

# Produktion und Kalibration von InGrid-Octoboards

DPG Frühjahrstagung  
Wuppertal

Daniel Danilov

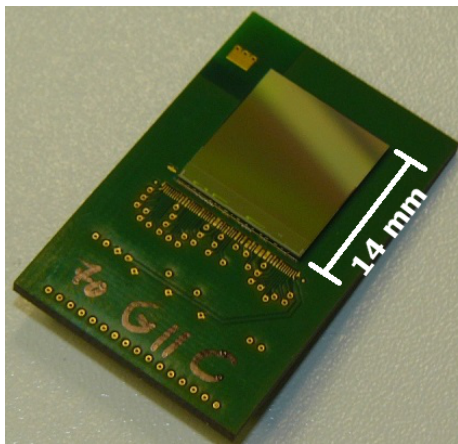
Physikalisches Institut  
Universität Bonn

12. März 2015



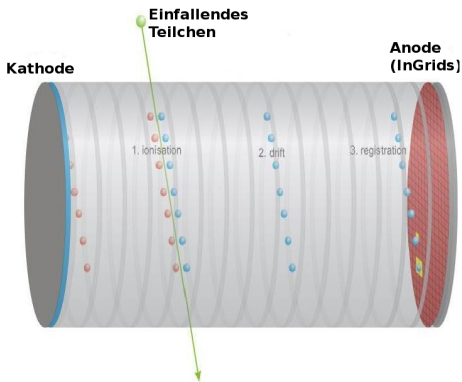
- Was sind InGrids?
  - Aufbau und Eigenschaften
  - Funktionsweise
- Das Octoboard
  - Herstellung
  - Das Auslesesystem
- Kalibration und finale Tests
  - Equalisierung der Diskriminatorschwellen
  - Hochspannungstest in Testkammer
- Ausblick und Zusammenfassung

# Was sind InGrids? Timepix als Basis

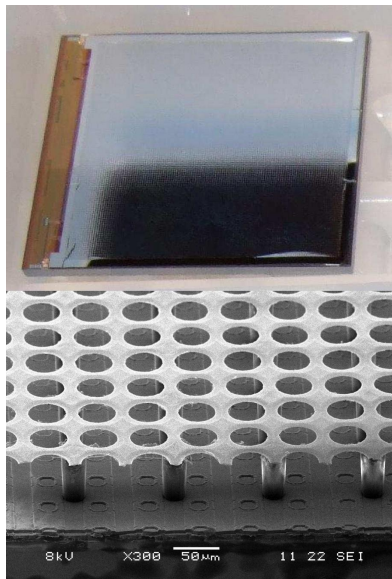


- Ausgangspunkt ist Timepix ASIC
- $256 \times 256$  Pixelmatrix
- $55 \times 55 \mu\text{m}^2$  pro Pixel
- Jedes Pixel besitzt 14 bit Zähler
- Rauschschwelle  $\sim 500 e^-$
- ENC  $\sim 90 e^-$

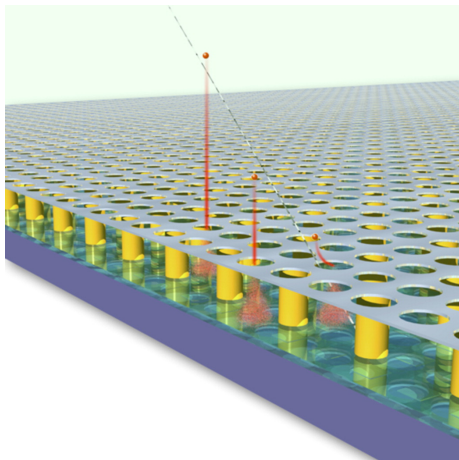
# Detektionsmodi des Timepix



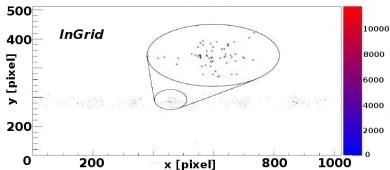
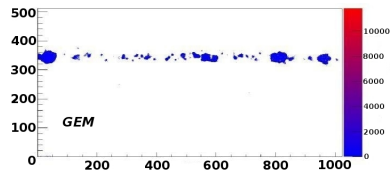
- Timepix hat mehrere Detektionsmodi
- ToT (Time over threshold) → detektierte Ladungsmenge
- ToA (Time of arrival) → 3D Strahlrekonstruktion



