

Konstruktion & Test einer sMDT-Prototypkammer für den Ausbau des ATLAS-Myonspektrometers

Bernhard Bittner¹, Jörg Dubbert¹, Oliver Kortner¹, Hubert Kroha¹, Jörg v. Loeben¹,
Robert Richter¹, Philipp Schwegler¹
Otmar Biebel², Ralf Hertenberger², Andre Zibell²

¹MPI für Physik - Werner-Heisenberg-Institut, München, ²Ludwig-Maximilians-Universität, München

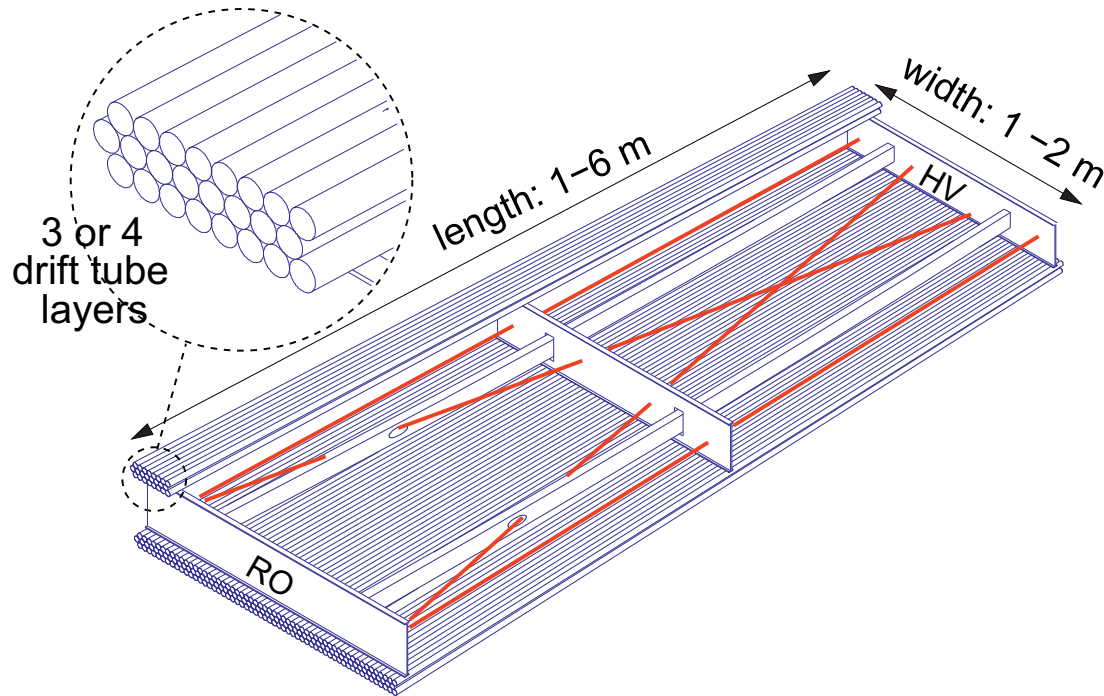
DPG Frühjahrstagung, Göttingen, März 2012



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



Design der ATLAS Myondriftrohrkammern



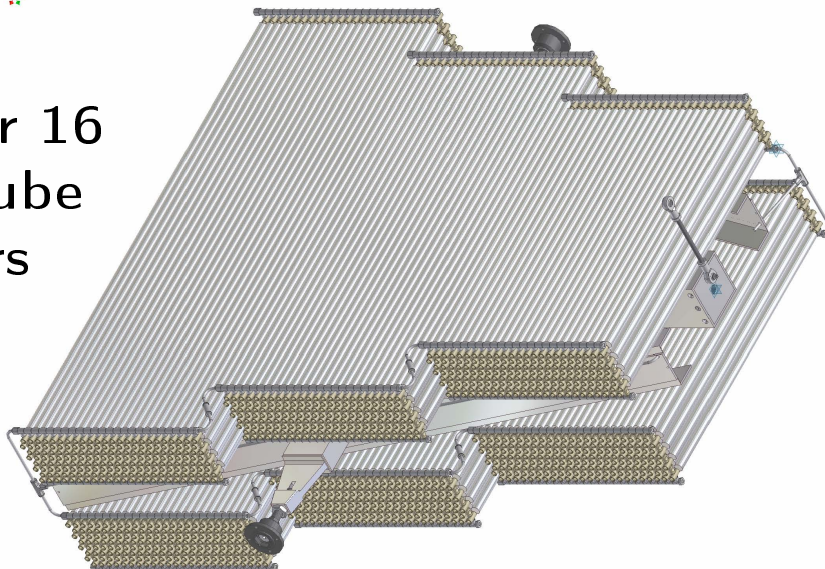
Performance der MDT Kammern (30 mm)

- Mittlere Einzelrohrauflösung: $80 \mu\text{m}$ (max: $140 \mu\text{m}$)
- Kammerauflösung: $40 \mu\text{m}$ (max: $60 \mu\text{m}$)
- Genauigkeit der Zähl drahtposition: $20 \mu\text{m}$

