

# Alignment des Pixeldetektors am ATLAS Experiment mittels Teilchenspuren

---

Tobias Göttfert

Max-Planck-Institut  
für Physik  
(Werner-Heisenberg-Institut)

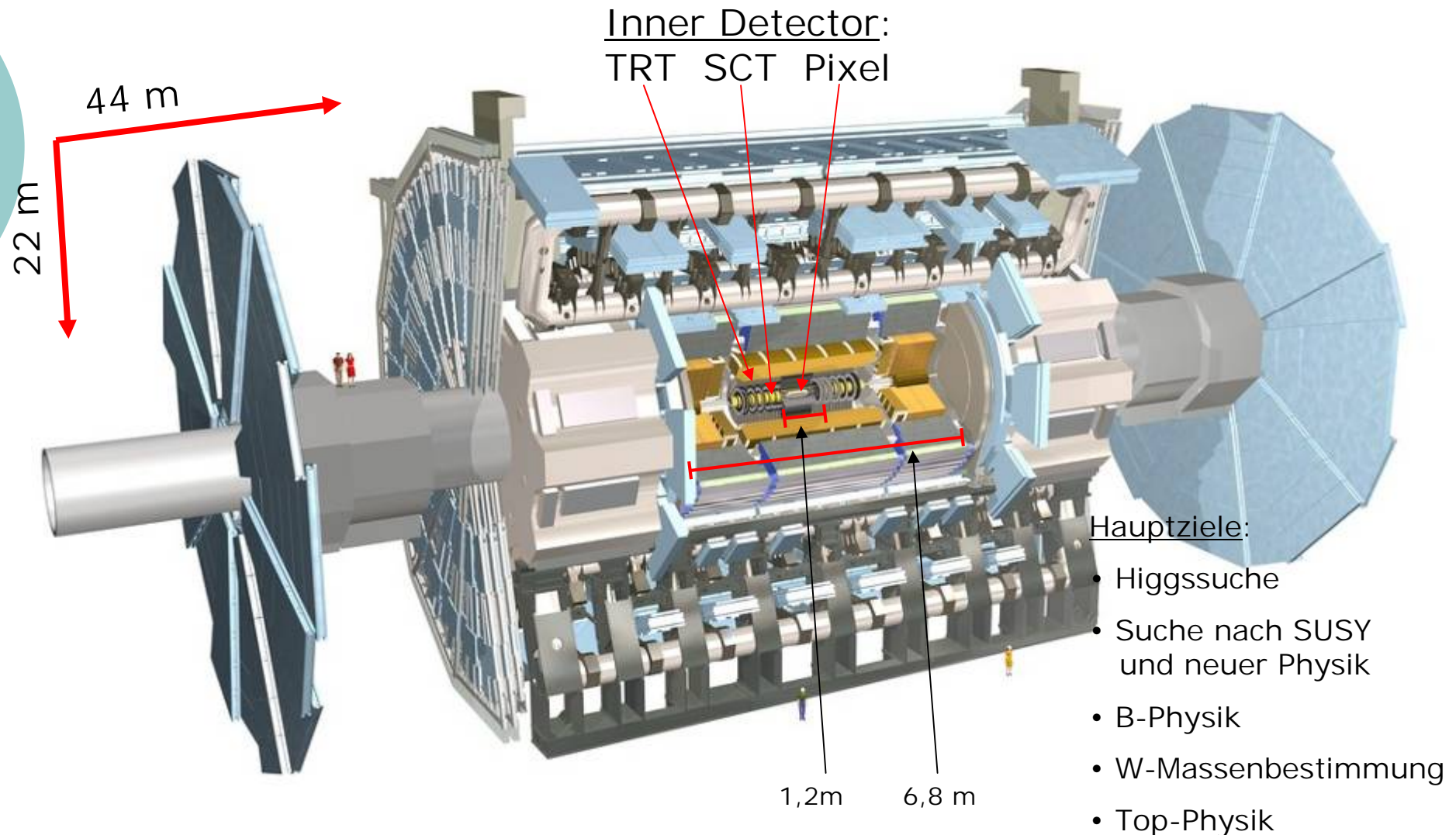


BAYERISCHE JULIUS-MAXIMILIANS  
**UNIVERSITÄT  
WÜRZBURG**

DPG Frühjahrstagung  
Sektion Teilchenphysik  
31. März 2006



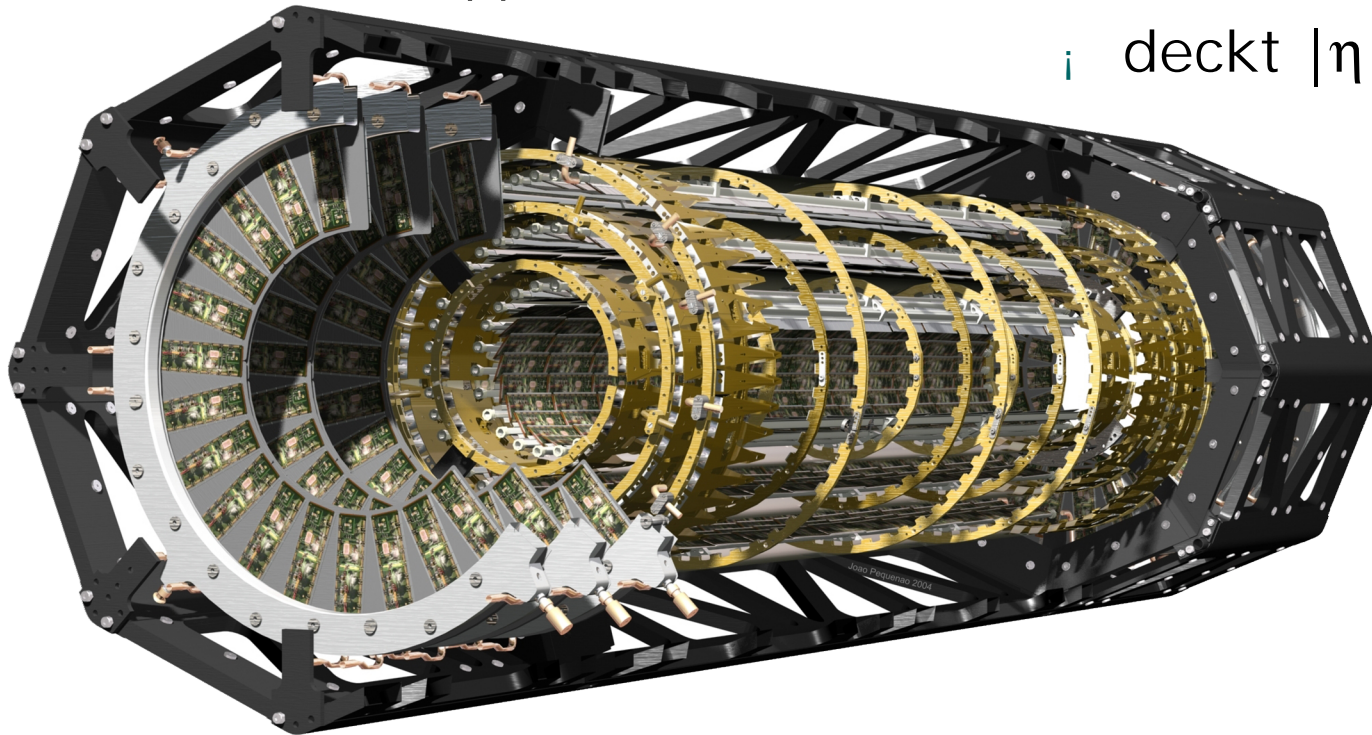
# Das ATLAS Experiment





# Pixeldetektor - Geometrie

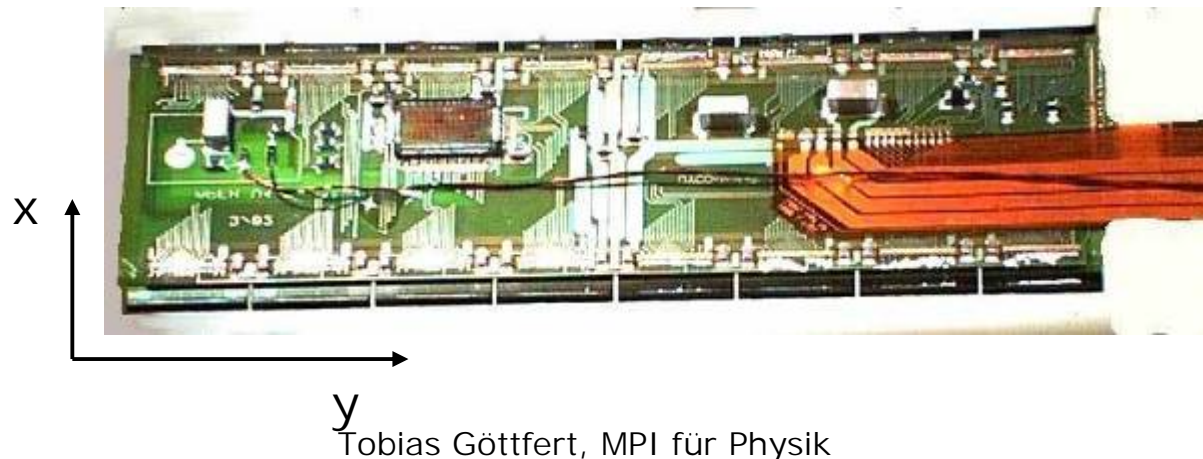
- 2x3 Endkappen-Disks mit 288 Modulen
- 3 Barrel Lagen mit 1456 Modulen
  - um  $20^\circ$  verkippt („turbine arrangement“)  
 $\Rightarrow$  Überlapp
- deckt  $|\eta| < 2,5$  ab





# ATLAS Pixeldetektor

- i 1744 Module à  $16,4 \cdot 60,8 \text{ mm}^2$
