

Alignment des Pixeldetektors am ATLAS Experiment mittels Teilchenspuren

Tobias Göttfert

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

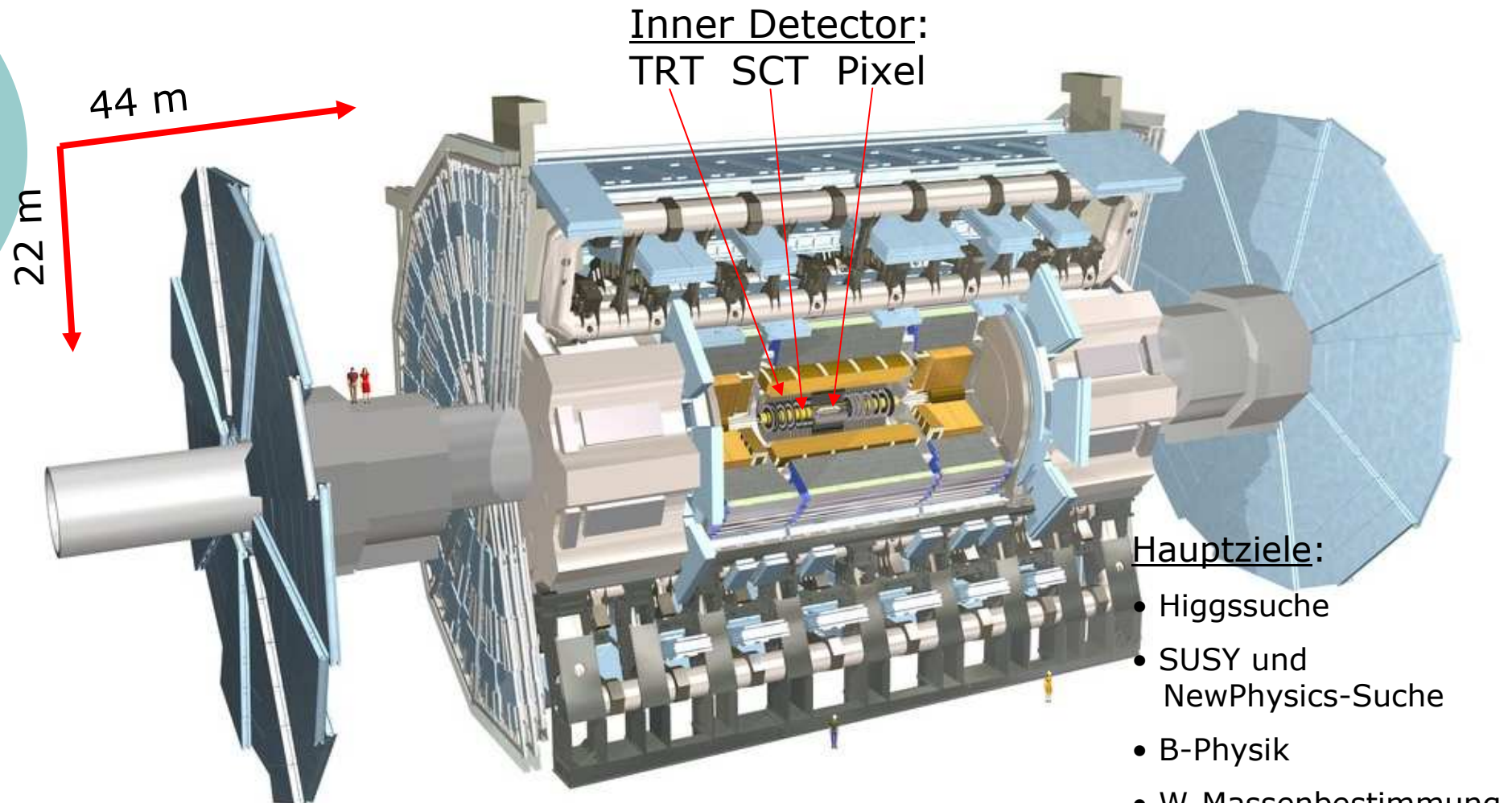