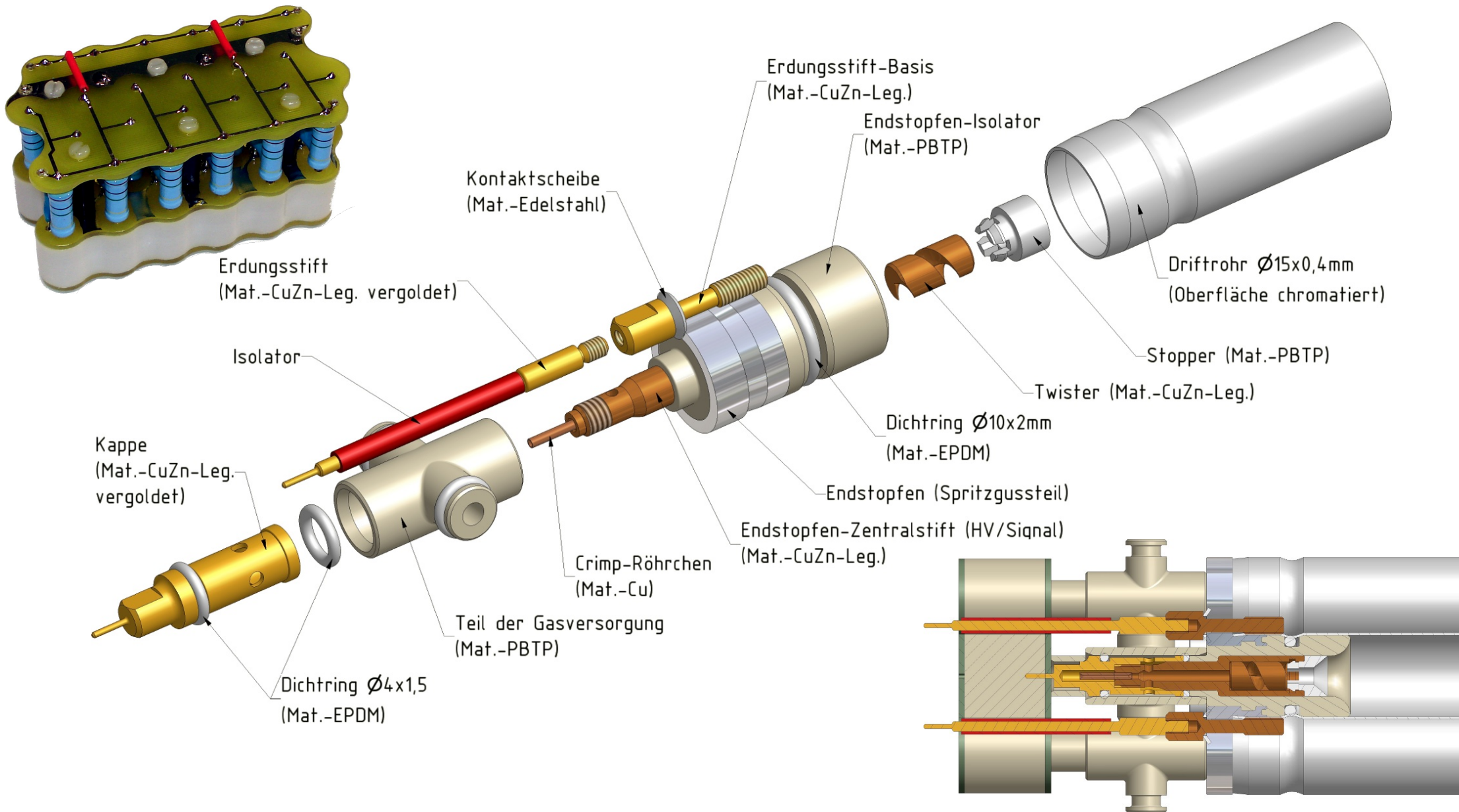
Anforderungen an die sMDT Kammern

- Mittlere Einzelrohrauflösung: $110 \mu\text{m}$ (max: $160 \mu\text{m}$)
- Kammerauflösung: $<40 \mu\text{m}$ (max: $60 \mu\text{m}$)
- Genauigkeit der Zähl drahtposition: $20 \mu\text{m}$

