

DPG-Frühjahrstagung
Hadronen und Kerne, HK 22
Gießen 2007

Entwicklung von Silizium- Streifendetektoren für den *PANDA* Mikro-Vertex-Detektor

*unterstützt von der EU unter Dirac FP6 und dem BMBF

Thomas Würschig

Kai-Thomas Brinkmann, René Jäkel, Ralf Kliemt, Marcel Kosmata,
René Pietzsch, Robert Schnell, Hans-Georg Zaunick

Institut für Kern- und Teilchenphysik, TU Dresden

Gliederung

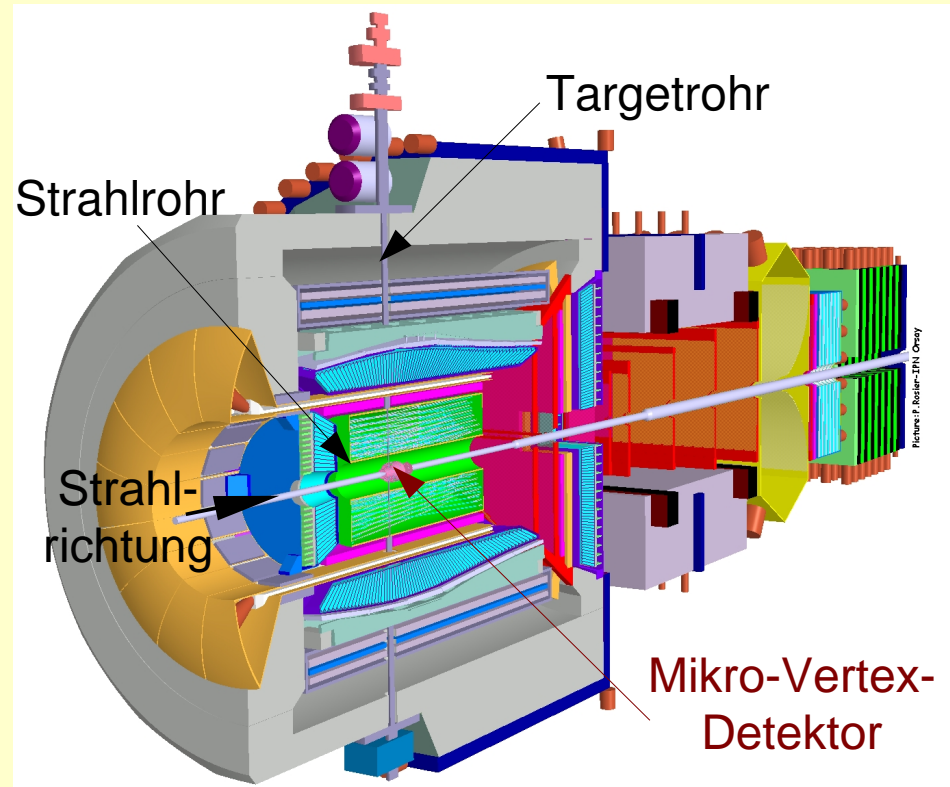
- Einleitung
- Simulationsergebnisse
- Sensor-Design
- Auslese der Sensoren
- Teststation
- Ausblick

Einleitung

- *PANDA*-Experiment

- Fixed-Target-Experiment
 - Strahl: Antiprotonen
 - Target: Wasserstoff
Schwere Kerne
- Spurerkennung sehr nahe am Vertex: Rekonstruktion des Zerfalls von Mesonen mit Charm-Inhalt (η_c , D-Mesonen, ...)