BAYERISCHE JULIUS-MAXIMILIANS
**UNIVERSITÄT
WÜRZBURG**

DPG Frühjahrstagung
Sektion Teilchenphysik
31. März 2006



Das ATLAS Experiment



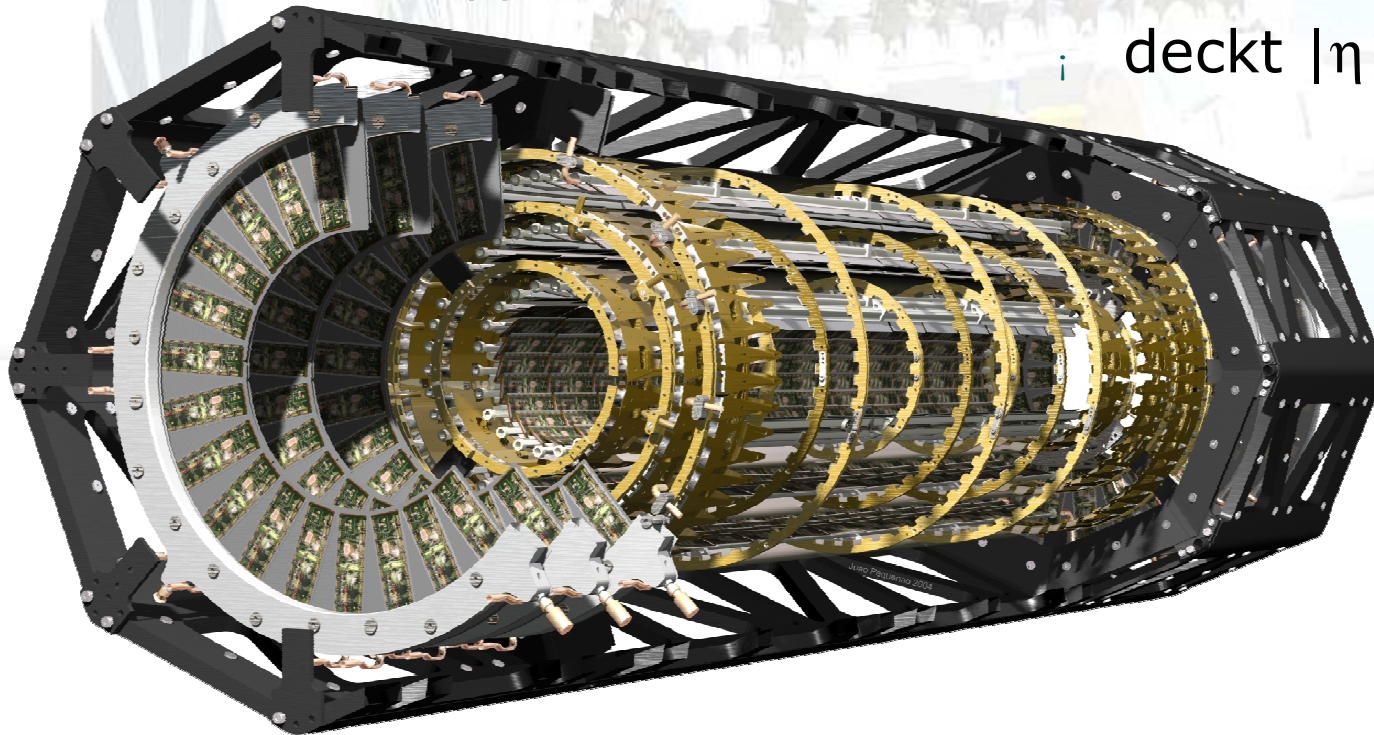
Hauptziele:

- Higgssuche
- SUSY und NewPhysics-Suche
- B-Physik
- W-Massenbestimmung
- Top-Physik



Pixeldetektor - Geometrie

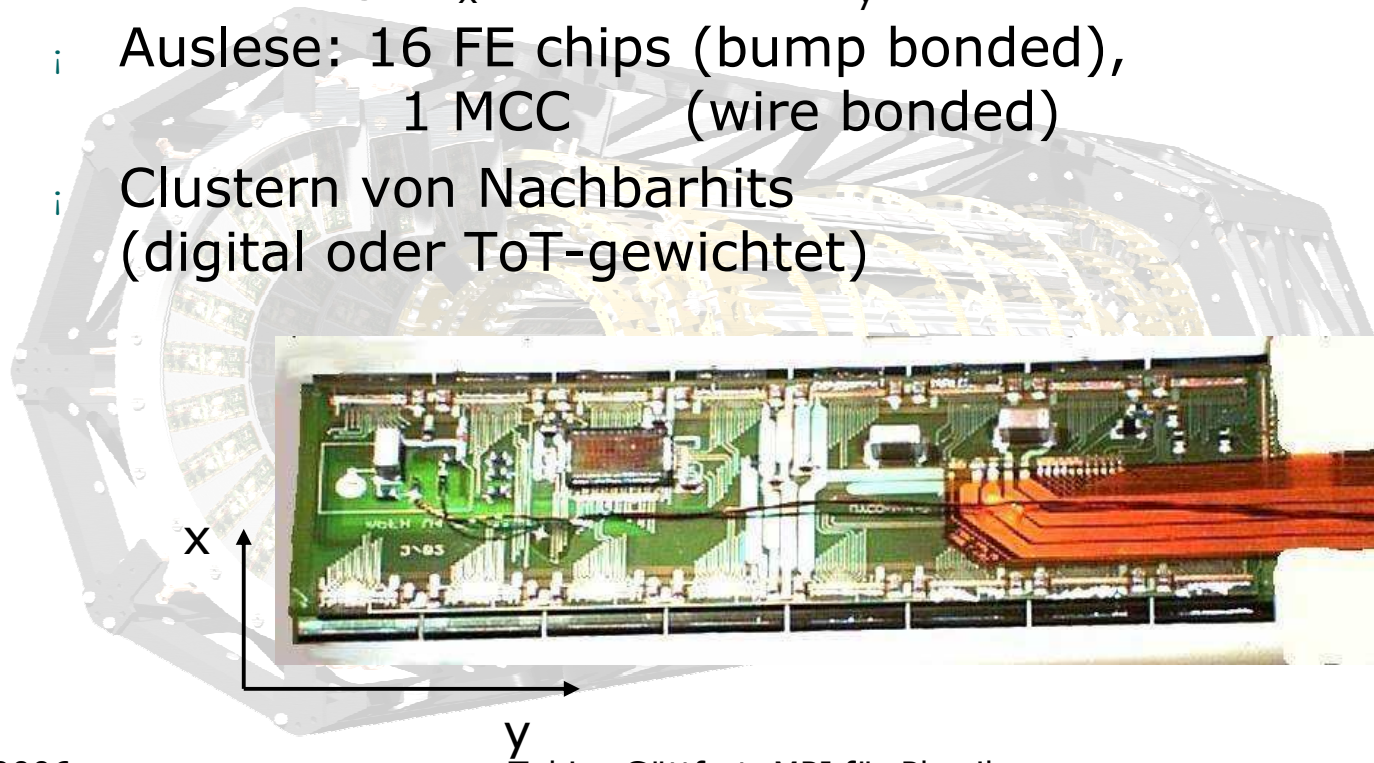
- ; 2x3 Endkappen-Disks mit 288 Modulen
- ; 3 Barrel Lagen mit 1456 Modulen
 - 1 um 20° verkippt („turbine arrangement“)
⇒ Überlapp
- ; deckt $|\eta| < 2,5$ ab