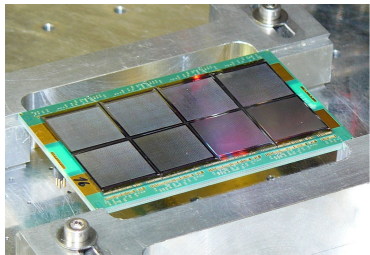
- Micromegas auf Timepix
- *InGrid* = Integrated Grid
- Timepix als Anode
- Einige 100 V zwischen Chip und Gitter
- Bilden die Endplatte der Zeitprojektionskammer
- Über jedem Pixel genau ein Gitterloch!



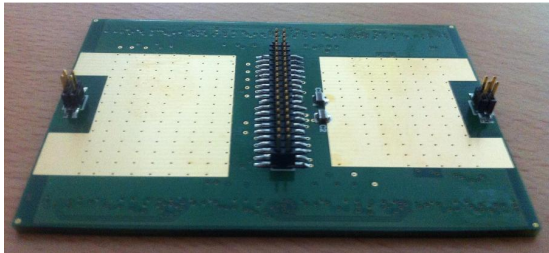
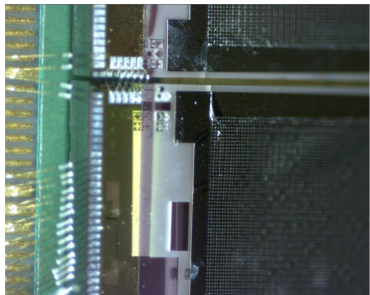
- Gasverstärkung zwischen Gitter und Chip
- Verstärkung  $\sim$  einige 1000
- Höhere Ortsauflösung



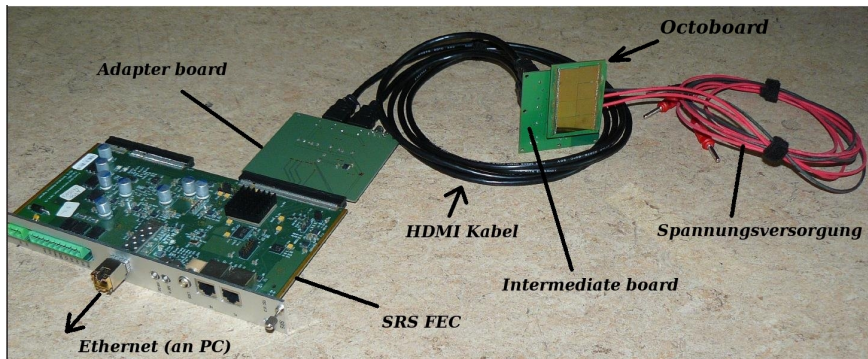
# Aufbau eines Octoboards



- 8 InGrids werden auf Platine geklebt
- Serielle Auslese der Chips
- Jeder Chip mit Platine verbunden (Spannungsversorgung / Steuersignale)



# Erste Kommunikation mit dem Octoboard

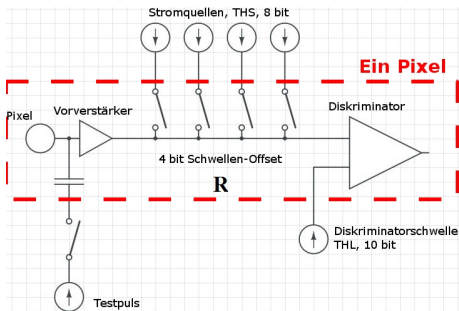


## Prüfung einiger Grundfunktionen und Parameter:

- Stromverbrauch: 0,2 A digitaler, 1,6 A analoger Teil
- Kommunikation mit der Software (Chip-ID auslesen, Pixel auslesen)