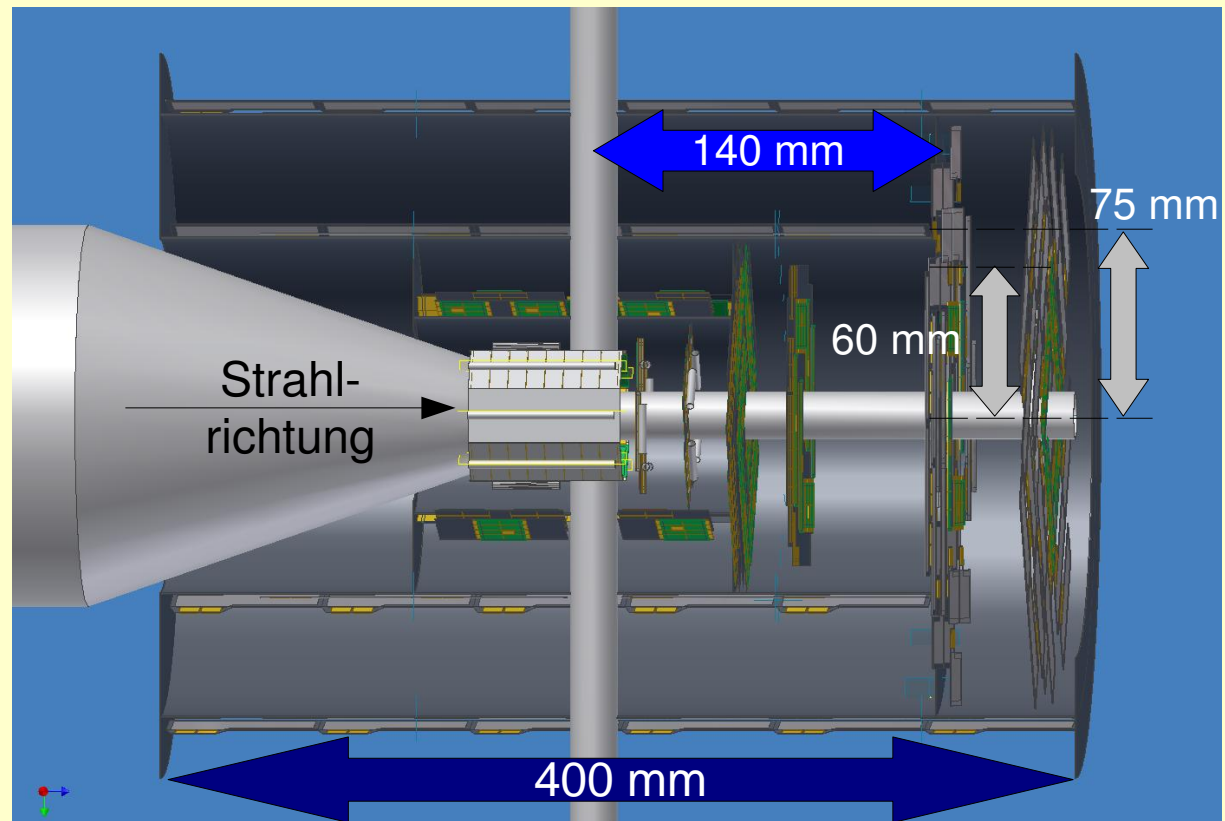
Luminosität: $2 \cdot 10^{32} / \text{cm}^2 \text{s}$
Ereignisrate: $10^7 / \text{s}$
Strahlimpuls: $(2 \dots 15) \text{ GeV} / c$



Einleitung

- *PANDA* Mikro-Vertex-Detektor (MVD)

- 4 Zylinderschalen entlang der Strahlachse
- 6 Scheiben im Vorwärtsbereich
- Pixeldetektoren:
 - 1. / 2. Schale
 - 1. - 4. Scheibe
 - Innerer Bereich
 - 5. / 6. Scheibe
- Streifendetektoren:
 - 3. / 4. Schale
 - Äußerer Bereich
 - 5. / 6. Scheibe



Einleitung

- Streifendetektoren für den *PANDA* - MVD
 - ♦ Nachweis geladener Teilchen
 - ♦ Kleine Massenbelegung
 - Einsatz von Halbleiter-Detektoren (Silizium)
 - ♦ 2D-Ortsauflösung $\sim 50 \mu\text{m}$
 - Doppelseitige Streifendetektoren
 - Kapazitive Kopplung: Ladungsaufteilung auf mind. 2 Streifen
 - ♦ Strahlungsresistenz: $\sim 1 \text{ Mrad (TID)}$
(Gesamtbelastung, 10 Jahren Laufzeit)

