

Test einer GEM-basierten Zeitprojektionskammer mit Pixelauslese am CERN

DPG Frühjahrstagung
18. März 2010

Martin Schultens ¹

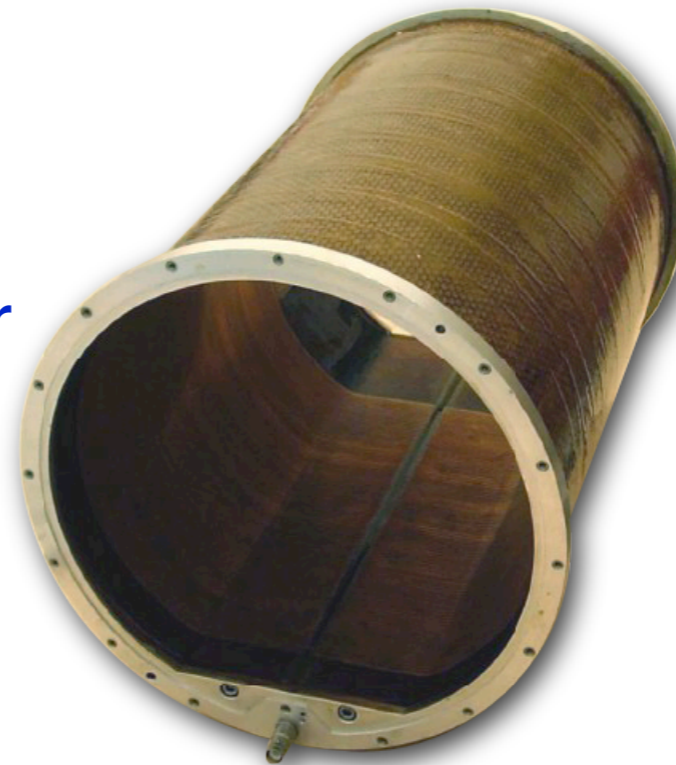
Christoph Brezina ¹, Klaus Desch ¹, Jochen Kaminski ¹,
Martin Killenberg ³, Frederik Klöckner ¹, Markus Köhli ²,
Thorsten Krautscheid ¹, Uwe Renz ²



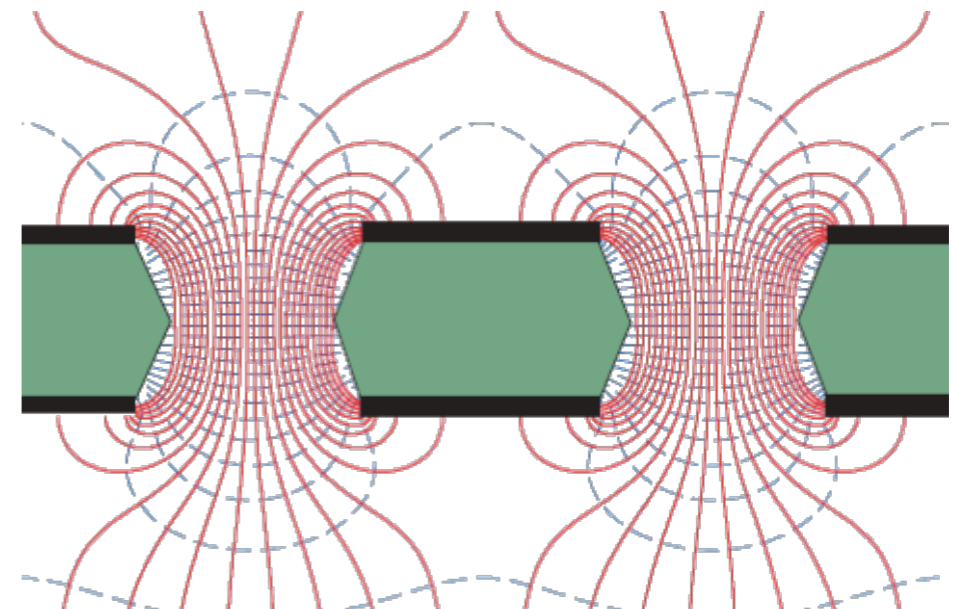
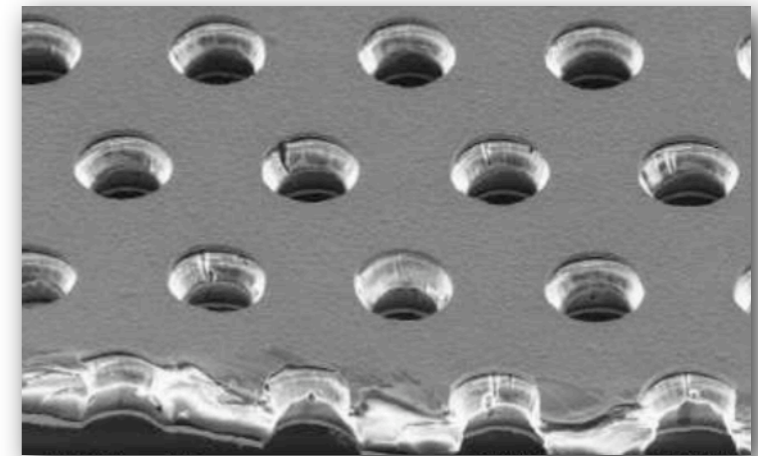
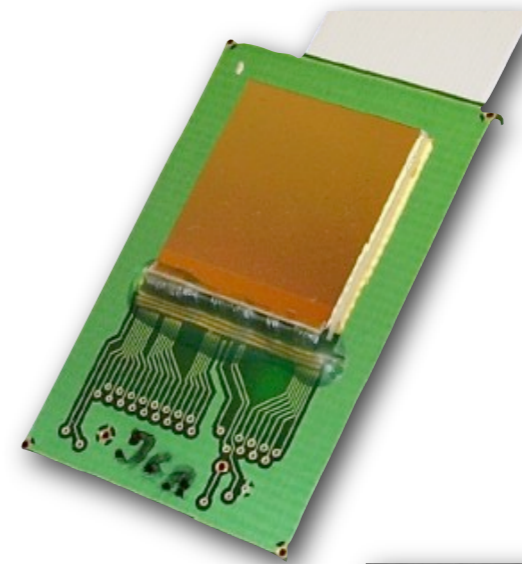
¹ Universität Bonn
² Universität Freiburg
³ CERN