- i  $n^+$  auf  $n$  Siliziumdetektor
- i 46080 Pixel à  $50 \cdot 400 \mu\text{m}^2$
- i Auflösung:  $\sigma_x = 14,4 \mu\text{m}$ ,  $\sigma_y = 115,5 \mu\text{m}$
- i Auslese: 16 FE chips (bump bonded),  
1 MCC (wire bonded)
- i Clustern von Nachbarhits  
(digital oder ToT-gewichtet)





# Alignment Überblick

- | Genaue Kenntnis aller Detektorpositionen unerlässlich für u.a.:
  - | exakte Vertexrekonstruktion und b-tagging
  - | hohe Impulsauflösung
  
  - | ⇒ W-Massenmessung
  - | ⇒ Top-Massenmessung
  - | ⇒ Higgssuche
  - | ⇒ b-Physik, ...

- | mindestens benötigte Alignmentpräzision (TDR):

PIXEL	Local x		Local y		Local z	
	required	as-built + survey	required	as-built + survey	required	as-built + survey
barrel	1 - 7 $\mu\text{m}$	50 $\mu\text{m}$	20 $\mu\text{m}$	20 $\mu\text{m}$	10 - 20 $\mu\text{m}$	50 $\mu\text{m}$
endcap	1 - 7 $\mu\text{m}$	5 $\mu\text{m}$	20 $\mu\text{m}$	5 $\mu\text{m}$	100 $\mu\text{m}$	13 $\mu\text{m}$

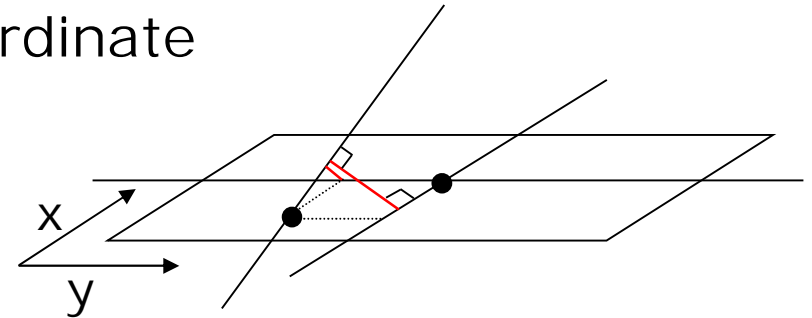
## Alignmentstrategien:

- Survey – nach dem Zusammenbau
- Survey – während des Betriebs (z.B. FSI bei SCT)
- Spurbasiertes Alignment



# Spurbasiertes Alignment – MPI Ansatz

- i Verwendeter Ansatz:
  - l Linearisierte  $\chi^2$ -Minimierung,  $\chi^2 = \frac{r^2}{2}$
  - l lokal (keine Korrelationen zwischen Modulen)  $\Rightarrow$  Iterieren
- i Pixel hat zwei unabhängige Koordinaten  $\Rightarrow$  2 Residuen für x- und y-Koordinate