Einleitung

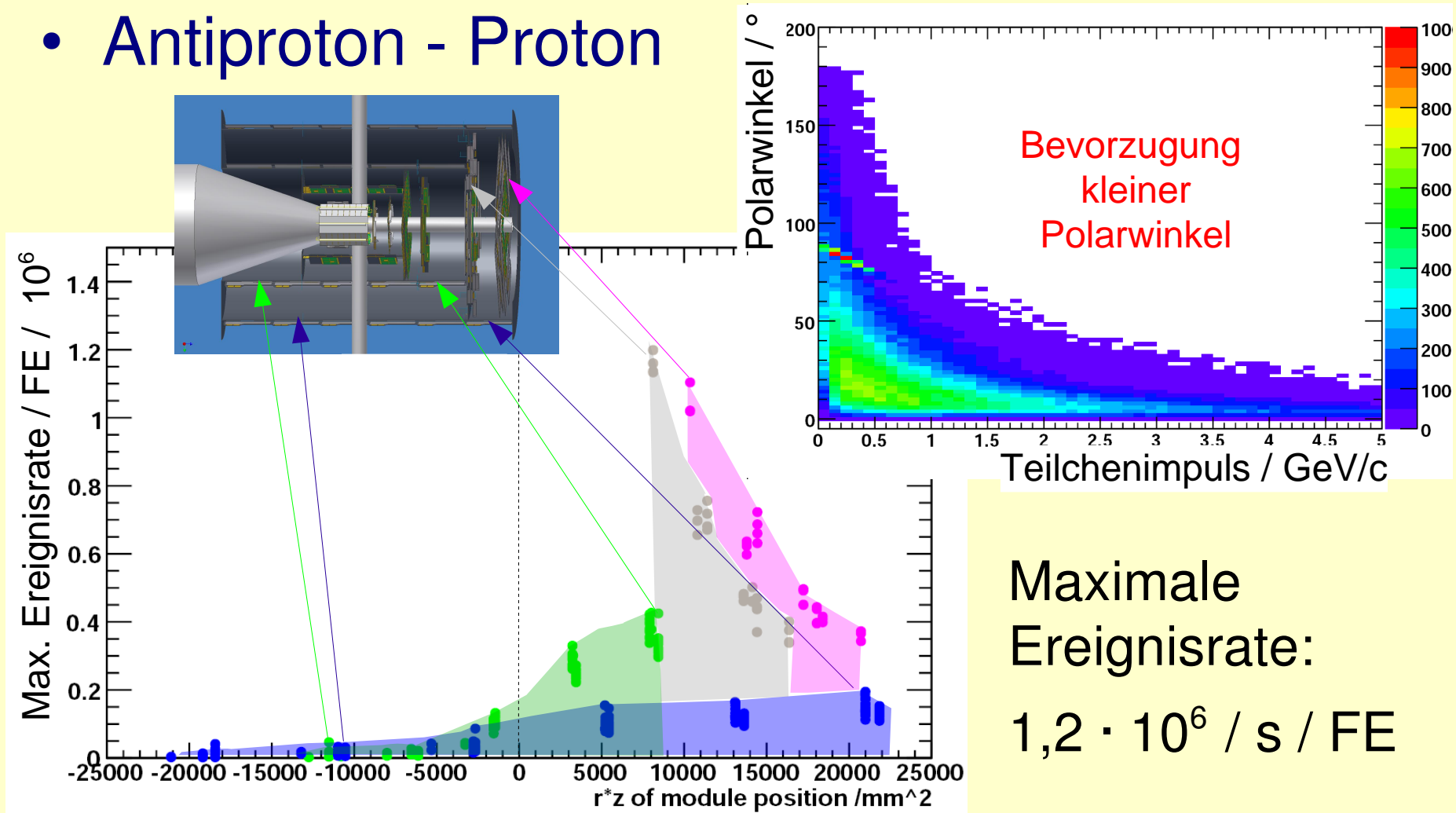
- Aktivitäten der Dresdner MVD-Gruppe
 - ♦ Fokus auf Streifendetektoren
 - ♦ Hardware-Entwicklung und Simulation
 - Sensordesign
 - Sensorauslese
 - Integration der Detektorkomponenten (Hybridisierung)

Simulation

- Simulation der **maximalen** Ereignisraten
(René Jäkel)
 - Reaktionskanäle:
 - Antiproton – Proton (DPM-Modell)
 - Antiproton – Gold (UrQMD-Modell)
 - Strahlimpuls: 15 GeV / c
 - Ereignisrate: $10^7 / \text{s}$
 - Sensorfläche: $(6,3 \times 2,2) \text{ cm}^2$
 - Sensor-Auslese:
 - 128 Kanäle / Frontend (FE)
 - Streifenabstand (Pitch): 100 μm