- I) Zeitprojektionskammer-Prototyp in Bonn
- II) Timepix und GEMs
- III) „Pad-Enlargement“-Chips
- IV) Software-Paket MARLIN
- V) Erste Analyse-Ergebnisse

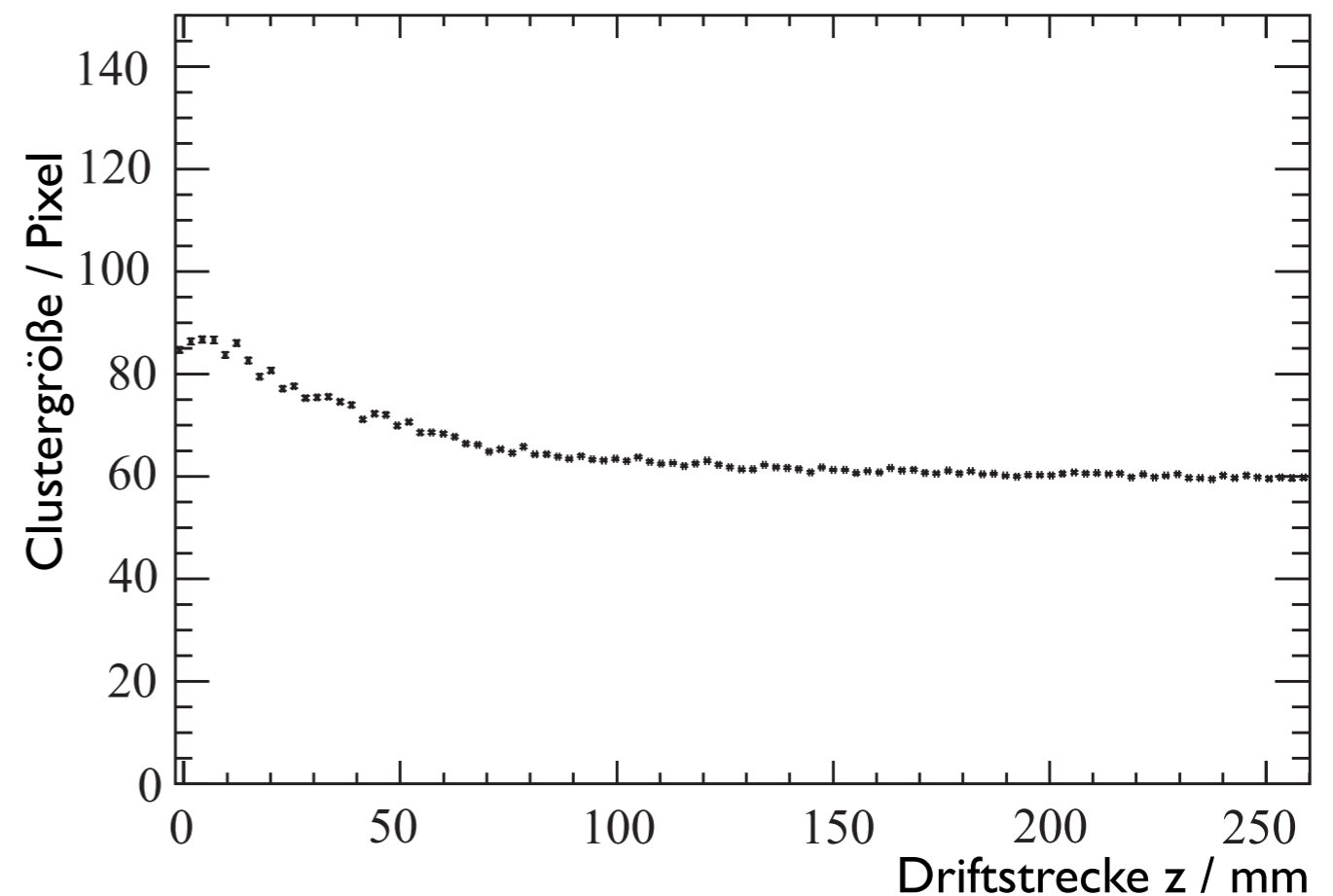
- Feldkäfig entwickelt an der RWTH Aachen
- Driftstrecke: 26 cm
- Innerer Durchmesser: 23 cm
- Wanddicke: $1\% X_0$
- Kathodenspannung: 30 kV
- 187 Kupferringe erzeugen sehr homogenes Driftfeld (angeschlossen über eine Widerstandskette)
- Szintillatoren als externe Trigger
- Auslese mit Timepix-Chips



- Auslese mit Timepix
 - ➔ Pixelgröße: $(55 \times 55) \mu\text{m}^2$
 - ➔ 256×256 Pixel
 - ➔ aktive Fläche: $(1,4 \times 1,4) \text{cm}^2$
 - ➔ Schachbrettmuster aus TOT- & Zeitmessung
- GEM: Kupferbeschichtete Kapton-Folien mit chemisch geätzten Löchern
- Lochdurchmesser: $70 \mu\text{m}$
- Lochabstand: $140 \mu\text{m}$
- Hochspannung zwischen Kupferschichten ($\sim 400 \text{V}$)
- Verstärkung $\approx 10^5$ mit Stapel aus drei GEMs
- Zurückdriften der Ionen wird reduziert