8, 12 or 16
drift tube
layers

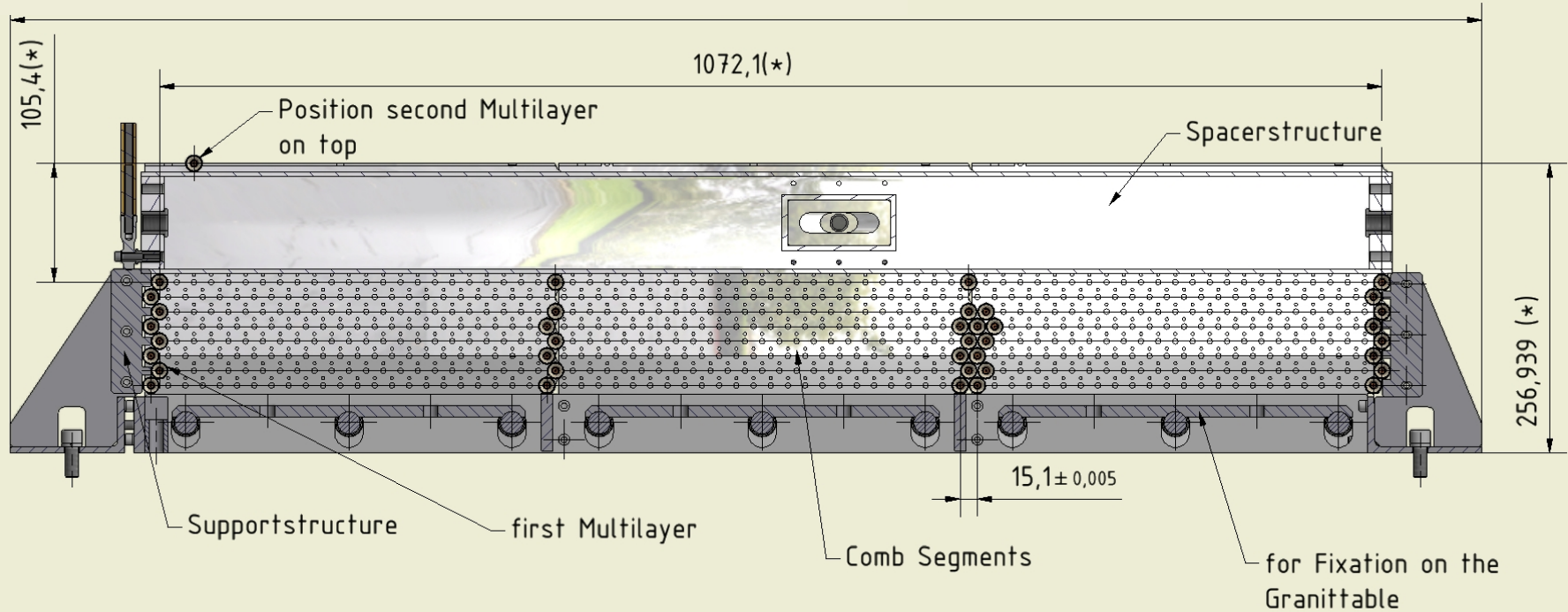
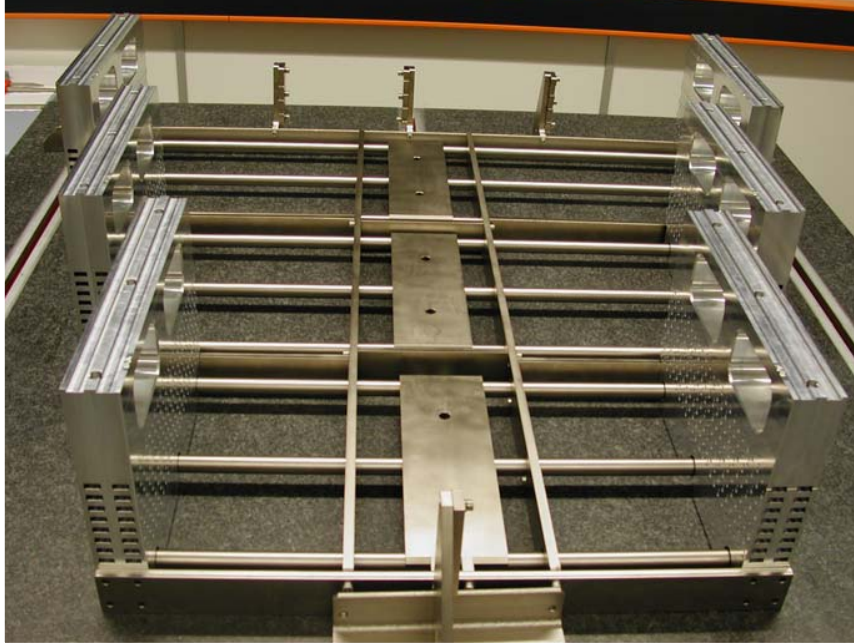
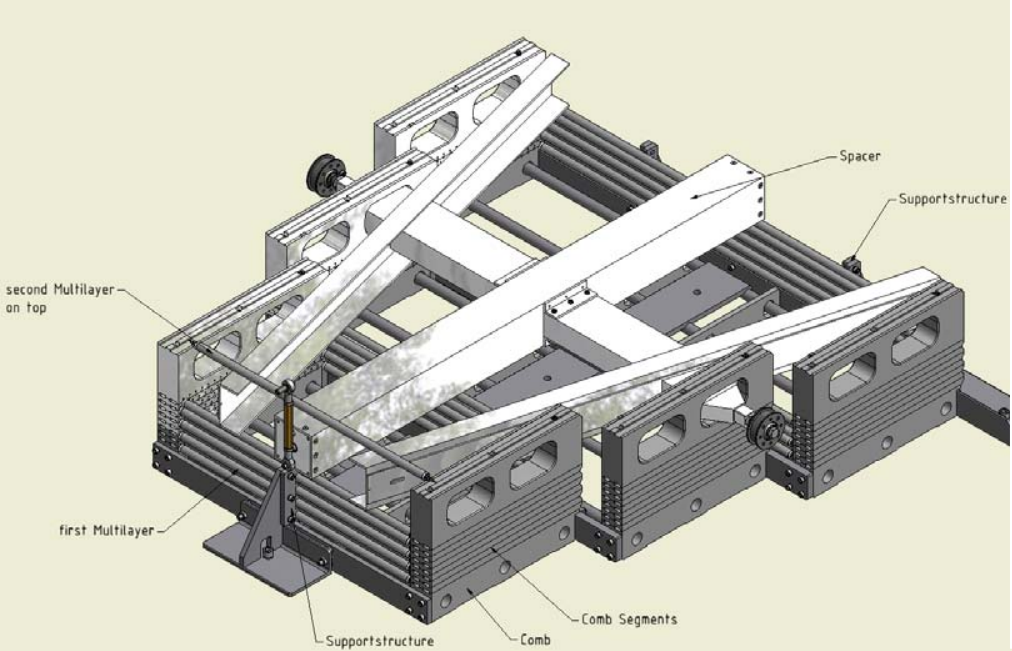