ATLAS Pixeldetektor

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





Alignment Überblick

- i Genaue Kenntnis aller Detektorpositionen unerlässlich für u.a.:
 - 1 exakte Vertexrekonstruktion und b-tagging
 - 1 hohe Impulsauflösung

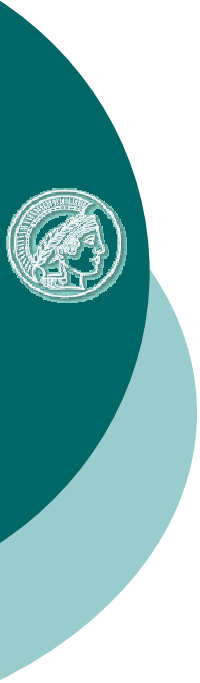
 - 1 \Rightarrow W-Massenmessung
 - 1 \Rightarrow Top-Massenmessung
 - 1 \Rightarrow Higgssuche
 - 1 \Rightarrow b-Physik, ...

- i 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 μm	50 μm	20 μm	20 μm	10 - 20 μm	50 μm
endcap	1 - 7 μm	5 μm	20 μm	5 μm	100 μm	13 μm

Alignmentstrategien:

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



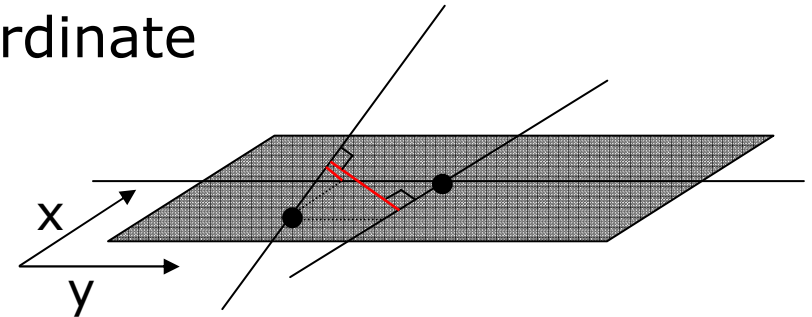
Spurbasiertes Alignment – MPI Ansatz

i Verwendeter Ansatz:

- 1 Linearisierte χ^2 -Minimierung, $\chi^2 = \frac{r^2}{\sigma^2}$
- 1 lokal (keine Korrelationen zwischen Modulen) \Rightarrow Iterieren

i Pixel hat zwei unabhängige Koordinaten \Rightarrow 2 Residuen für x- und y-Koordinate

i „DOCA“-Residuen:



