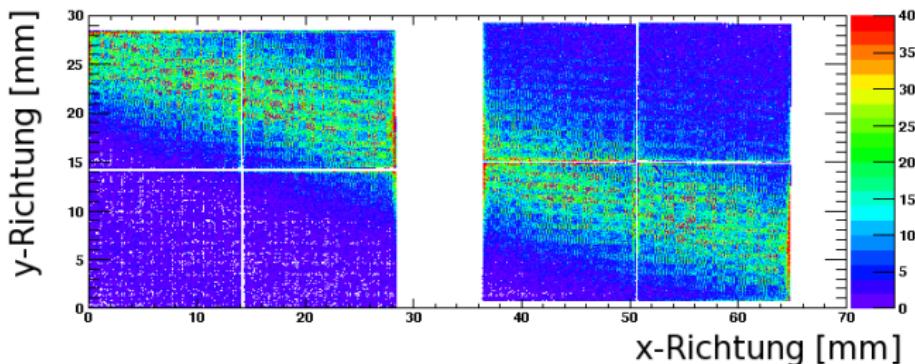
für Ar:CF<sub>4</sub>:iButan 95:3:2

- Vorläufige Ergebnisse stimmen mit den Erwartungen überein
- Kleine Abweichungen bei langsam Driftgeschwindigkeiten können durch geringe Verunreinigungen im Gas erklärt werden (H<sub>2</sub>O)

# Zeitlicher Verlauf der Ladungsdeposition



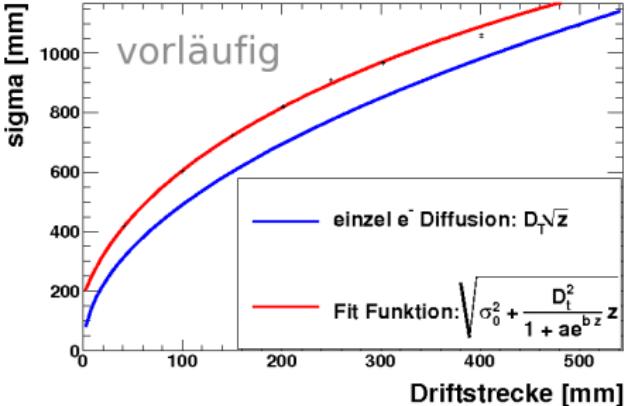
- Deutlicher Peak der Trigger-Teilchen
- Periodische Ladungsdepositionen (Synchrotronfrequenz 1MHz)
- 1 MHz entsprechen 78 mm (T2K) und 4.4 mm (He:CO<sub>2</sub>) Drift in z-Richtung



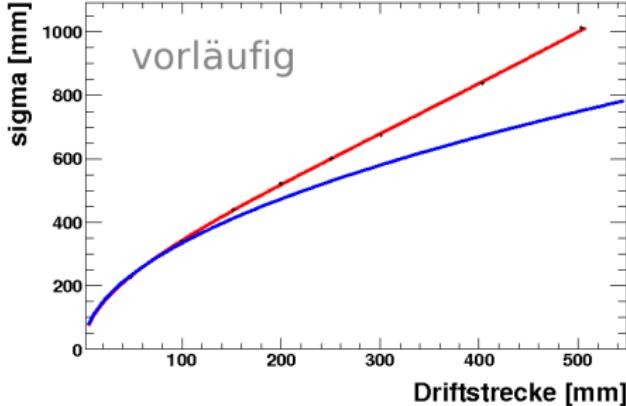
## Analyse der Ortsauflösung

- Betracht Einzelpuren
- Minimieren des periodischen Hintergrundes  
→ Ladungsdepositionen in z-Richtung  $\Delta z = \pm 70$  mm
- Ausschliessen von extrem kurzen Spuren und nicht getrennte Doppelpuren  
→ 40 bis 110 Ladungsdepositionen pro Spur
- Vermeiden von Teilchen, die nicht zum Strahl gehören  
→ Spuren mit nicht zu großen Abweichungen des Einfallswinkels in der X-Y Ebene und in z-Richtung

## Ortsauflösung (transversal) HeCO<sub>2</sub>



## Ortsauflösung (transversal) T2K



- Stärkerer Einfluß von Gasverunreinigungen bei langsameren Gasen
- Untergrund beeinflusst die Ortsauflösung
- Abweichungen bei längeren Driftdistanzen deuten auf ein inhomogenes Magnetfeld
- Weitere Untersuchungen sind notwendig

## Zusammenfassung

- Die LCTPC-Kollaboration verfügt mit dem Teststand am DESY über eine vielseitig einsetzbare TPC zum erproben neuer Auslesesysteme (Timepix-Chips, Pads, Micromegas, GEM)
- Erfolgreiche Datennahme simultaner Auslese von acht Timepix-Chips + GEMs
- Erste Analysen sehen sehr vielversprechend aus

## Ausblick

- Analysen der Spureigenschaften (Orts- und Impulsauflösung)
- $dE/dx$  Messung