Entwurf und Konstruktion eines Prototyps



Packungsdichte der Rohre vervierfacht sich \Rightarrow Neuentwicklung von Endstopfen, Gasverteilung und Elektronikarten

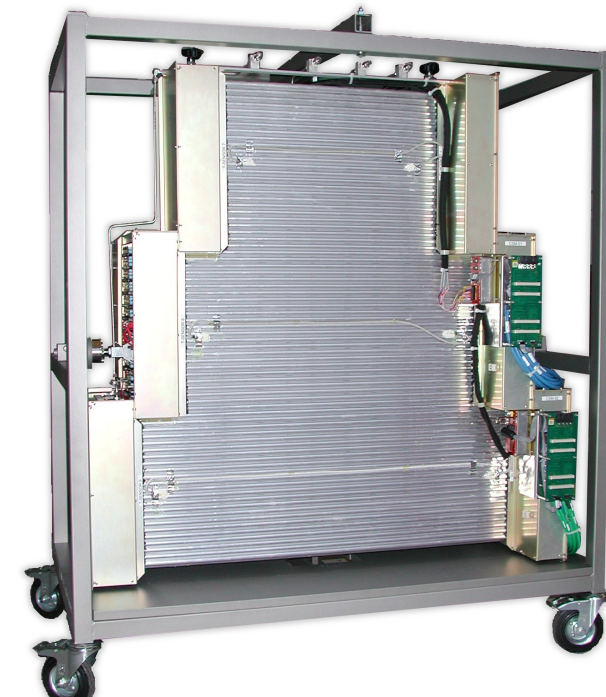
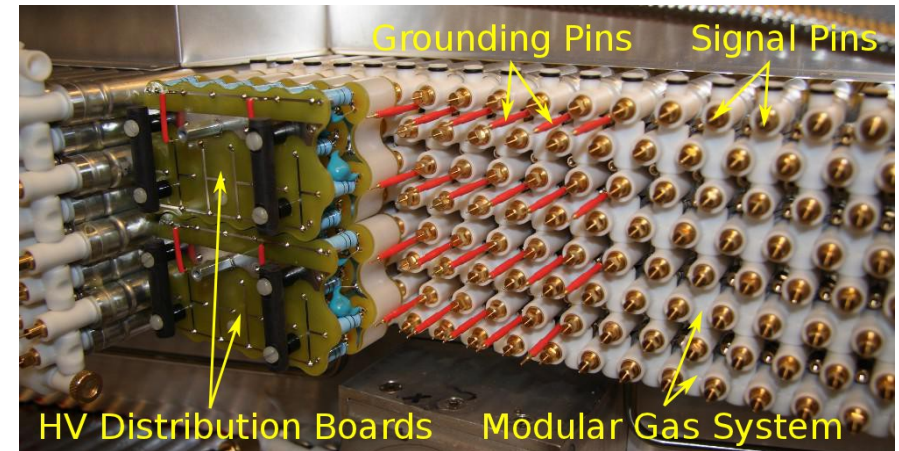
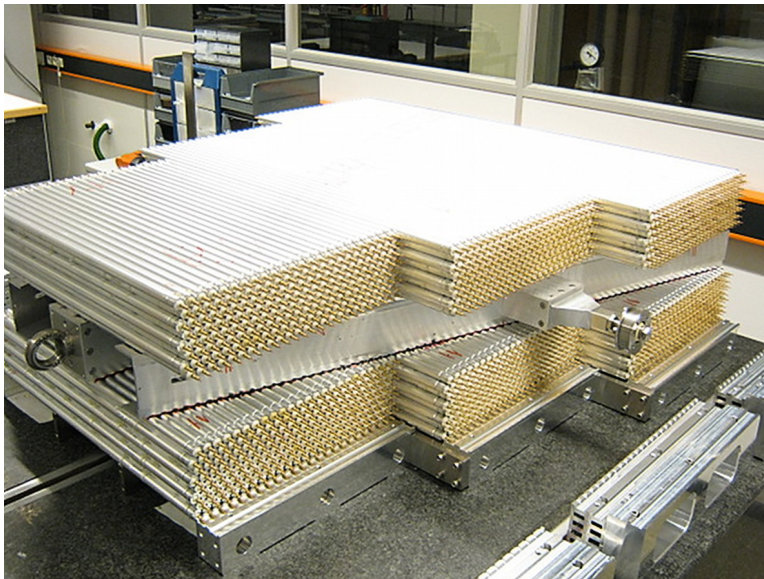
Kammerkonstruktion - Positionierung



