

Modulproduktion für den inneren Spurdetektor von ATLAS



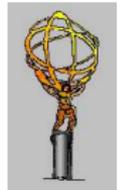
Mainz, 31. März 2004

Richard Nisius (MPI München)

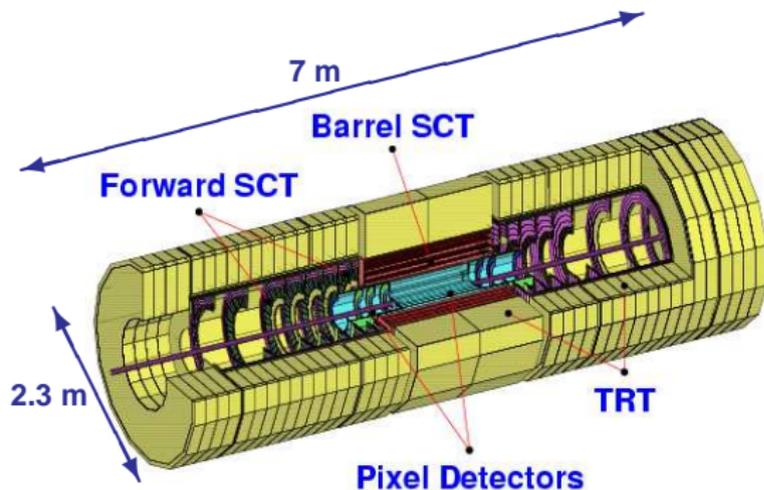
nisius@mppmu.mpg.de



Max-Planck-Institut
für Physik
München



Der innere Spurdetektor von ATLAS



Am MPI bauen wir 400 Module des SCT Vorwärtsbereichs.

Der Pixel Detektor

- Radius 4.8 – 16 cm.
- 3 Lagen, 6 Scheiben.
- $8 \cdot 10^7$ Auslesekanäle.
- σ : $12 \mu\text{m}$ ($R\Phi$) und $\approx 70 \mu\text{m}$ (z/R).

Der Semi Conductor Tracker

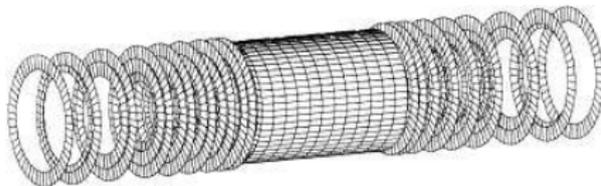
- Radius 27 – 52 cm.
- 4 Lagen, 18 Scheiben
- $6.3 \cdot 10^6$ Auslesekanäle.
- 4088 Module, 61 m^2 Silizium
- σ : $16 \mu\text{m}$ ($R\Phi$) und $580 \mu\text{m}$ (z/R).

Der Transition Radiation Tracker

- Radius 56 – 107 cm.
- 420 k Auslesekanäle.
- Xe Strahler zum Elektronnachweis.
- σ : $170 \mu\text{m}$ pro Röhrrchen.

Der ATLAS SemiConductor Tracker

Das Layout



- Barrel: 4 Lagen.
- Endkappen: 2x9 Scheiben.
- Module: 4088, Barrel 2112, Endkappen 1976 (vier Sorten).
- Ortsauflösung: 16 μm (senkrecht) und 580 μm (parallel) zu den Streifen.

Ein Endkappenmodul



- 768 einseitige p-in-n Streifen mit 50-90 μm Streifenabstand.
- Doppelseitiger Hybrid mit 6 Chips pro Seite, binäre Auslese.
- Befestigungspunkte mit 20 μm Genauigkeit.