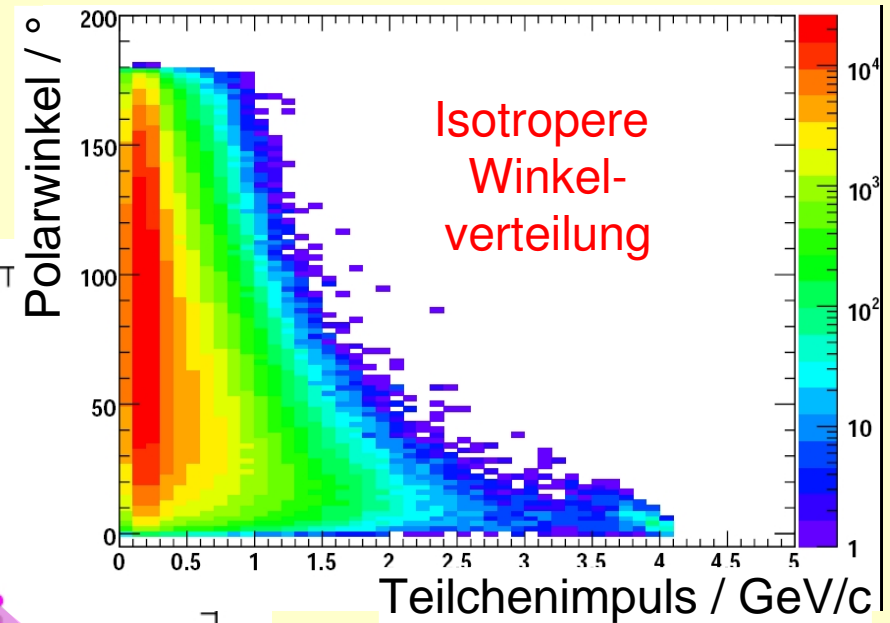
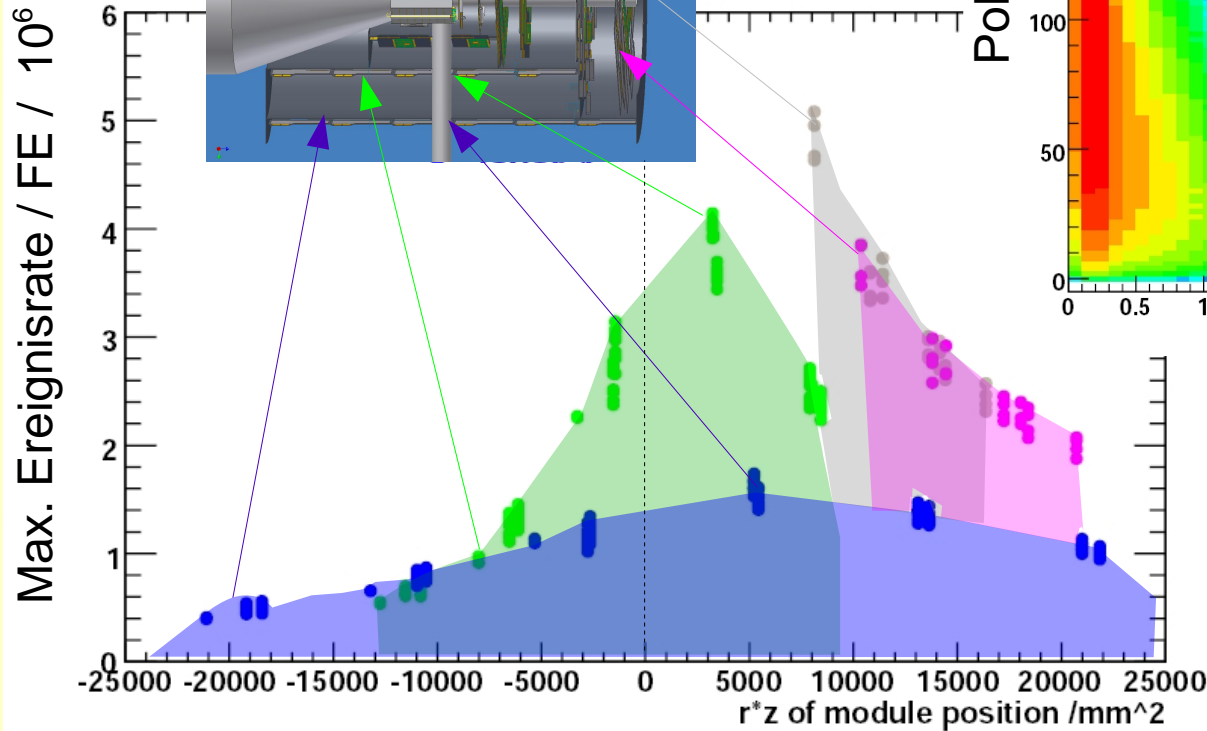
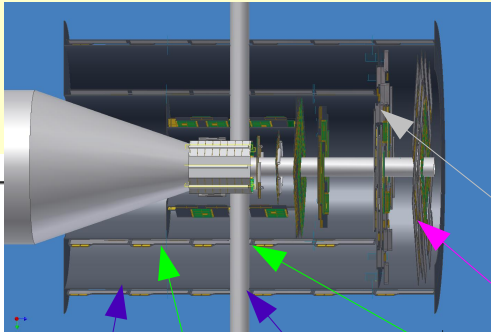
Simulation