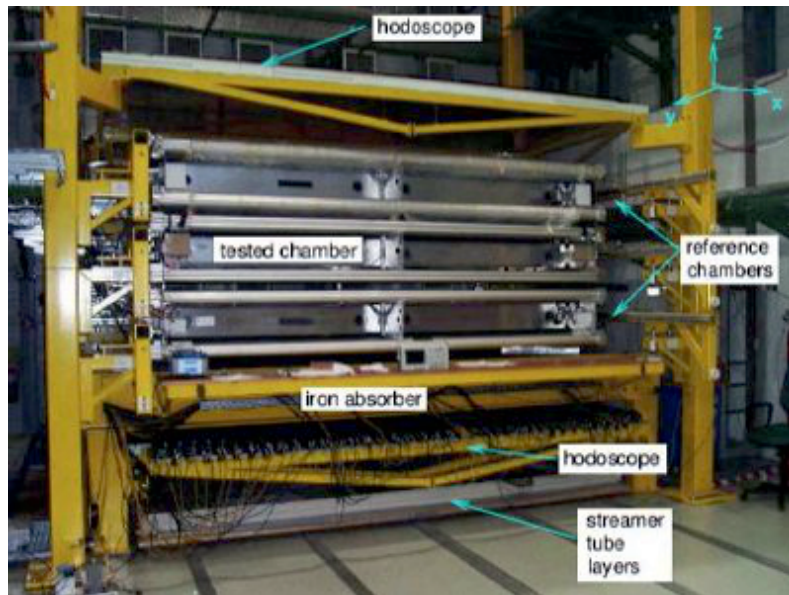
Kammerkonstruktion - Positionierung

- Klebung einer Multilage in einem Tag
- Ganze Kammer in zwei Tagen

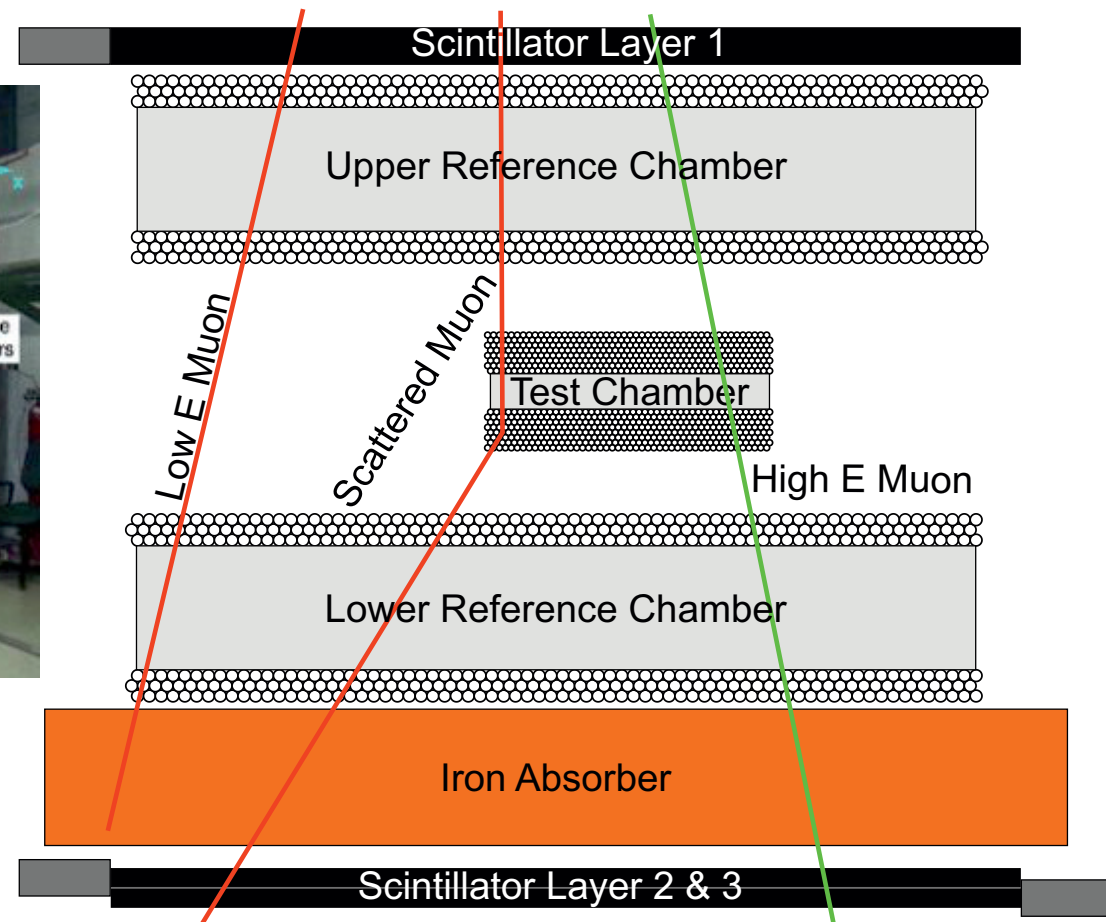
- Montage von Elektronikarten und Gasverteilungssystem