Der Modulbau im Schnelldurchlauf

Hybrid

6-lagige Kupfer-Polyimid
Flex auf Carbon-Substrat

Befestigungspunkte

Genauigkeit $20 \mu\text{m}$

Detektoren

ca. $6 \times 6 \times 0.285 \text{ cm}^3$
768 einseitige p-in-n
Streifen mit $50\text{-}90 \mu\text{m}$
Streifenabstand

Auslesechips

6 ABCD3T Chips pro Seite,
binäre Auslese

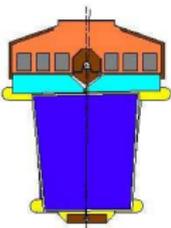
Fan-ins

4/Modul, Glas mit Al-Streifen
 $300 \mu\text{m}$ dick

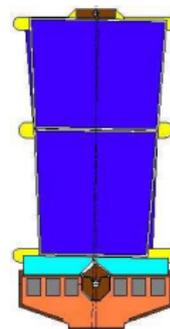
Trägerstruktur (Spine)

Thermal Pyrolytic Graphite
 $500 \mu\text{m}$ dick, 1700 W/m/K

Mittleres Modul



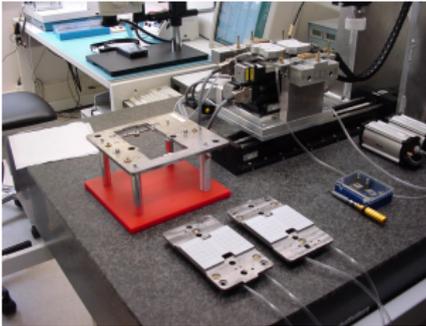
Inneres Modul



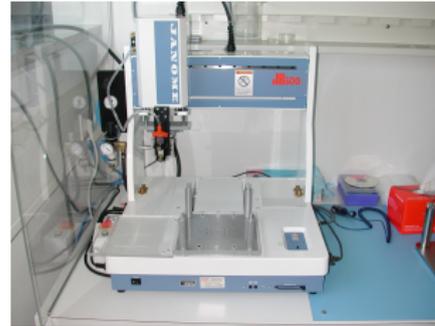
Äußeres Modul

Geräte zur Modulproduktion

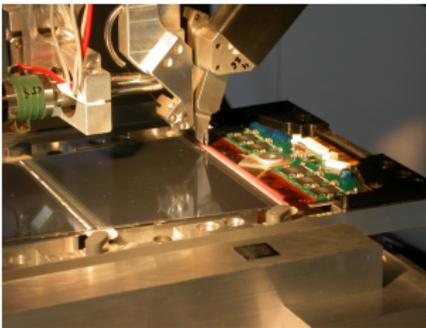
Der Roboter zur Ausrichtung



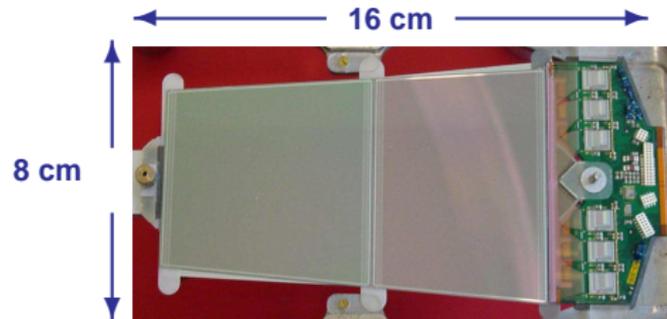
Der Kleberoboter



Die Bondmaschine

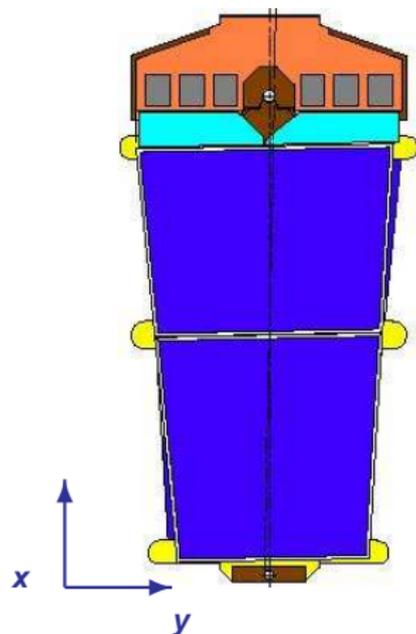
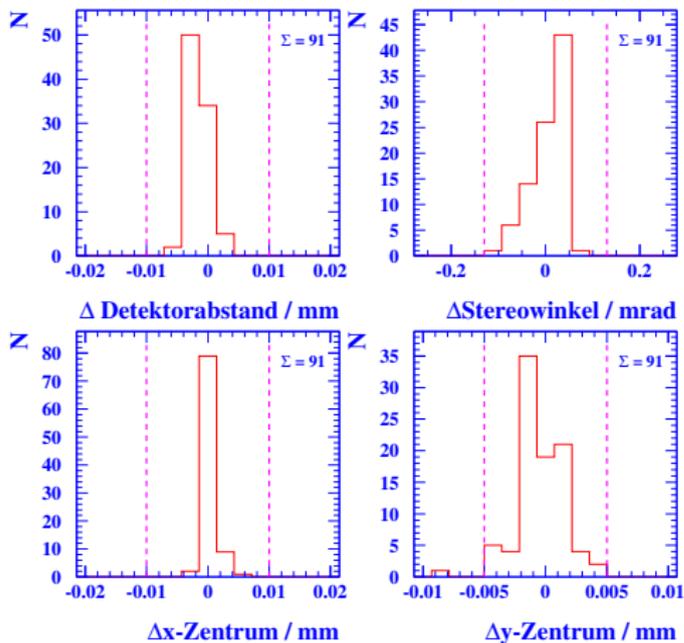


Ein fertiges Modul



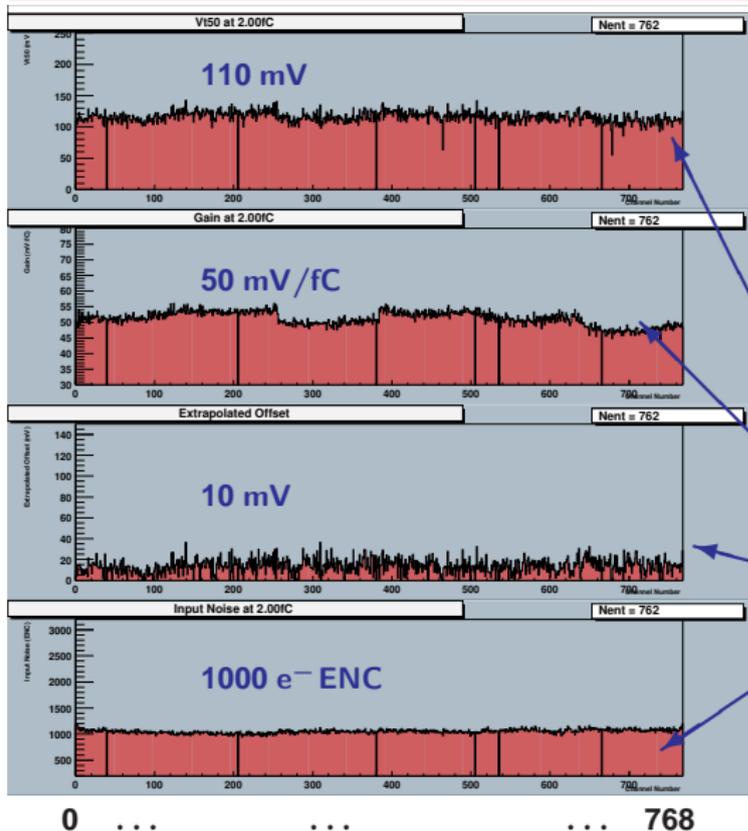
Die mechanische Präzision der Endkappenmodule

--- Toleranzen



Die Module werden mit hoher Ausbeute innerhalb der Spezifikationen gebaut.