- Antiproton - Proton



Simulation

- Antiproton - Gold



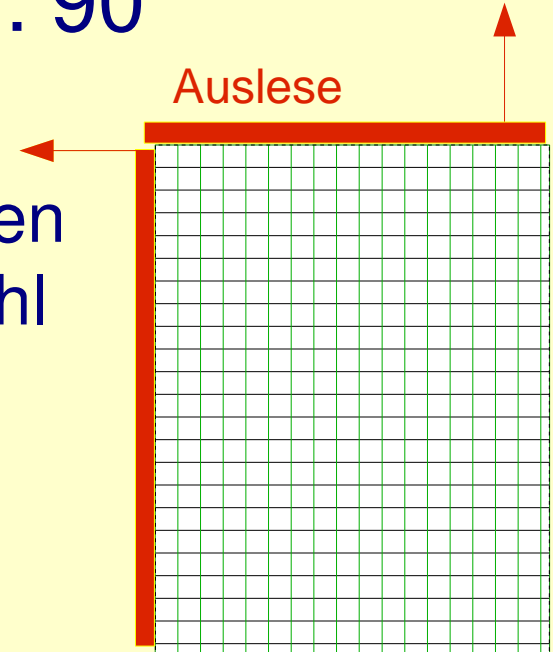
Maximale
Ereignisrate:
 $5,1 \cdot 10^6 / \text{s} / \text{FE}$

Sensor-Design

- Optimierungskriterien:
 - Ortsauflösung
 - Zählraten
 - Kanalanzahl
 - Ambiguitäten
 - Raumwinkelabdeckung
 - Handhabbarkeit
- Optimierungsgrößen:
 - Sensorform
 - Sensorfläche
 - Stereowinkel
 - Streifenabstand (Pitch)