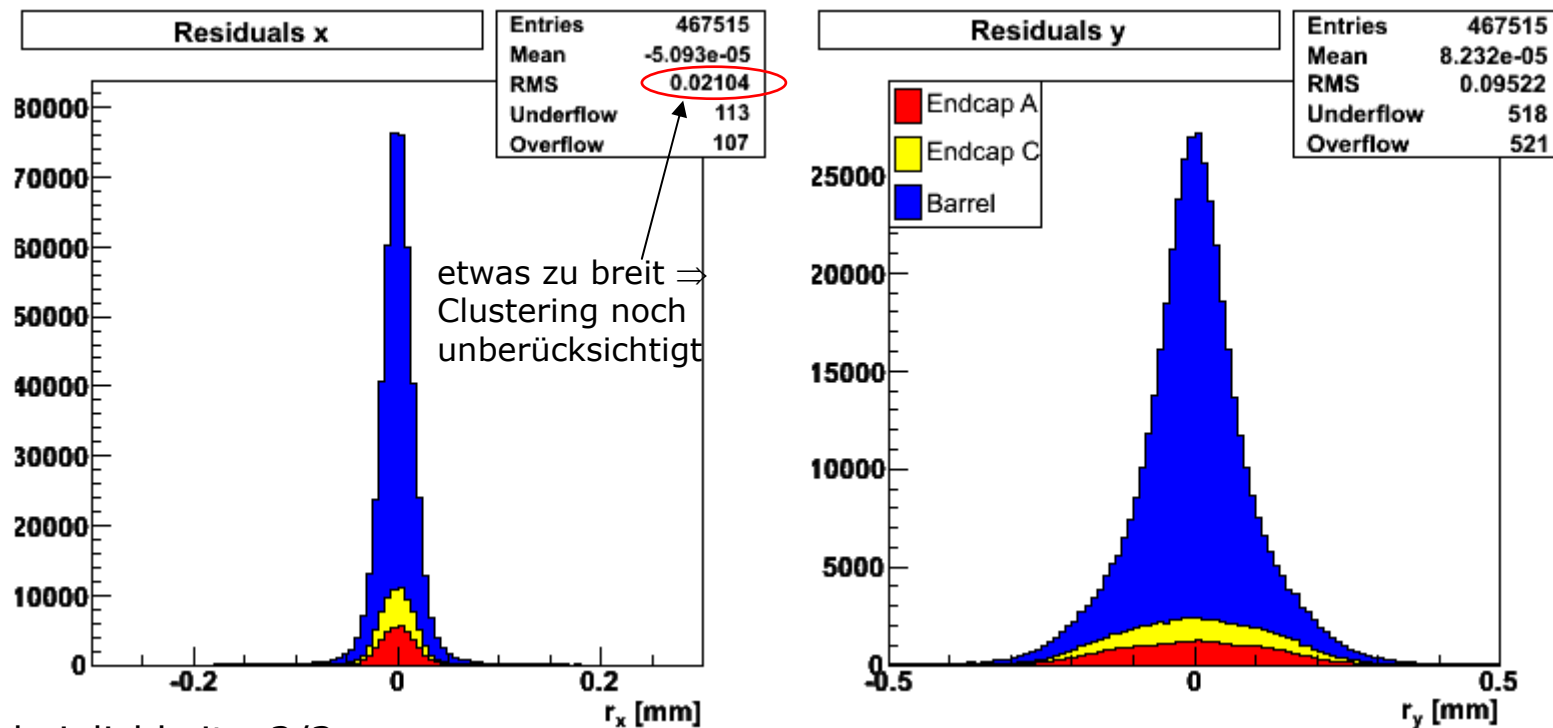
i Lösung für die 6 Alignmentparameter $\Delta \mathbf{a}$ (3 Translationen, 3 Rotationen) jedes Moduls:

$$\Delta \vec{a} = - \left(\sum_{i \in \text{tracks}} \left(\frac{d\vec{r}_i(\vec{a})}{d\vec{a}_0} \right) \cdot V_i^{-1} \cdot \left(\frac{d\vec{r}_i(\vec{a})}{d\vec{a}_0} \right)^T \right)^{-1} \cdot \left(\sum_{\text{tracks}} \left(\frac{d\vec{r}_i(\vec{a})}{d\vec{a}_0} \right) \cdot V_i^{-1} \cdot \vec{r}_i(\vec{a}_0) \right)$$