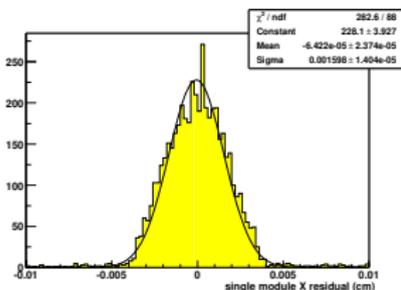
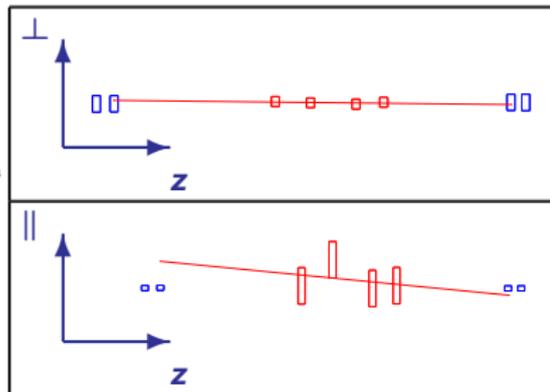
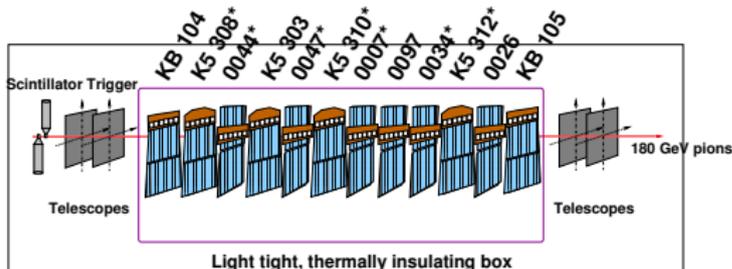
Ein Beispiel der elektrischen Eigenschaften



- Test eines nicht-perfekten Hybriden (schwarze Linien = tote Kanäle). Gezeigt sind die Resultate von einer Seite ($6 \times 128 = 768$ Kanäle), bei 2 fC injizierter Ladung.
 - Die Resultate erhält man aus der Analyse der S-Kurven aus Schwellenscans.
- Das Outputsignal.
Die Verstärkung.
Der extrapolierte Offset bei 0 fC.
Das Rauschen in e^- ENC.

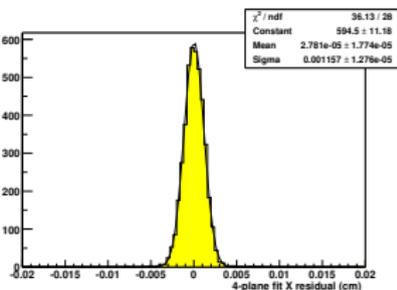
Die Variationen von Kanal zu Kanal sind klein.

Mit bestrahlten Modulen auf Spurensuche am Pion-Teststrahl



$\sigma_{\text{Point}, \perp} \approx 17 \mu\text{m}$

$\sigma_{\text{Track}, \perp} \approx 11 \mu\text{m}$



- Spur aus drei Modulen
 $\Rightarrow \epsilon > 97\%$, fake $< 10^{-3}$
- Spur aus vier Modulen
 $\Rightarrow \epsilon > 97\%$, fake $< 10^{-4}$
- $\epsilon_{\text{Track}} \approx \prod \epsilon_{\text{Point}}$

Selbst nach voller Dosis ist Tracking mit hoher Effizienz und kleiner Fakerate möglich.

Zusammenfassung und Ausblick

- Die Endkappenmodule des ATLAS SCT erfüllen die Spezifikation bezüglich ihrer mechanischen und elektrischen Eigenschaften.
- In Teststrahlungsmessungen wurde gezeigt, dass selbst nach voller LHC Dosis Tracking mit hoher Effizienz und kleiner Fakterate möglich ist.



- Die Serienproduktion der Endkappenmodule konnte leider erst deutlich zeitverzögert aufgenommen werden.
- Die verbleibende Zeit zum Modulbau und zur Integration des SCT in den inneren Spurdetektor ist kurz.



Im Jahre 2005 verschwindet der SCT im TRT.