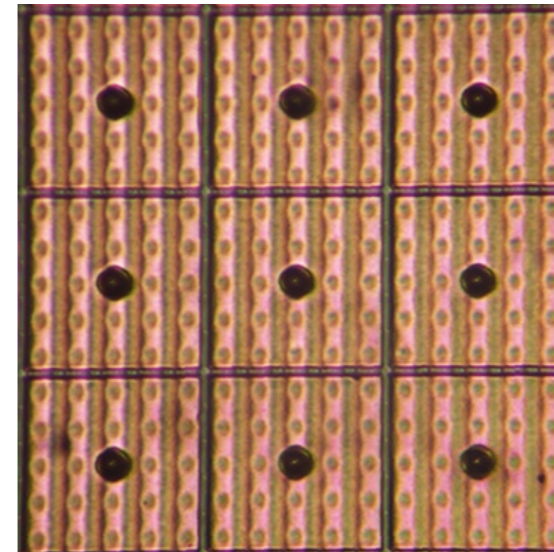
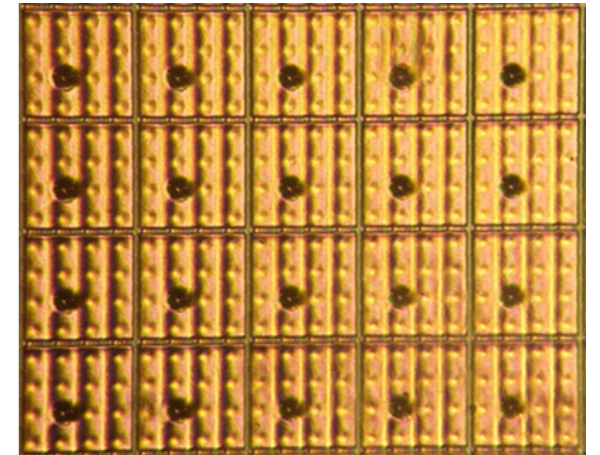


- Ladung eines einzelnen primären Elektrons ist nach der Verstärkung über 60 Pixel verteilt
→ hohe Gasverstärkung notwendig
- Auflösungsvermögen ist höher als notwendig (Struktur der GEM-Löcher kann beobachtet werden)
- Metallpads in einer Größenordnung von einigen 100 μm wären besser geeignet
→ Geringere Gasverstärkung möglich