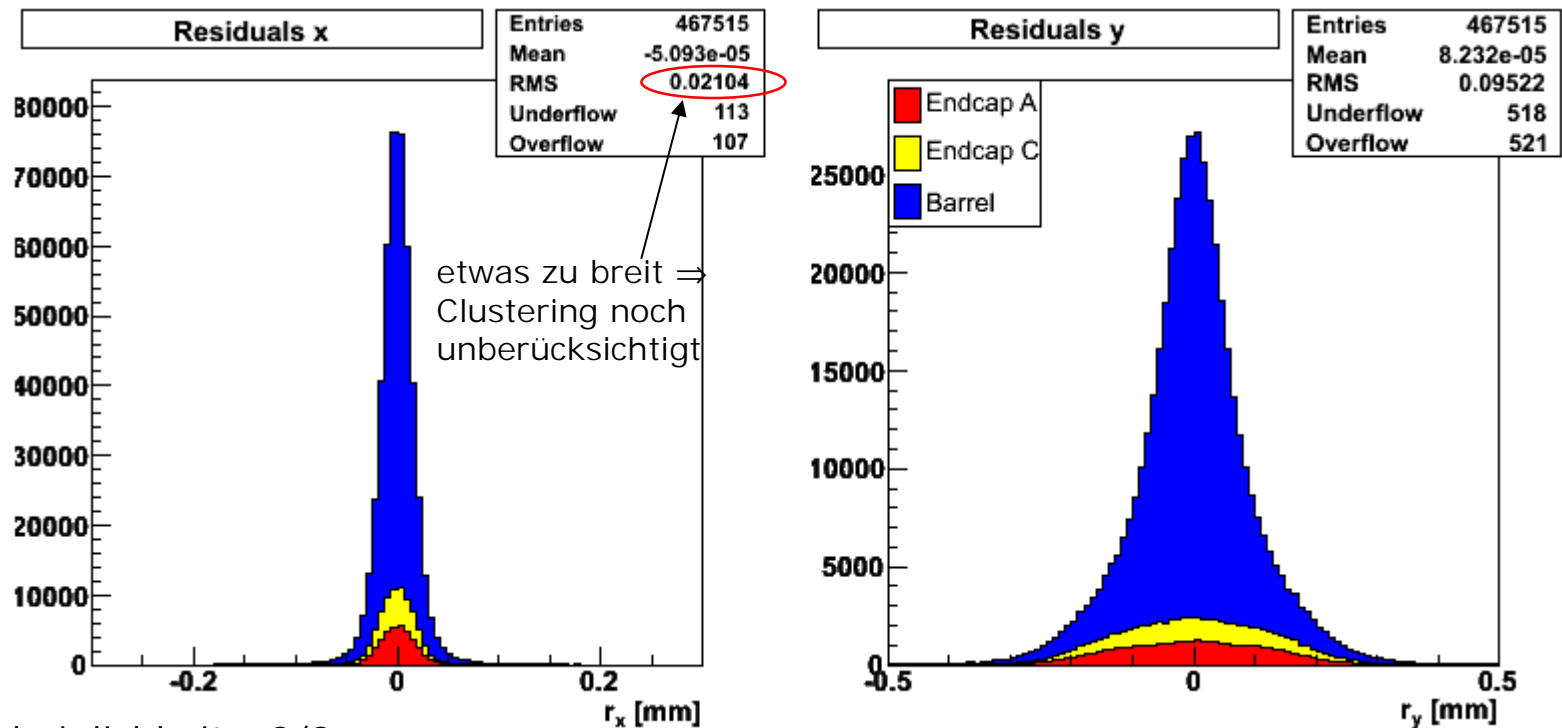
- i „DOCA“-Residuen:
- i Lösung für die 6 Alignmentparameter  $\Delta a$  (3 Translationen, 3 Rotationen) jedes Moduls:

$$\Delta a^r = - \left( \sum_{i \in \text{tracks}} \left( \frac{dr_i^r(a)}{da_0^r} \right) \cdot V_i^{-1} \cdot \left( \frac{dr_i^r(a)}{da_0^r} \right)^T \right)^{-1} \cdot \left( \sum_{\text{tracks}} \left( \frac{dr_i^r(a)}{da_0^r} \right) \cdot V_i^{-1} \cdot r_i^r(a_0) \right)$$