Messung der Drahtpositionen - Aufbau & Prinzip

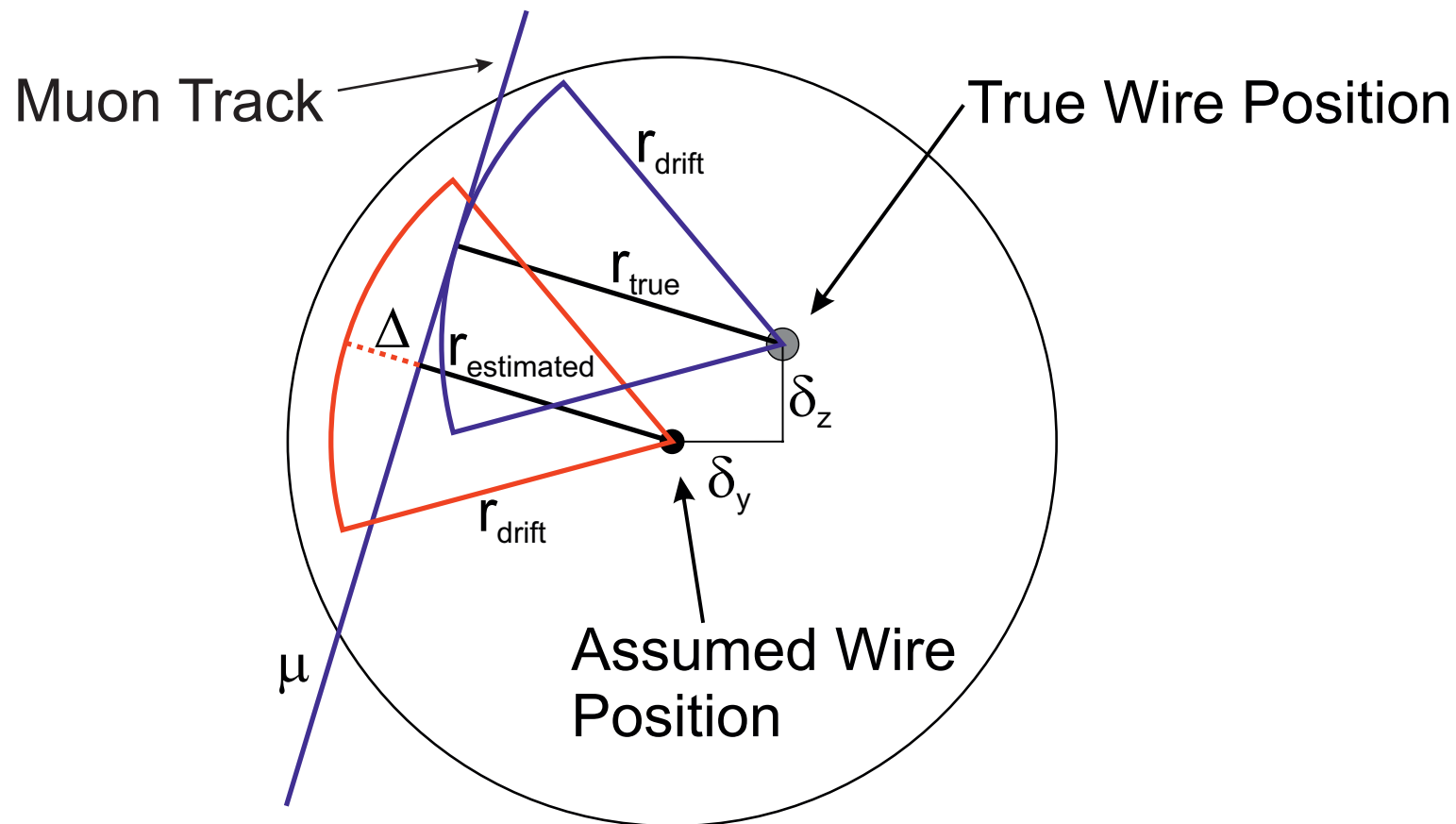


Vermessung aller Münchner
ATLAS MDT Kammer
(Genauigkeit: $5\mu\text{m}$)