MultiMyon sample - Residuenverteilungen

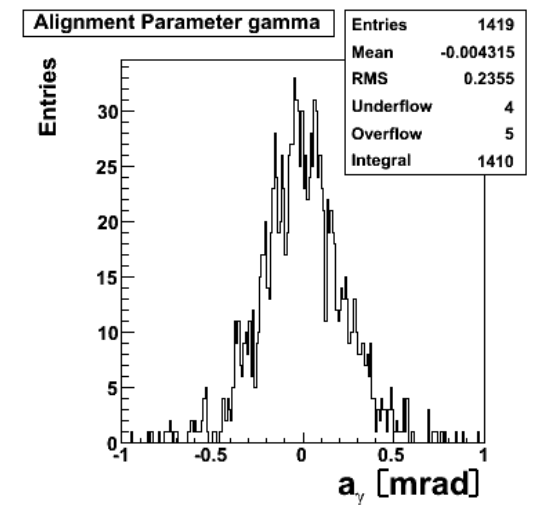
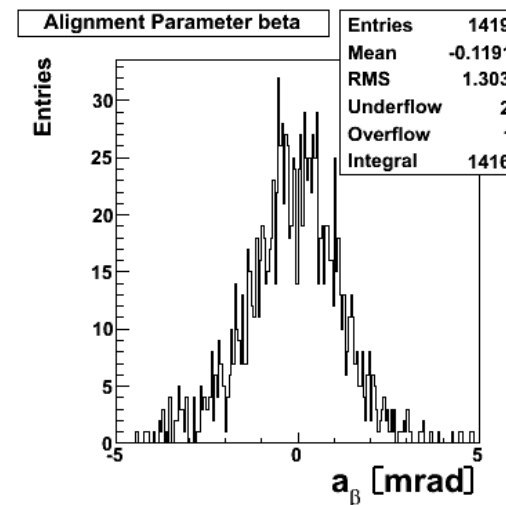
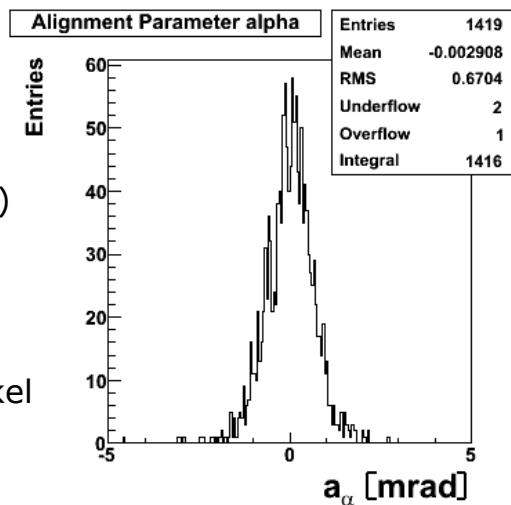
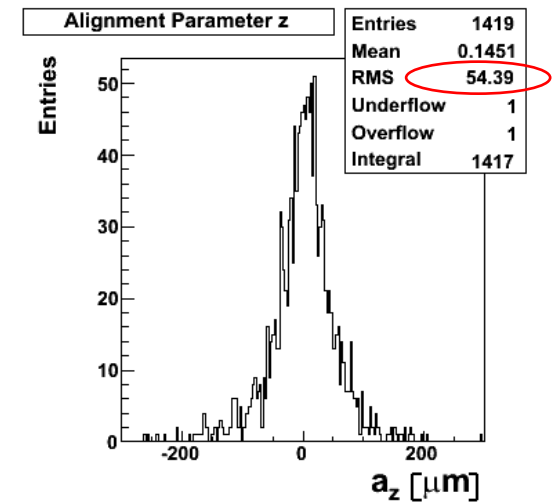
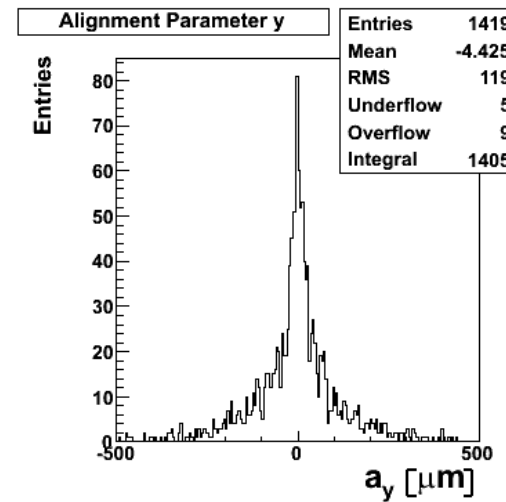
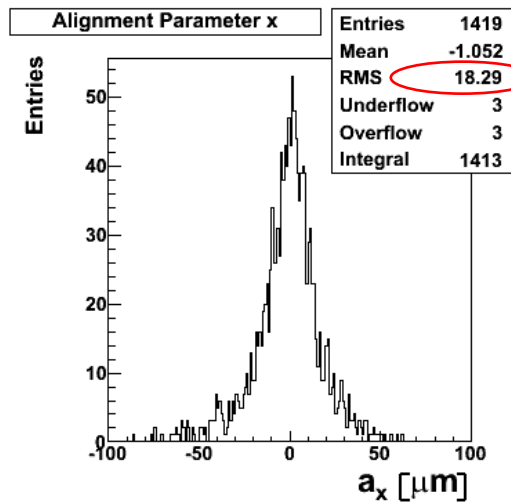
150000 Tracks mit simulierten μ^\pm , 2 – 60 GeV,
nominale ATLAS-Detektorgeometrie