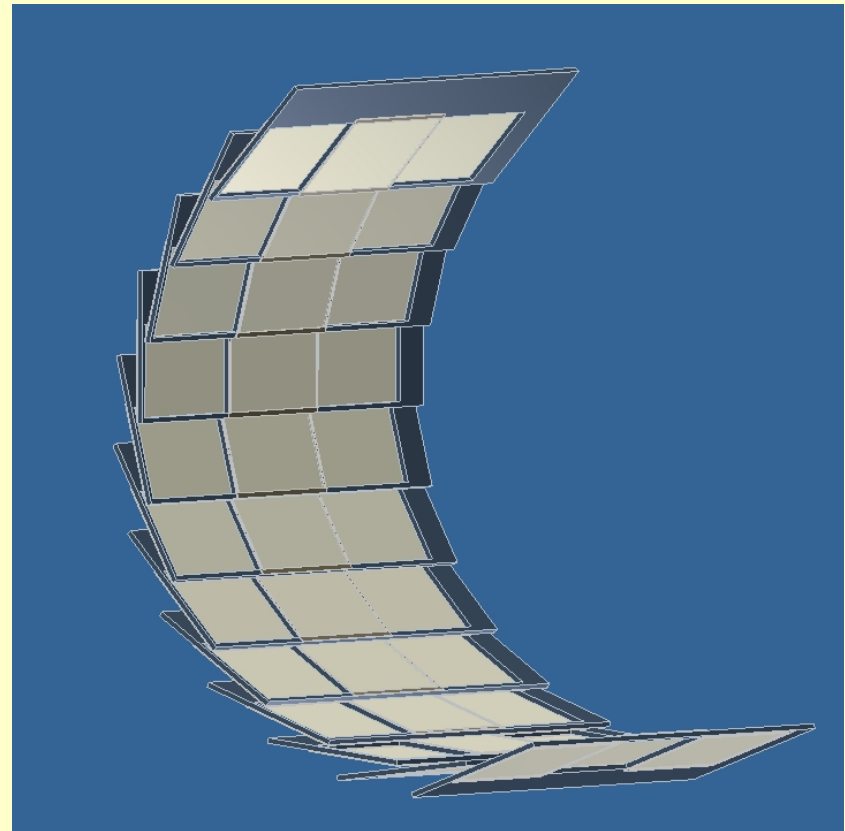
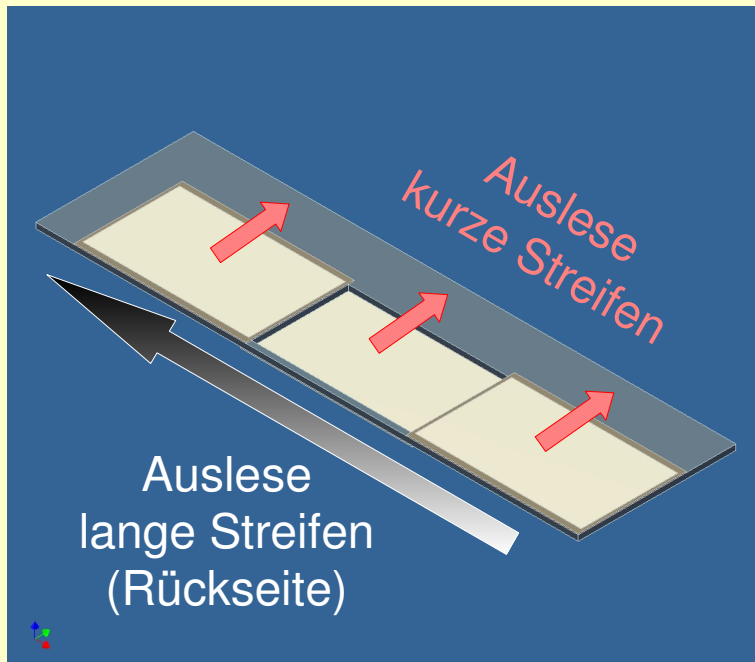
Sensor-Design

- Rechteckform, Stereowinkel: 90°
 - ♦ Vorteil:
 - Effektivstes Verhältnis zwischen Ortsauflösung und Kanalanzahl
 - ♦ Nachteil:
 - Auslese an 2 Sensorkanten
 - ♦ Lösungsansatz für Zylinder
 - Lange Seite: Verbindung mehrerer Sensoren
 - Kurze Seite: Integration von Auslese- und Halterungsstruktur