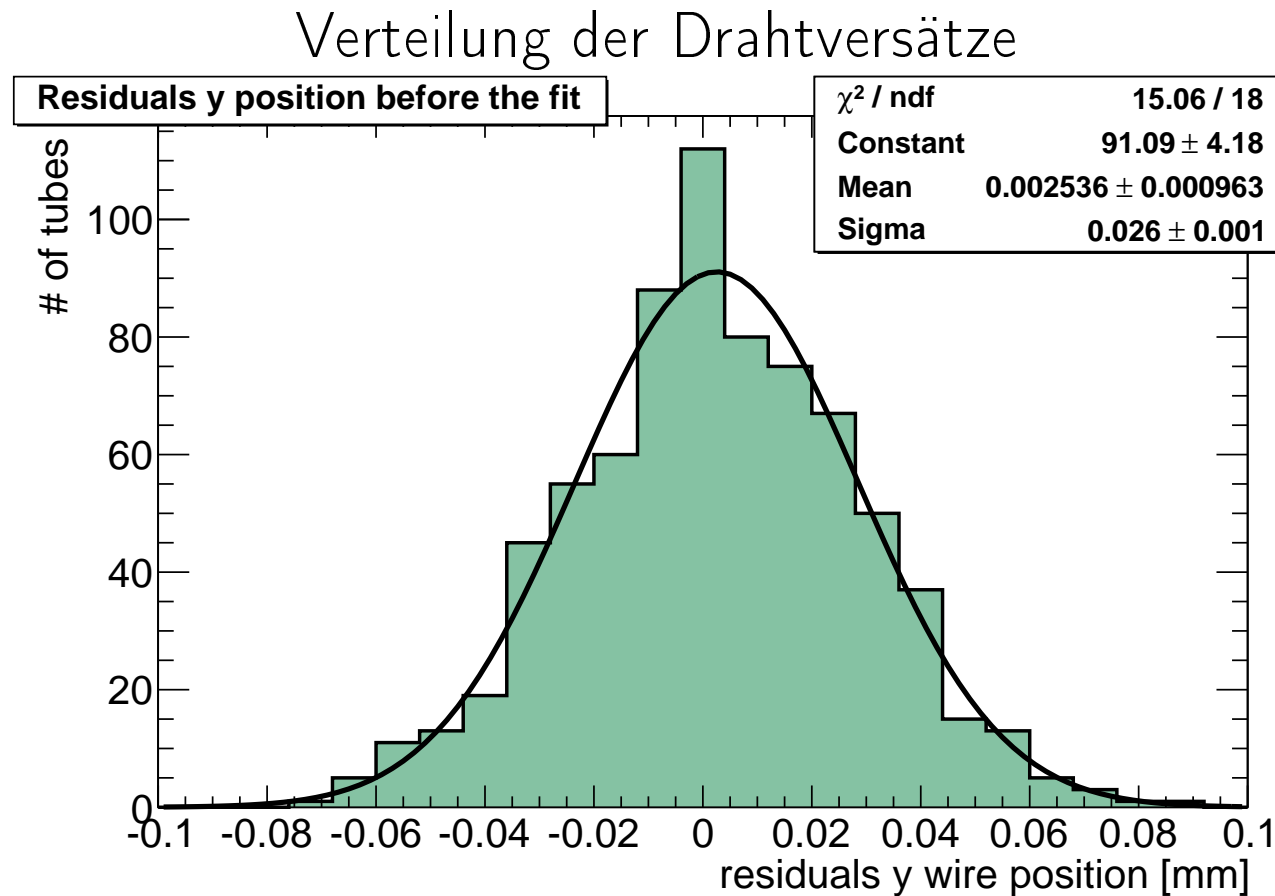


- 1 Million gute Spuren in einer Woche, Teststand stabil (Temperatur & Alignment)
- Rekonstruktion der Myonen in den Referenzkammern
- Extrapolation der Spuren in die Testkammer

Messung der Drahtpositionen - Aufbau & Prinzip



- 1 Million gute Spuren in einer Woche, Teststand stabil (Temperatur & Alignment)
- Rekonstruktion der Myonen in den Referenzkammern
- Extrapolation der Spuren in die Testkammer
- Vergleich der gemessenen Treffer in der Testkammer mit der Spur

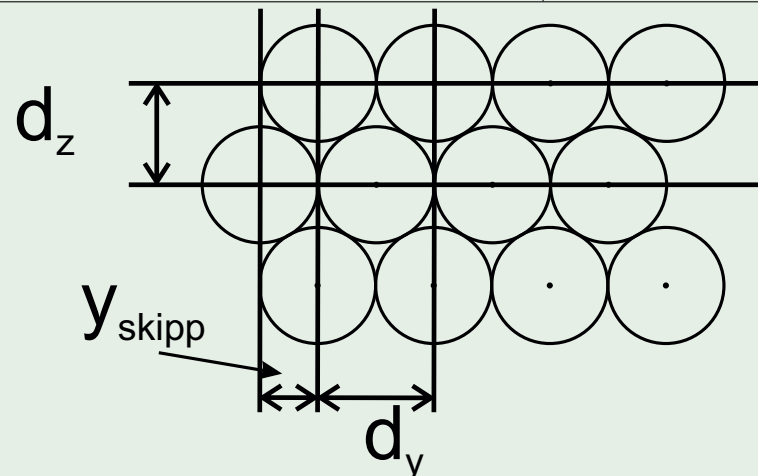


- Messung für ein ganzes Rohr \Rightarrow Breite für ein Rohrende ist um Faktor $1/\sqrt{2}$ kleiner: $\sigma_y = 18.9 \mu\text{m}$
- Messung der Gitterparameter

Ergebnisse

- Messgenauigkeit für einzelnen Draht (aus MC Studien und Daten): $5 \mu\text{m}$
- Die Abweichung der Drähte von den (optimierten) Soll-Positionen liegen mit $19 \mu\text{m}$ für δ_y und $16 \mu\text{m}$ für δ_z gut innerhalb der Vorgabe von $20 \mu\text{m}$
- Gute Übereinstimmung mit den Designwerten

Parameter	Wert (nominell)	Wert (gemessen)
d_y	15.1 mm	$15.1018 \pm 0.0003 \text{ mm}$
d_z	13.078 mm	$13.091 \pm 0.0007 \text{ mm}$
y_{skipp}	7.55 mm	$7.550 \pm 0.0005 \text{ mm}$
ML Abstand	90.4 mm	$90.382 \pm 0.0010 \text{ mm}$