# Kalibration eines Octoboards



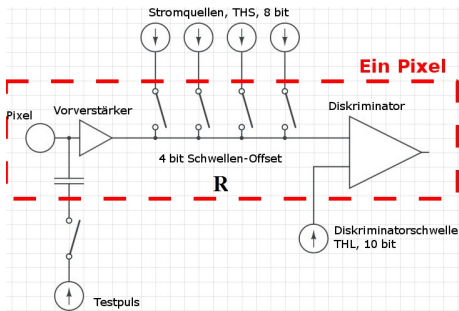
- Diskriminatorschwelle mit 10bit variierbar (THL)
- Schwellen unterschiedlich auch bei gleichem THL-Wert

Konstant für gesamten Chip:

- Zusätzliche Quellen zur Änderung des Schwellen-Offsets (THS, 8 bit)

Für jedes Pixel:

- 4 bit zur Hinzuschaltung der Offset-Ströme ( $R$ )
- ⇒ Setze  $R$  für jedes Pixel so, dass THL möglichst gleich wird

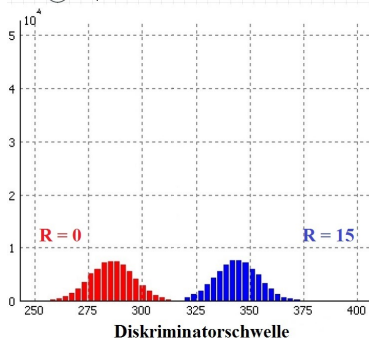
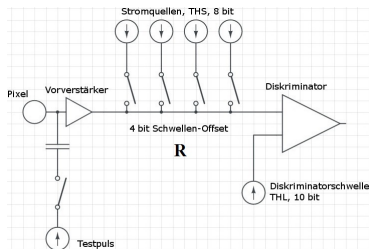


## 1. THS-Optimierung

- Suche kleinsten THS-Wert, um Schwellenunterschiede der Pixel auszugleichen

## 2. Schwellen-Equalisierung

- Erstelle für jedes mögliche  $R$  Verteilung der Schwellenwerte aller Pixel
- Bilde mittleren Schwellenwert
- Setze  $R$  für jedes Pixel so, dass Schwellenwert  $\rightarrow$  Mittelwert

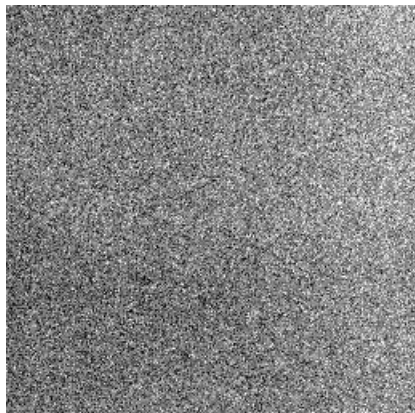


## 1. THS-Optimierung

- Suche kleinsten THS-Wert, um Schwellenunterschiede der Pixel auszugleichen

## 2. Schwellen-Equalisierung

- Erstelle für jedes mögliche  $R$  Verteilung der Schwellenwerte aller Pixel
- Bilde mittleren Schwellenwert
- Setze  $R$  für jedes Pixel so, dass Schwellenwert  $\rightarrow$  Mittelwert



## 2. Schwellen-Equalisierung

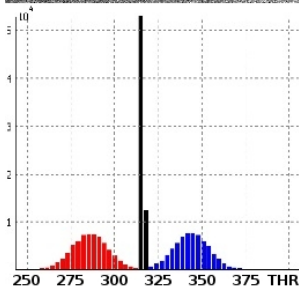
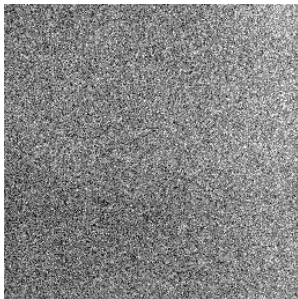
- Setze  $R$  für jedes Pixel so, dass Schwellenwert  $\rightarrow$  Mittelwert
- $R$ -Werte werden als  $256 \times 256$  Matrix gespeichert
- Jedes Pixel bekommt individuellen  $R$ -Wert aus Matrix  $\Rightarrow$  Schwellenverteilung sehr schmal