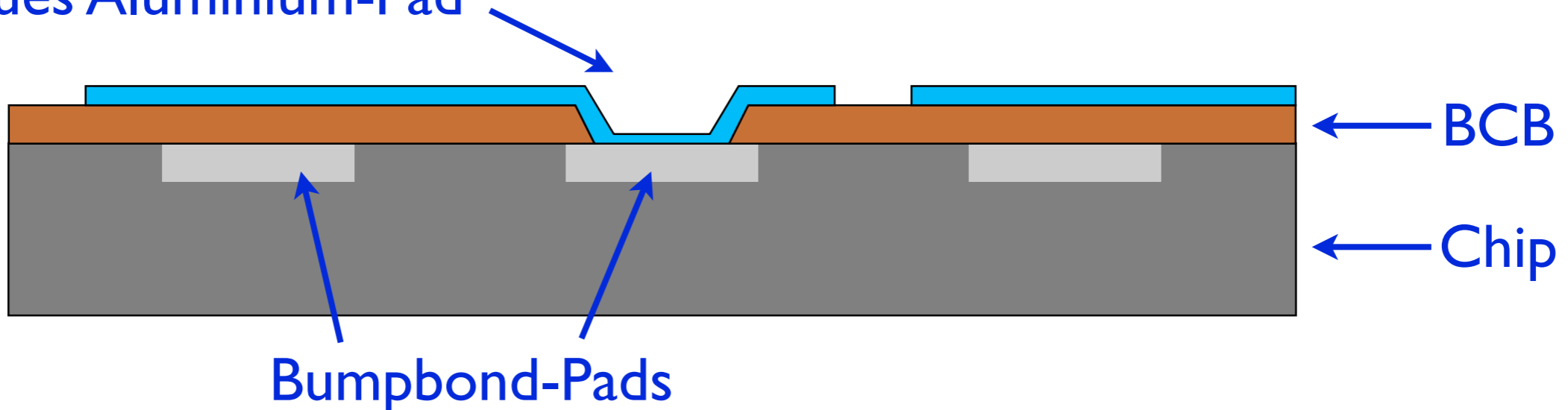


Clustergröße in Helium

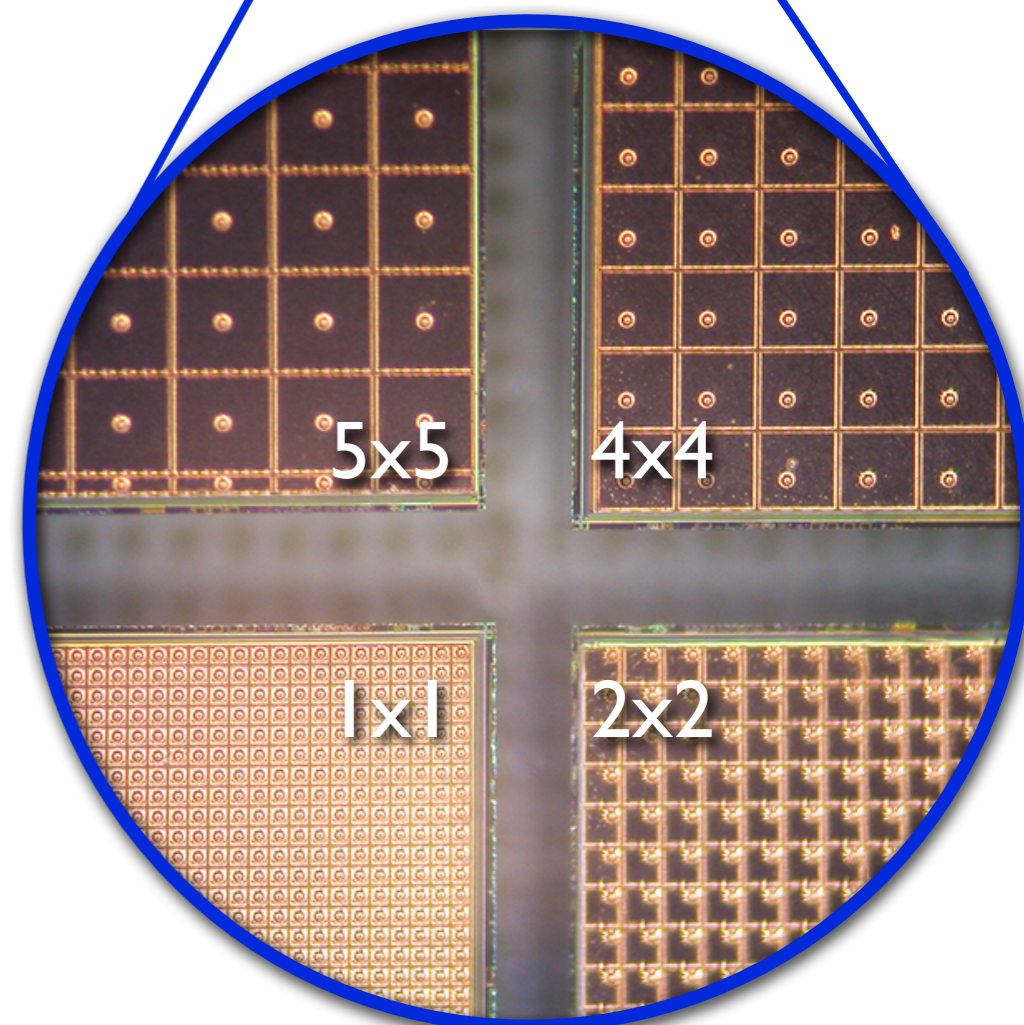
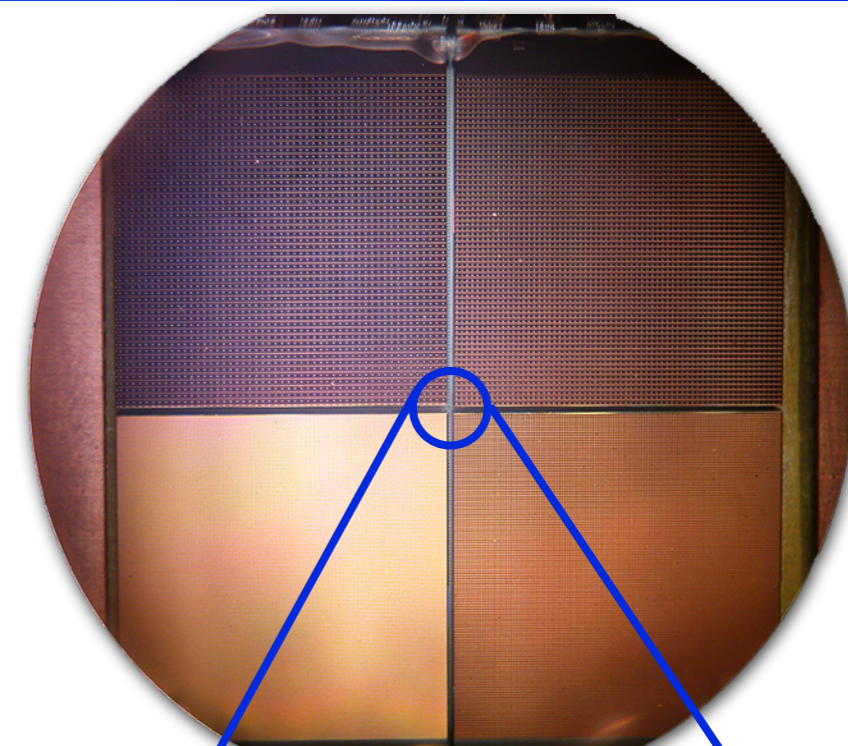
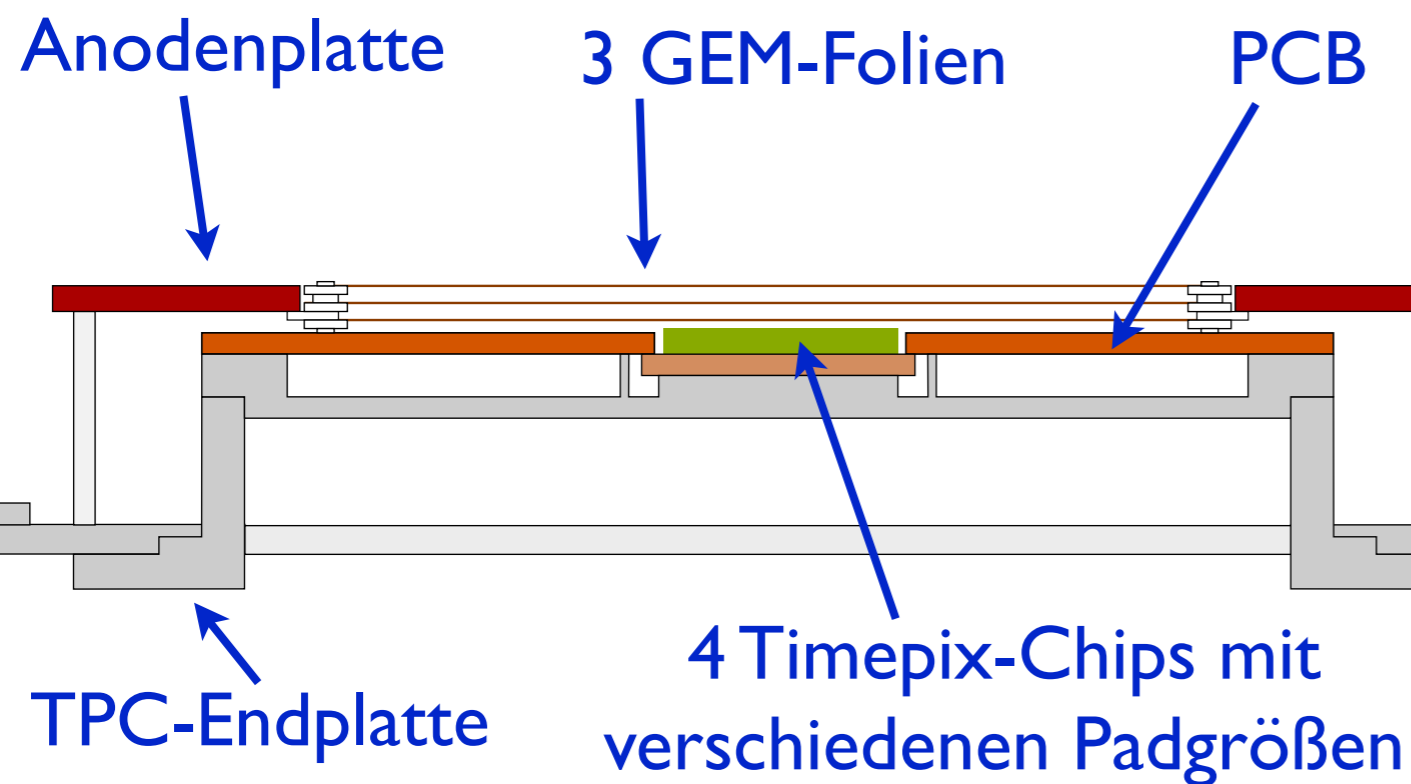
- Nachbearbeitete Timepix-Chips mit größeren Metallflächen auf einer BCB Schicht
- Durchkontaktierung zu einem Bumpbond-Pad des Timepix-Chip in der Mitte des Aluminium-Pads
- Chips mit 9 verschiedenen Padgeometrien wurden am IZM (Berlin) hergestellt