# MultiMyon sample - Residuenverteilungen

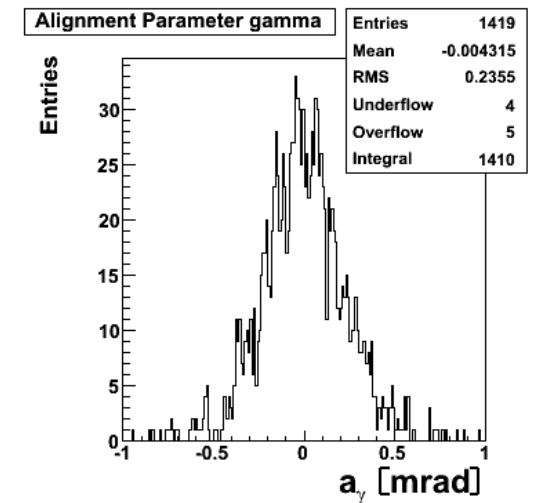
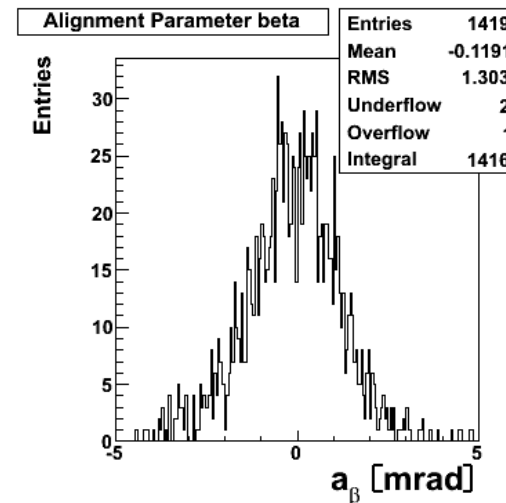
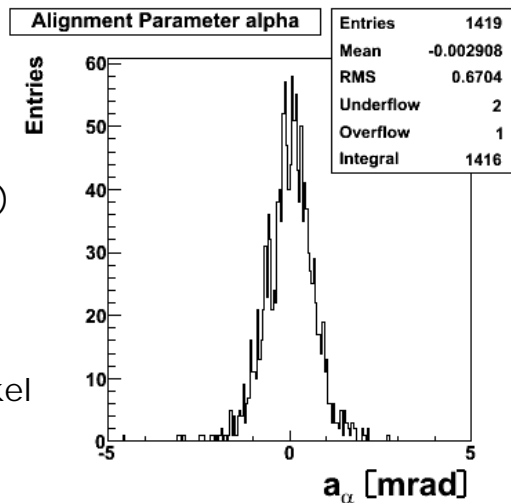
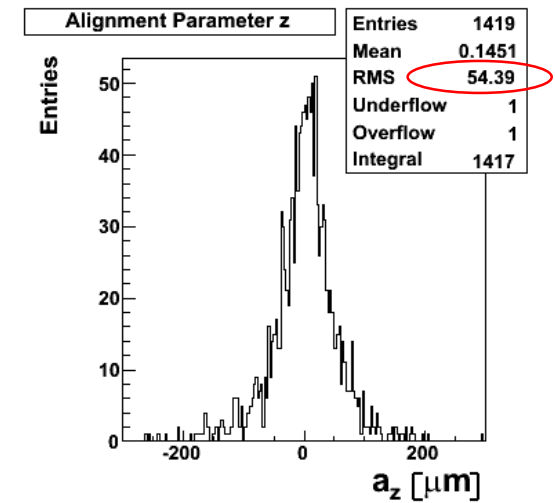
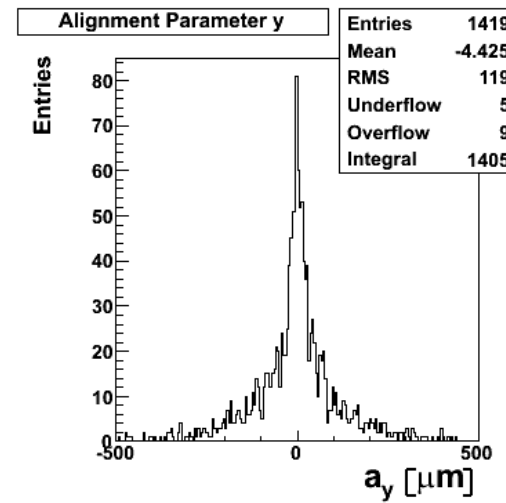
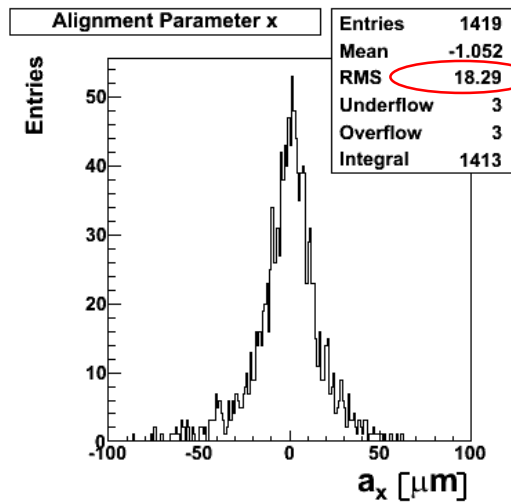
150000 Tracks mit simulierten  $\mu^\pm$ , 2 – 60 GeV,  
nominale ATLAS-Detektorgeometrie