Clusterwahrscheinlichkeit $\sim 2/3$



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



- Kippwinkel (20°) sichtbar
- x ist besser bestimmt als y
- Gamma ist der sensitivste Winkel

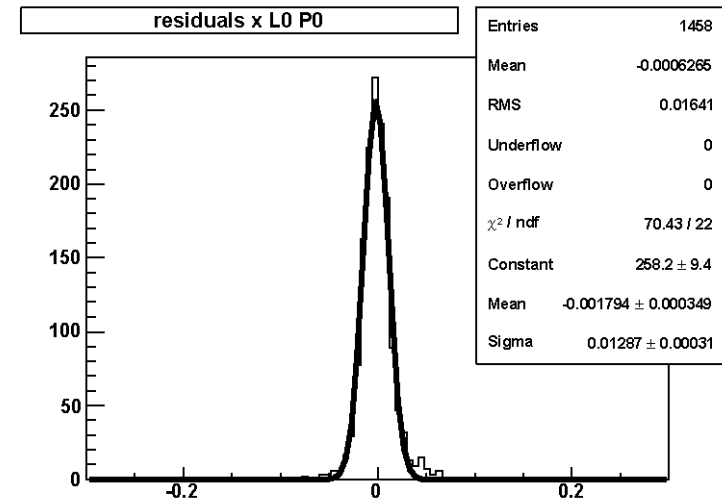
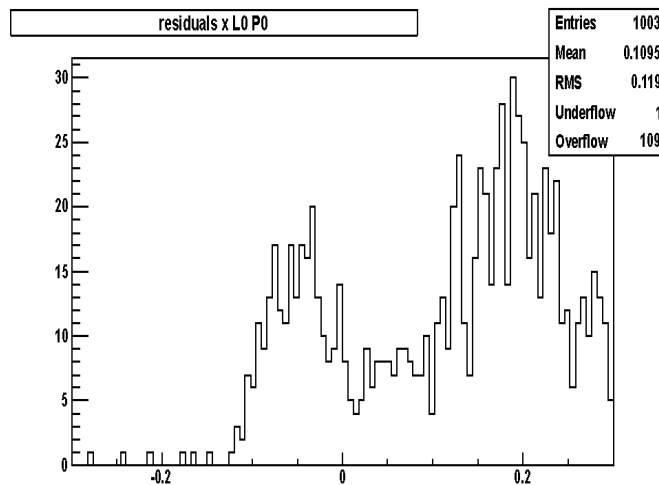
Combined Test Beam - Residuenverteilungen