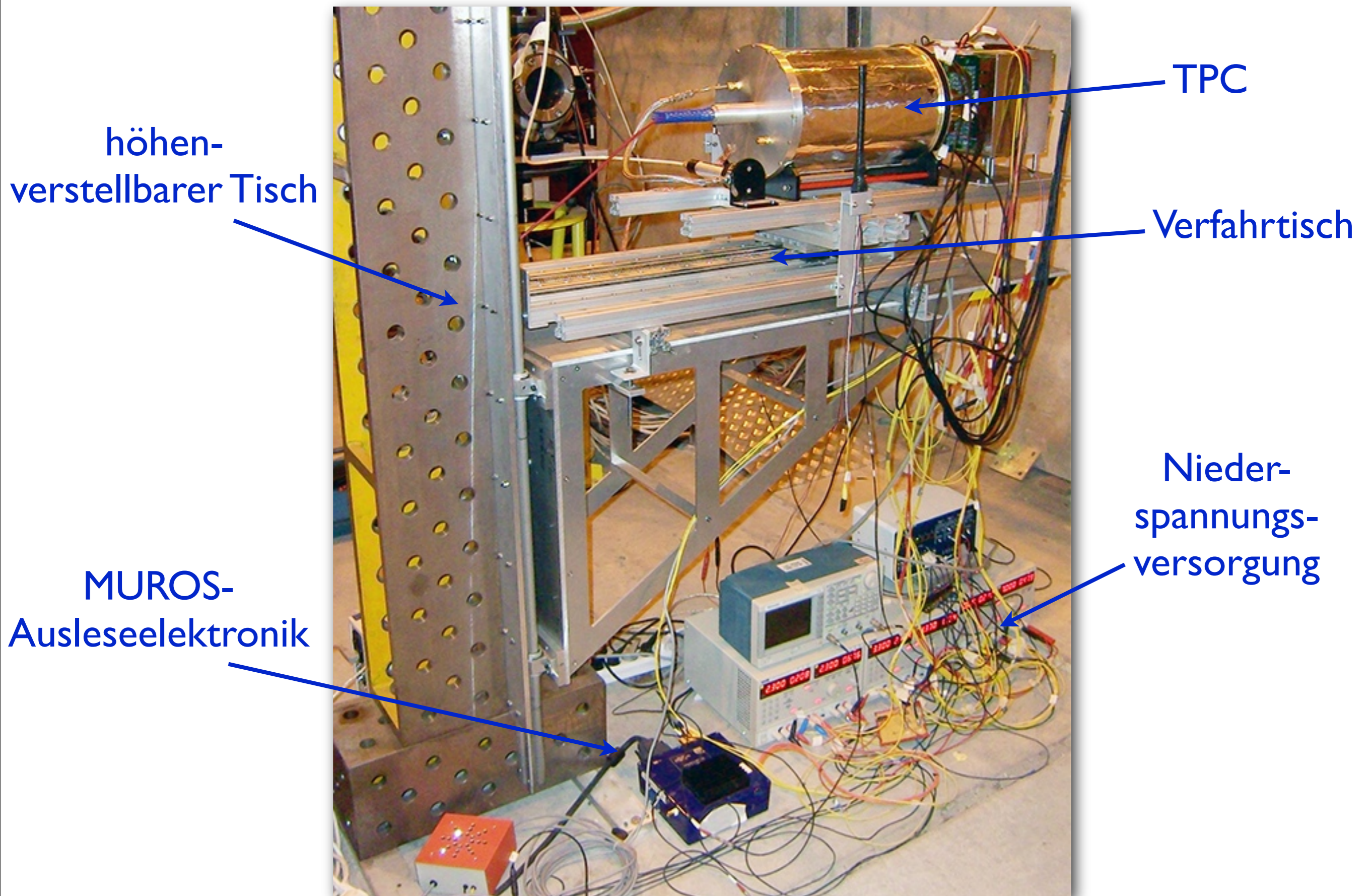


Neues Aluminium-Pad



4 Chips mit verschiedenen Padgrößen wurden getestet: 1x1, 2x2, 4x4, 5x5

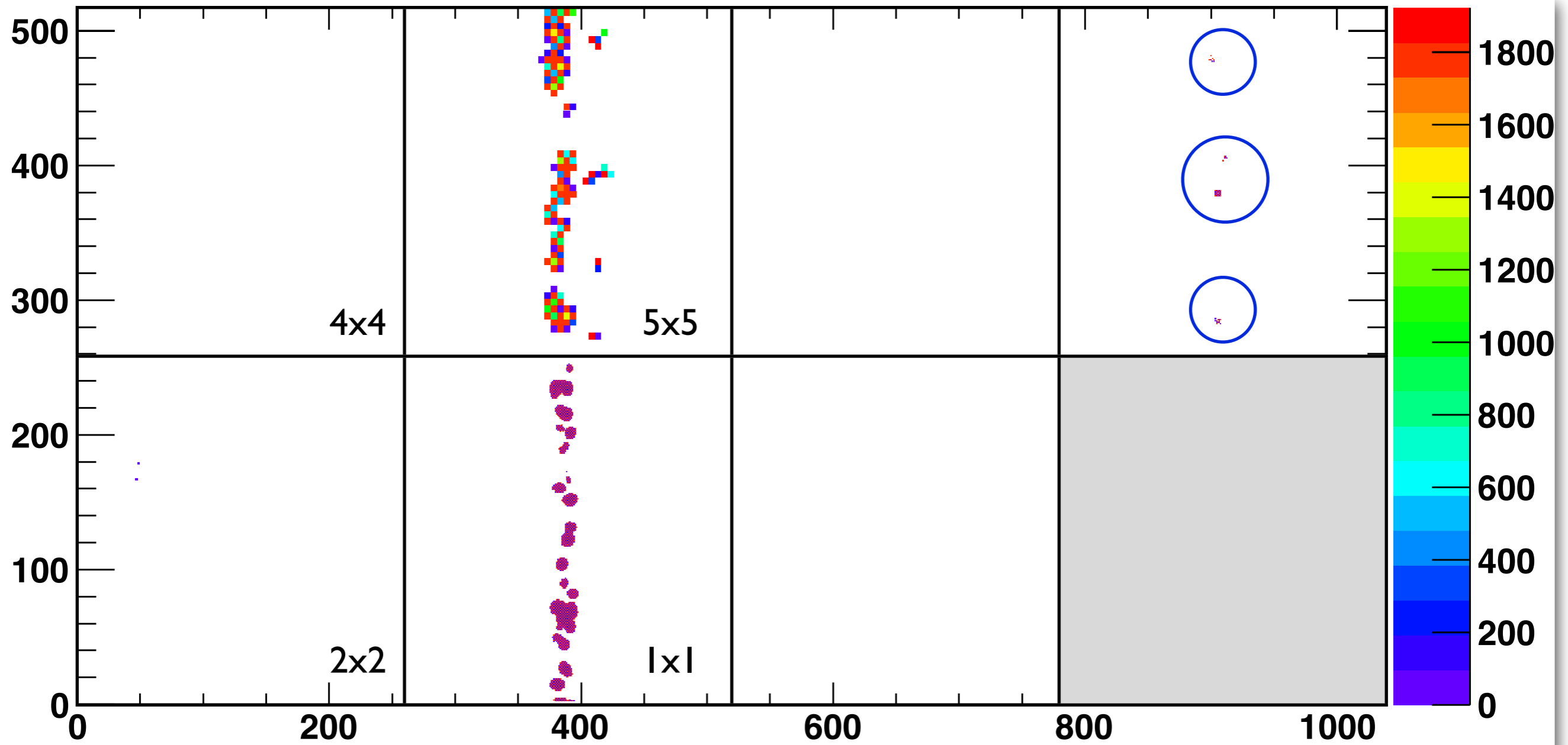




- Rekonstruktion und Analyse mit MARLIN (Modular Analysis & Reconstruction for the Linear Collider)
- Software-Paket für Simulation, Rekonstruktion und Analyse der Detektordaten
- Datenformat LCIO: gemeinsames Format für sämtliche Detektorsysteme
- MarlinTPC: Sammlung von Prozessoren für TPC Daten