Clusterwahrscheinlichkeit  $\sim 2/3$



# MultiMyon sample – Alignment parameter (barrel) nach 5 Iterationen (nominale Geometrie)



- Kippwinkel ( $20^\circ$ ) sichtbar
- x ist besser bestimmt als y
- Gamma ist der sensitivste Winkel

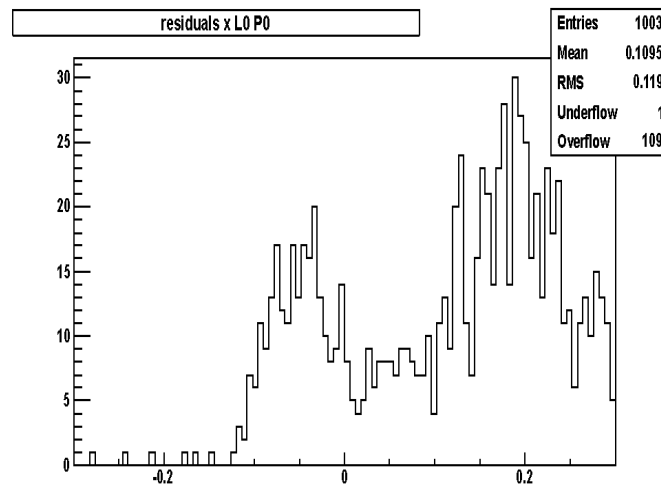




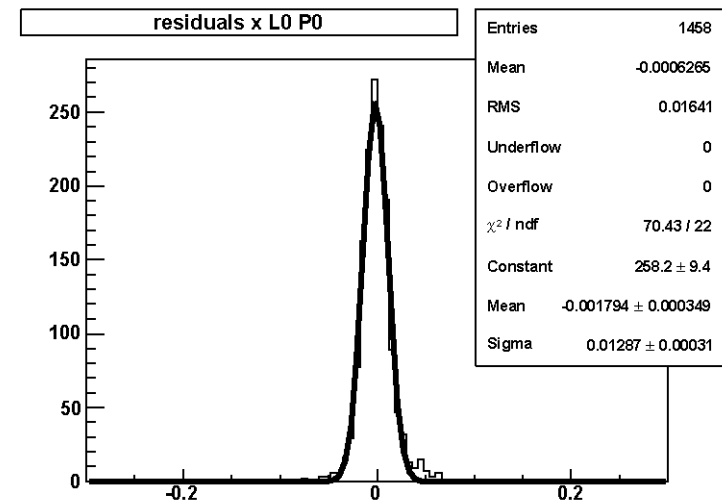
# Combined Test Beam - Residuenverteilungen