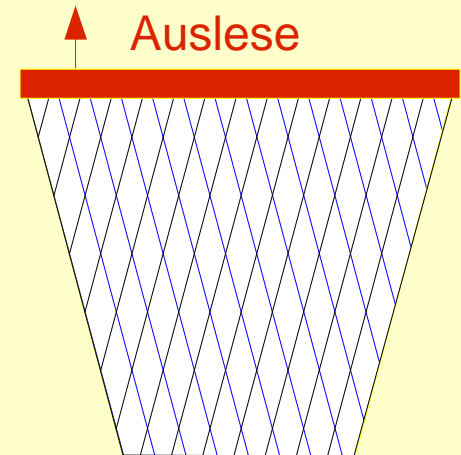
Sensor-Design

- Sensoranordnung für Zylinder



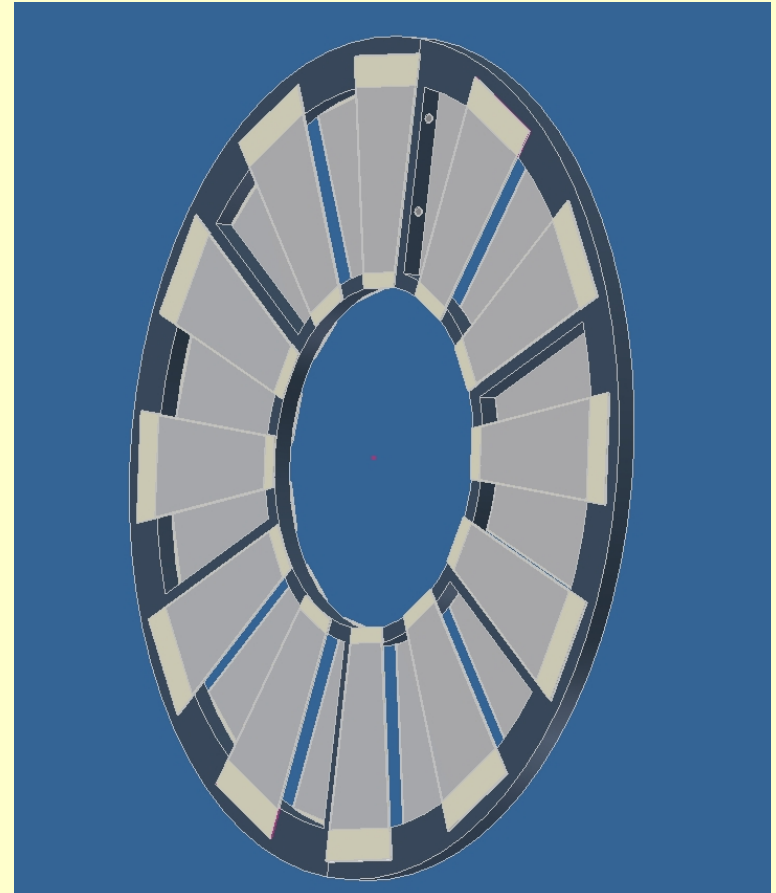
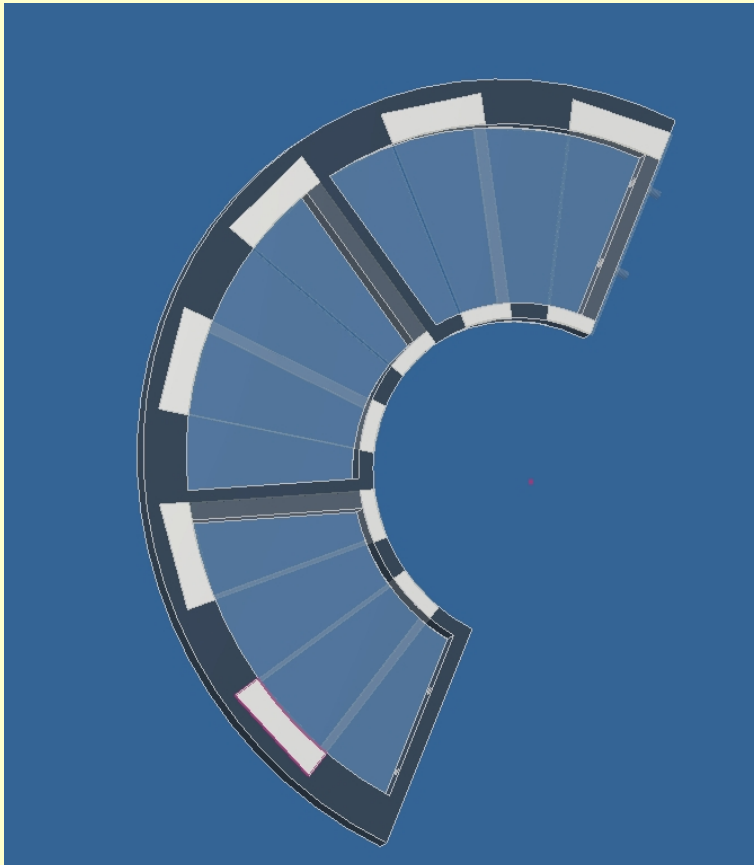
Sensor-Design

- Trapezform, Stereowinkel $< 90^\circ$
 - ♦ Vorteil:
 - Beidseitige Auslese an einer Sensorkante
 - Radiale Abdeckung
 - ♦ Nachteil:
 - Groberes Raster
 - ♦ Lösungsansatz für Scheibe:
 - Ringanordnung
 - Integration von Auslese- und Halterungsstruktur



Sensor-Design

- Sensoranordnung für Scheibe



Sensor-Auslese

- Anforderungen an die Frontend-Elektronik
 - ♦ Interne Triggerung (Selbsttriggerung)
 - ♦ Maximale Zählrate / Kanal: $7 \cdot 10^4 / \text{s}$
 - ♦ Strahlungsresistenz
 - ♦ Hoher Dynamikbereich
 - ♦ Geringe Verlustleistung
 - ♦ Verarbeitung positiver und negativer Signale
 - ♦ Erfassung von Zeit- und Amplitudeninformation
 - Amplitudeninformation: Ort, Energie