## 3. ToT-Kalibration

- Bestimmung der Ladungsmenge im Pixel

## 4. S-Kurven

- Schwellenwert  $\Leftrightarrow$  Ladungsmenge



## 2. Schwellen-Equalisierung

- Setze  $R$  für jedes Pixel so, dass Schwellenwert  $\rightarrow$  Mittelwert
- $R$ -Werte werden als  $256 \times 256$  Matrix gespeichert
- Jedes Pixel bekommt individuellen  $R$ -Wert aus Matrix  $\Rightarrow$  Schwellenverteilung sehr schmal

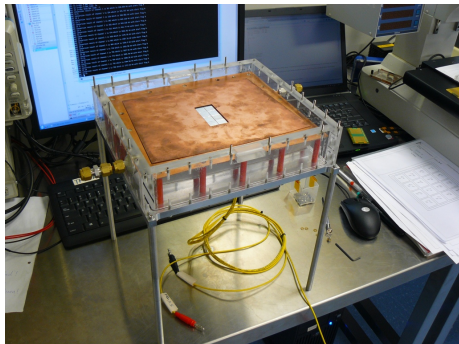
## 3. ToT-Kalibration

- Bestimmung der Ladungsmenge im Pixel

## 4. S-Kurven

- Schwellenwert  $\Leftrightarrow$  Ladungsmenge

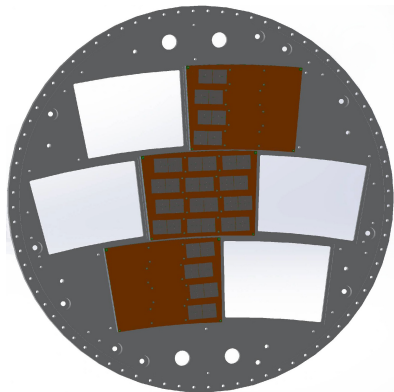
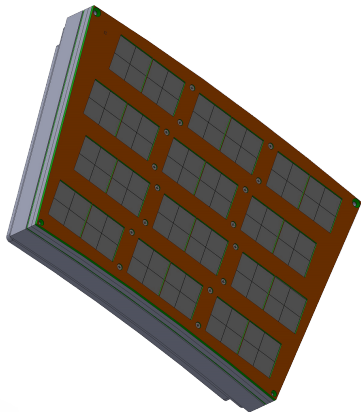
# Test mit angelegter Hochspannung

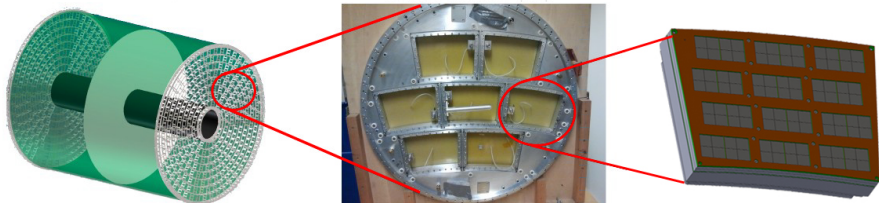


- Einbau des Moduls in gasdicht Testkammer
- Spülung mit Ar, CF<sub>4</sub>, Isobutan (95 : 3 : 2)
- $\beta$ -Strahler als radioaktive Quelle
- 300 V zwischen Gitter und Chip werden angelegt

# Ausblick: 96-Chip Modul

- 12 Octoboards bilden 96-Chip Modul
- März 2015: Testbeam am DESY  $\Rightarrow$  Test von 160 InGrids in Zeitprojektionskammer





- InGrid-Octoboards sollen Endplatten der Zeitprojektionskammer am zukünftigen *International Large Detector* bilden (einer der Detektoren am *International Linear Collider*)



- InGrids zur Detektion ionisierender Strahlung
  - Mehrere Detektions-Modi (ToT, ToA)
  - Hohe Ortsauflösung
- 8 InGrids auf Platine bilden ein Octoboard
- Equalisierung der Diskriminatorschwellen aller Pixel
- Erste Testmessung mit angelegter Hochspannung und radioaktiver Quelle in Testkammer
- Testbeam am DESY mit 160 InGrids

# Timepix Arbeitsmodi