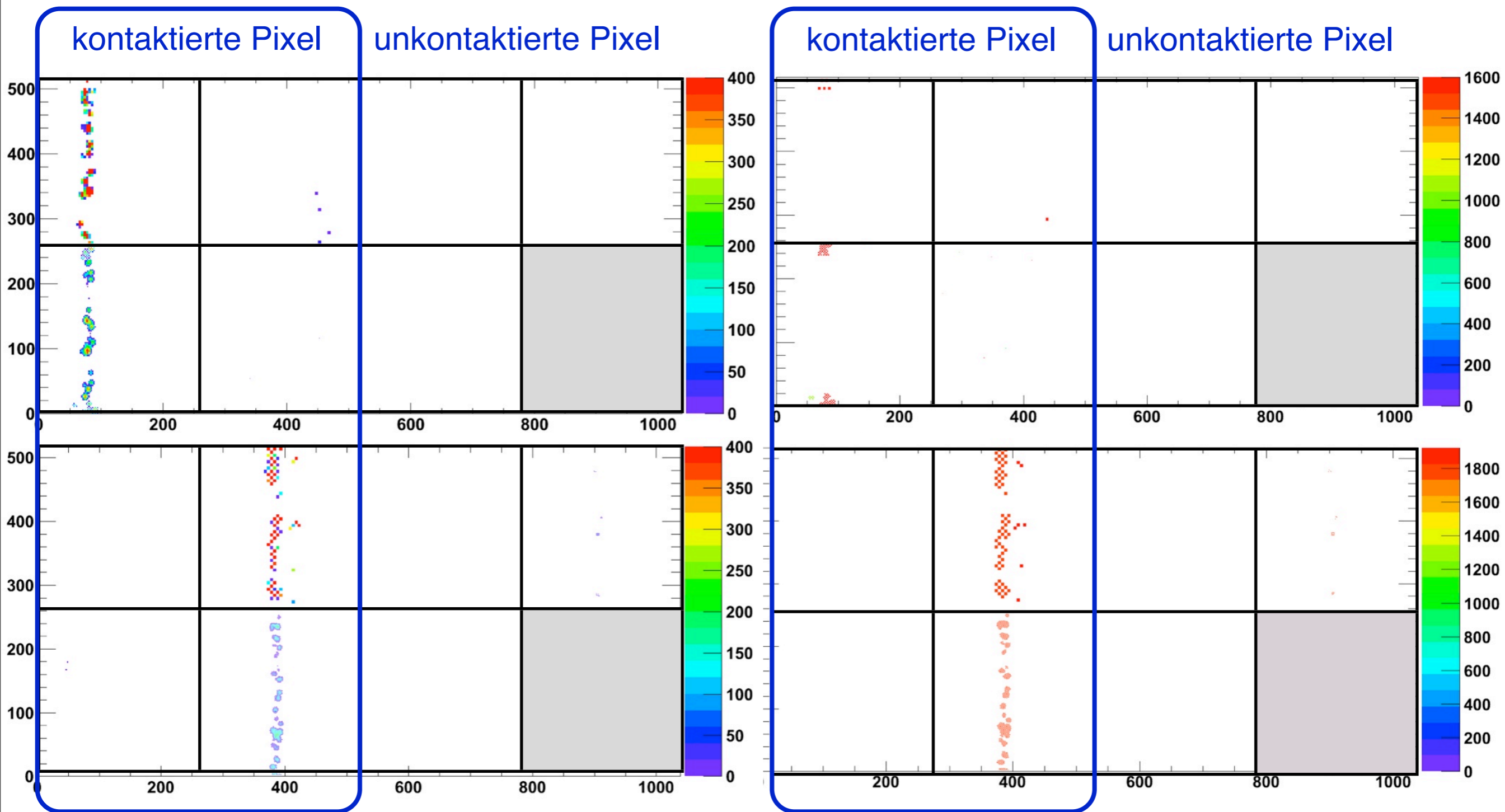
kontaktierte Pixel

unkontaktierte Pixel



TOT-Modus

Timepix-Modus

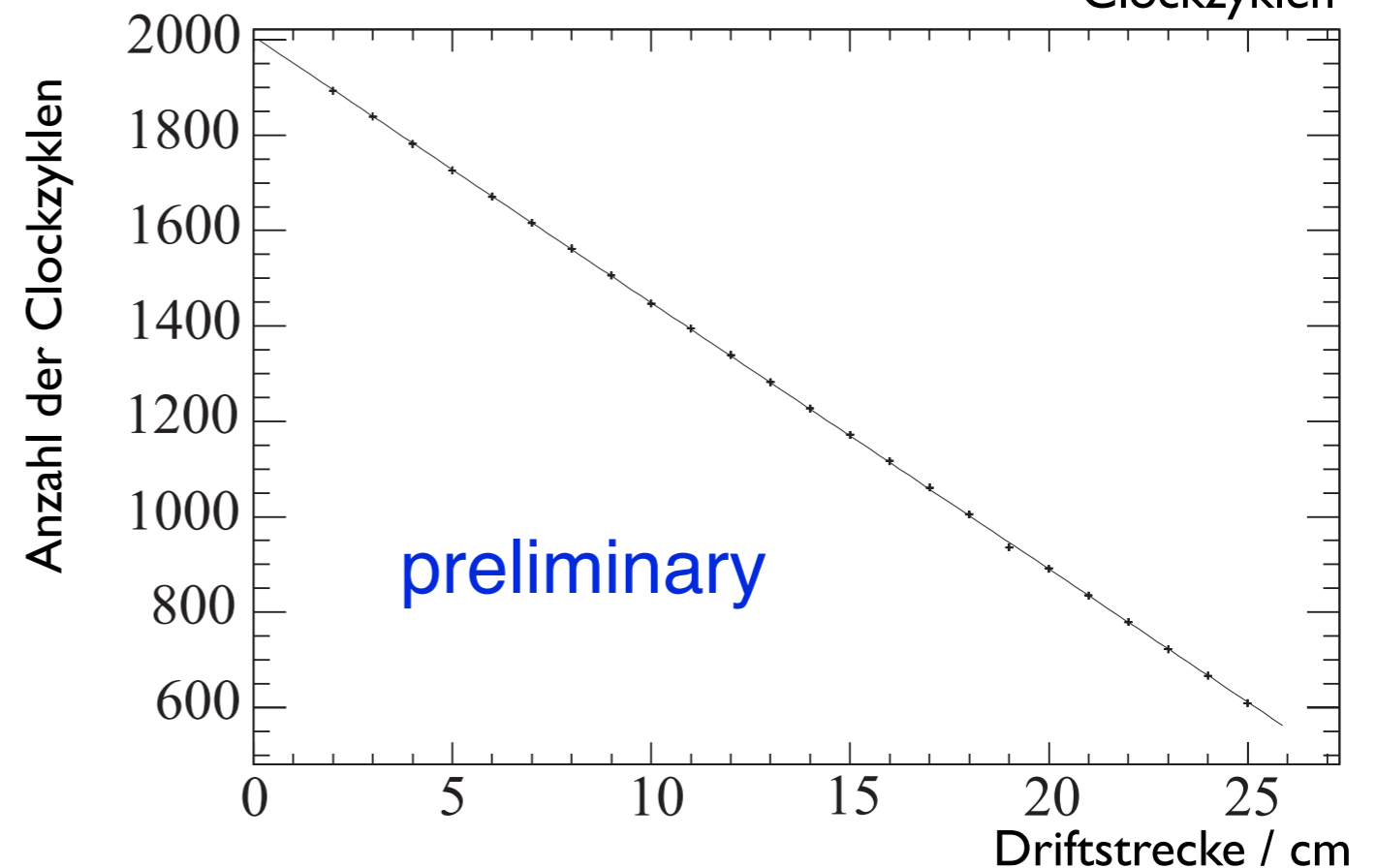
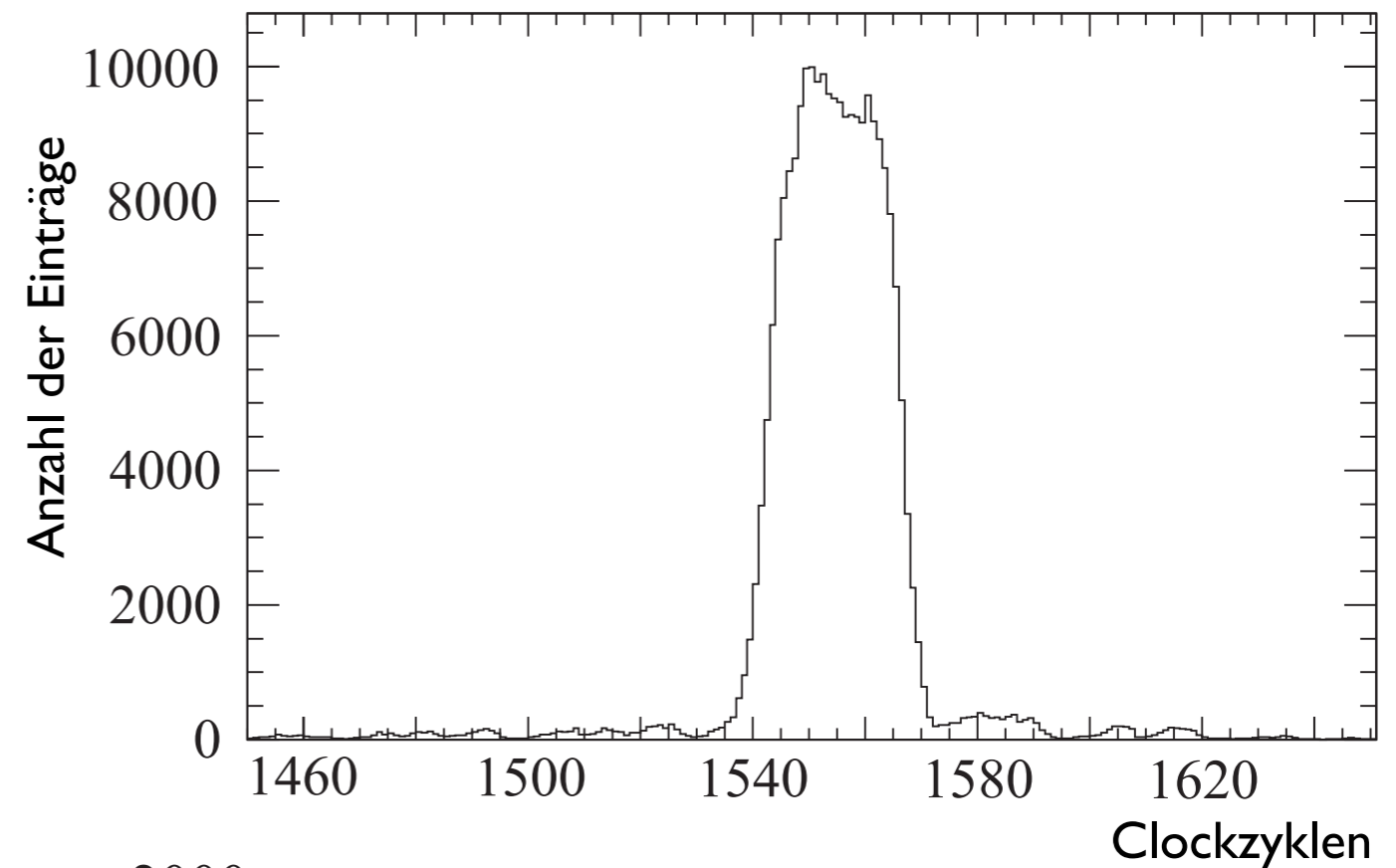


Spektrum aller Pixel im TIME-Modus:

- Strahlprofil in z-Richtung
- Form muss noch genauer untersucht werden

Fit-Ergebnis:

- Shutterlänge: 35,1 μs
- Clock-Frequenz: 55,6 MHz
- Driftgeschwindigkeit: 0,99 cm/ μs



- Ein Timepix-Modul mit 4 verschiedenen Padgeometrien konnte erfolgreich am SPS-Beschleuniger getestet werden
- Auf den vergrößerten Pads konnte eine größere Ladungsdeposition bei gleicher Gasverstärkung beobachtet werden
- Genauer Zusammenhang zwischen Padgröße und Ladungsdeposition muss noch untersucht werden