Sensor-Auslese

- *NXYTER* – Frontend

[Nuclear Instr. and Methods A 568(2006)301-308]

- Selbstgetriggerte, Daten getriebene Auslese (Token-Ring-Schema)
- Maximale Datenrate / Kanal: $16 \cdot 10^4 / \text{s}$
- Strahlungsresistenz gewährleistet

ABER

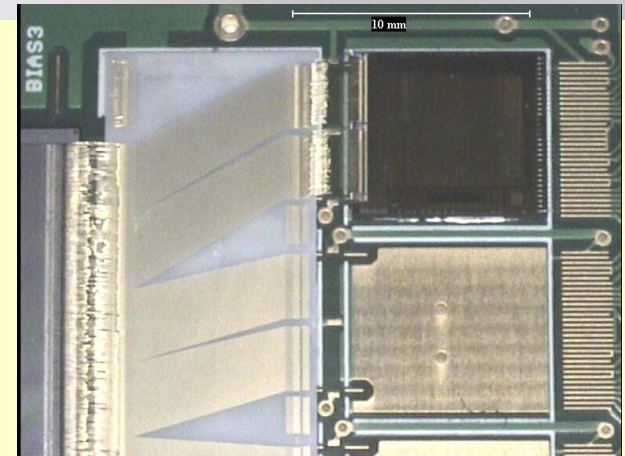
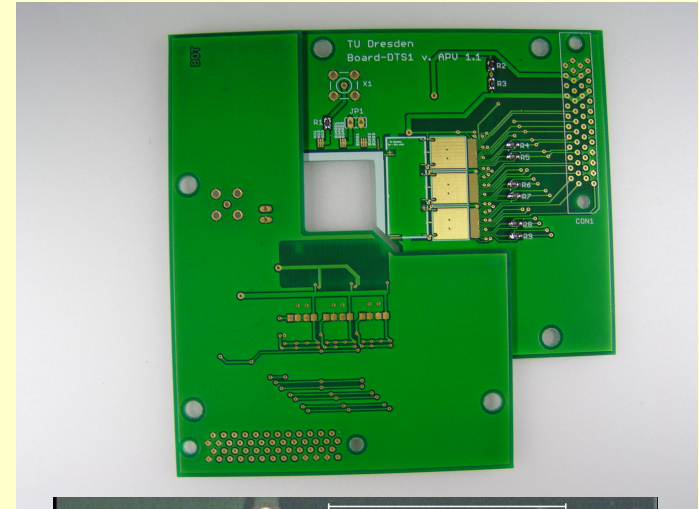
- Anpassung für *PANDA*-MVD erforderlich
 - z.B. Verringerung der Verlustleistung

Teststation

- **Dresdner-Test-Station (DTS 1)**
 - ♦ Auslese doppelseitiger Si-Streifendetektoren
 - ♦ Ziel:
 - Erlernen des Umgangs mit Streifendetektoren
 - Aufbau einer Infrastruktur zur Herstellung der Module des *PANDA*-MVD
 - Entwicklung einer Strategie zur Qualitätskontrolle für Streifendetektoren und zur Charakterisierung der Frontend-Elektronik

Teststation

- Status:
 - Entwicklung und Herstellung
 - Mainboard
 - Pitch-Adapter (PA)
 - Gehäuse
 - Montage von Sensor und PA
 - Elektronischer Anschluss
 - Drahtbonden
 - Slow-Control für Frontend (APV 25)



Mehr Details siehe HK 49.29

Ausblick

- Simulation mit verschiedenen Sensor-Geometrien
 - ♦ Fixierung des Sensor-Designs 2007
 - Erste Sensor-Prototypen für *PANDA*
 - ♦ Aufbau eines realistischen *PANDA* MVD-Modells
 - Berücksichtigung von Support- und Auslesestrukturen
- Sensor-Auslese
 - ♦ Strategische Zusammenarbeit mit GSI Darmstadt
 - Modifiziertes *NXYTER*-Frontend für *FAIR*-Experimente
- Teststation
 - Erste Messungen mit vorhandenen Komponenten
 - Adaption auf andere Sensoren und Frontends

Vielen Dank