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

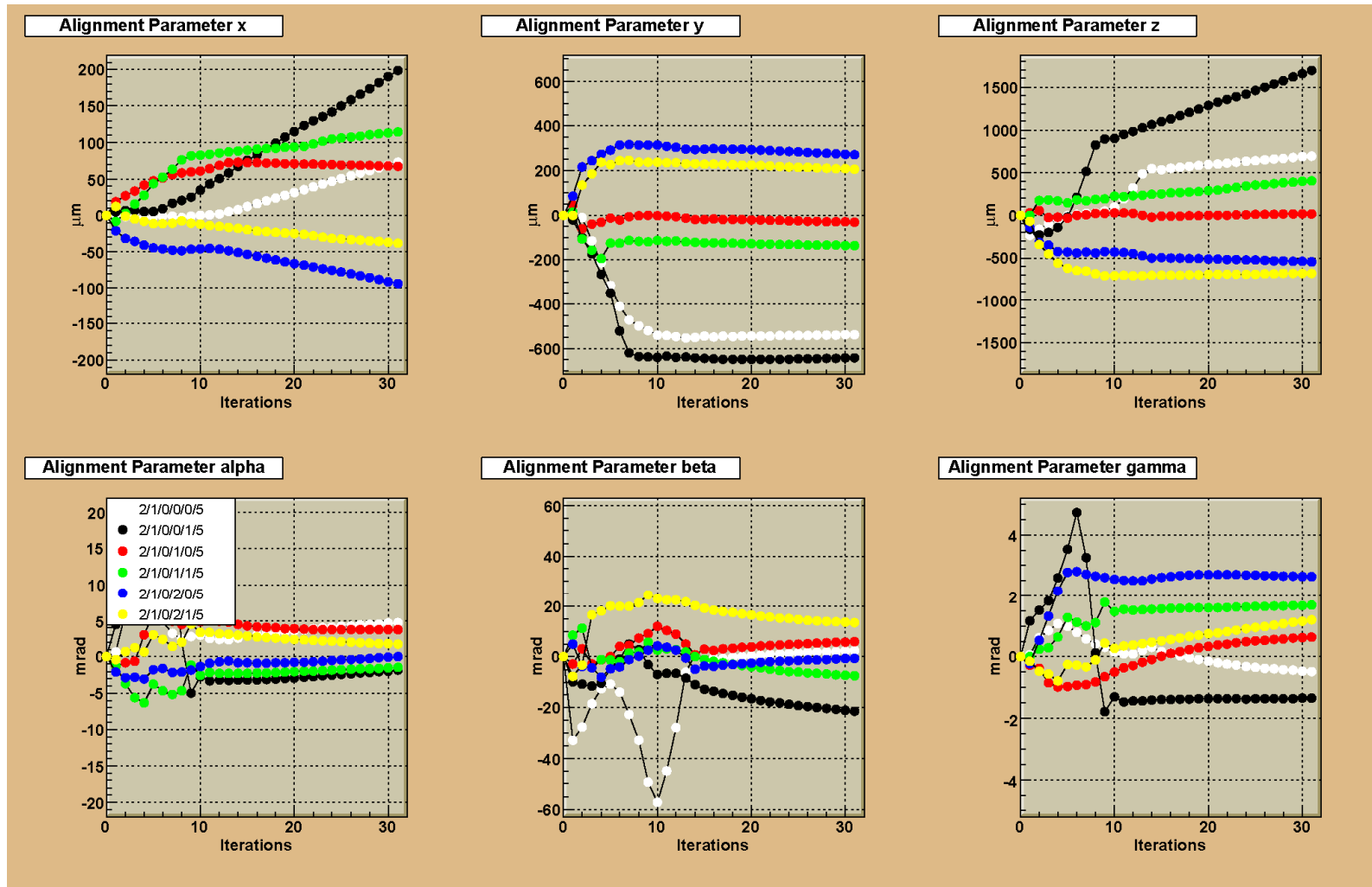
nach 1 Iteration

nach 30 Iterationen





Combined Test Beam – Alignmentparameter-Fluss





Zusammenfassung

- ; Alignment-Algorithmen für ATLAS-Pixeldetektor verfügbar
- ; Lokaler χ^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, ...



backup slides



MultiMyon sample – Alignmentparameter (barrel) Flow