- i Teststrahl 2004: 180 GeV Pionen
- i 6 Pixelmodule (ein Schnitt durchs Barrel)
- i Residuen (mit festgehaltenem Impuls)

nach 1 Iteration

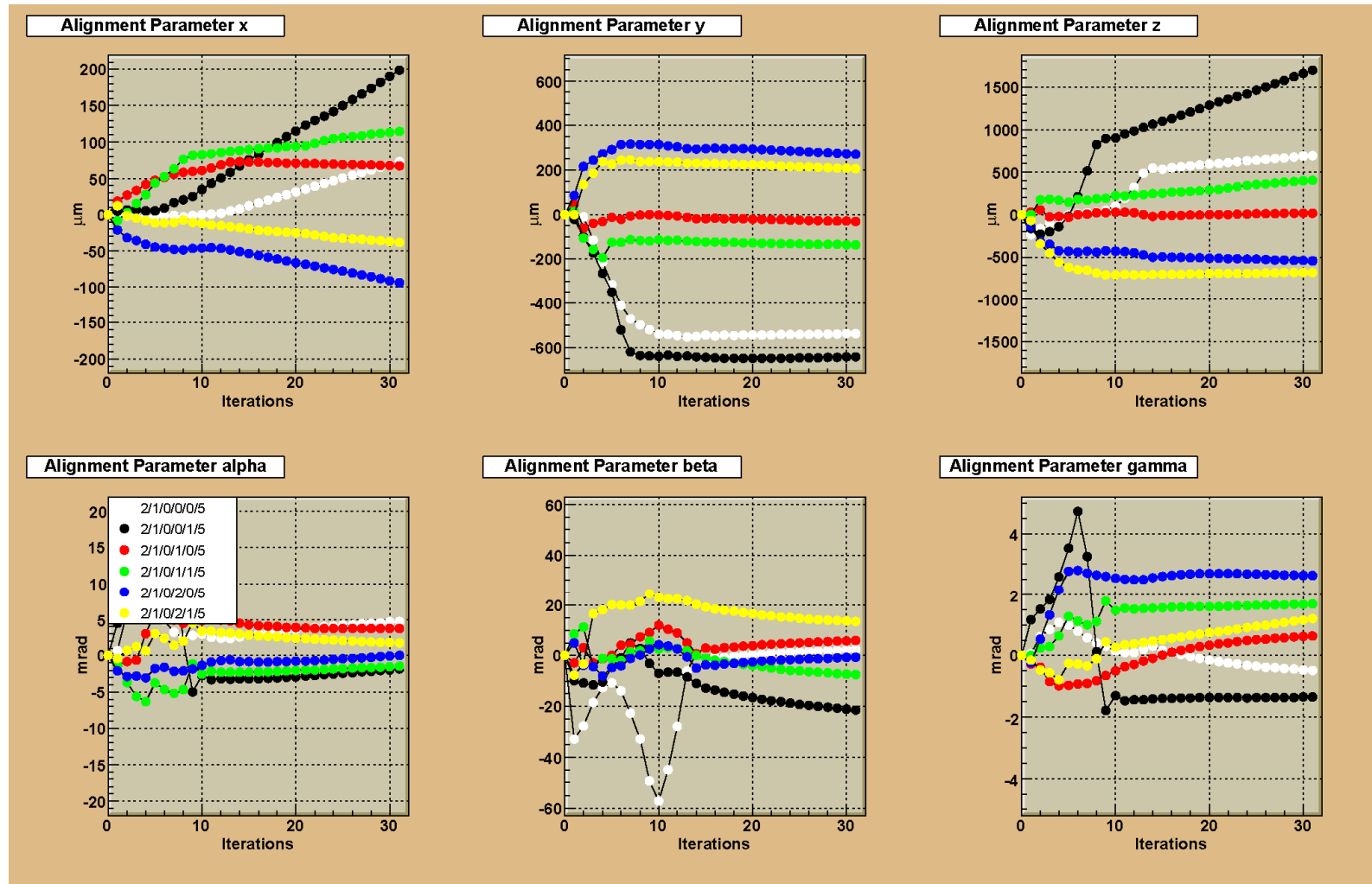


nach 30 Iterationen





# Combined Test Beam – Alignmentparameter-Fluss





# Zusammenfassung

---

- | Alignment-Algorithmen für ATLAS-Pixeldetektor verfügbar
- | Lokaler  $\chi^2$ -Ansatz:
  - | funktioniert für Pixel und SCT
  - | DOCA-Residuen auf jede Geometrie anwendbar
  - | Basisfunktionalität implementiert
  - | „exciting new features soon to come“:
    - | Berücksichtigung von PixelClustering
    - | Alignment größerer Strukturen
    - | Alignment mit kosmischen Tracks
    - | Vertex-Bedingung
    - | Einbeziehung des TRT, ...