Testbeam Ergebnisse

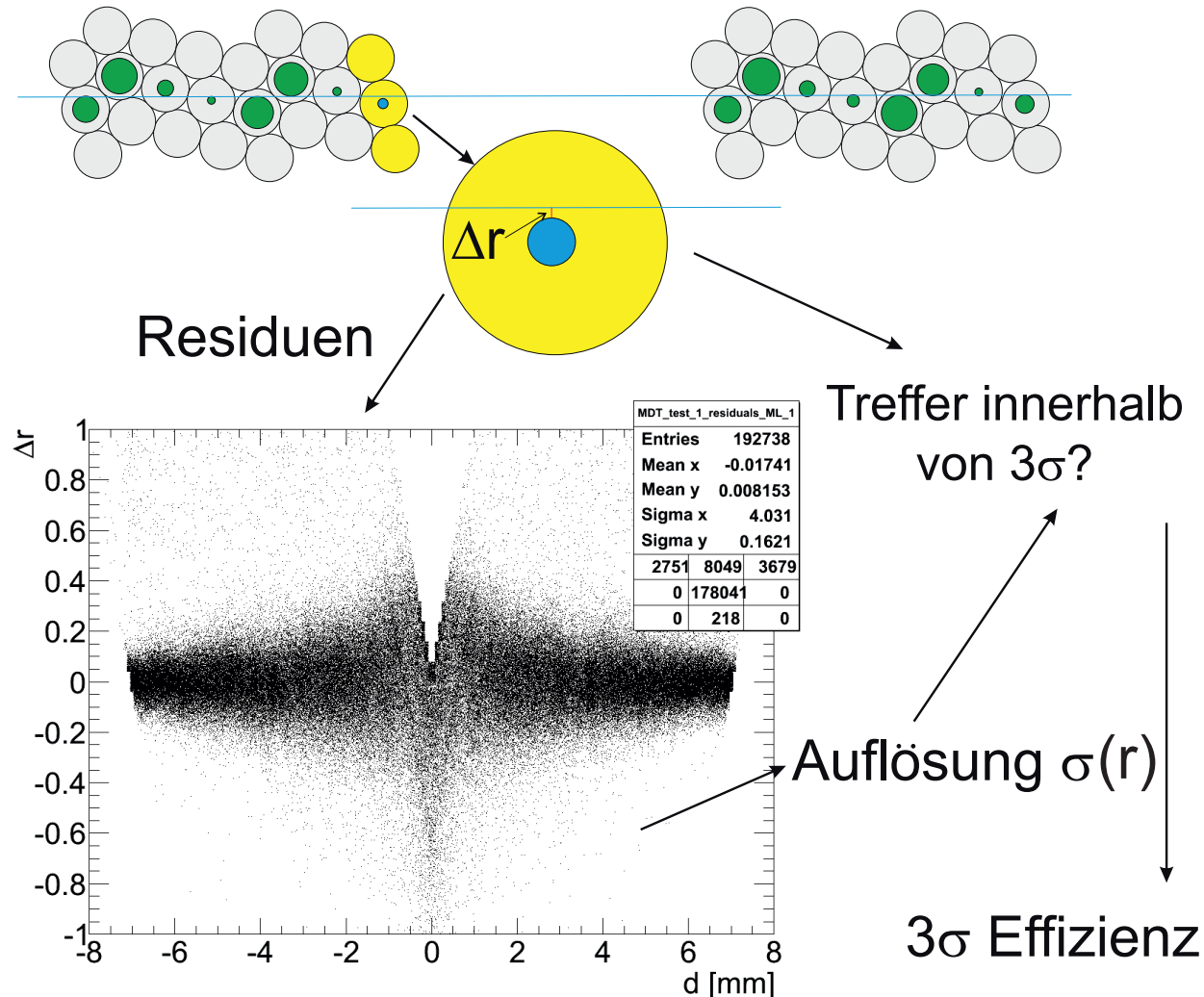
180 GeV Myonen



Ziele der Teststrahl-Messungen

Bestimmung der Betriebsparameter für die 15 mm Rohre

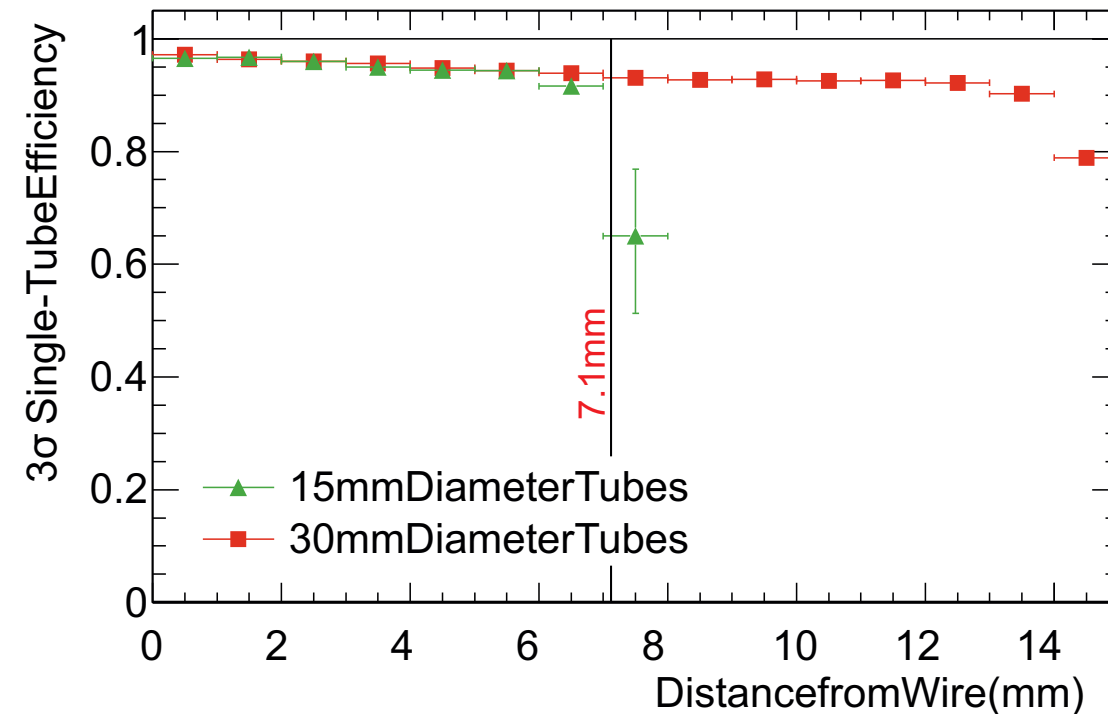
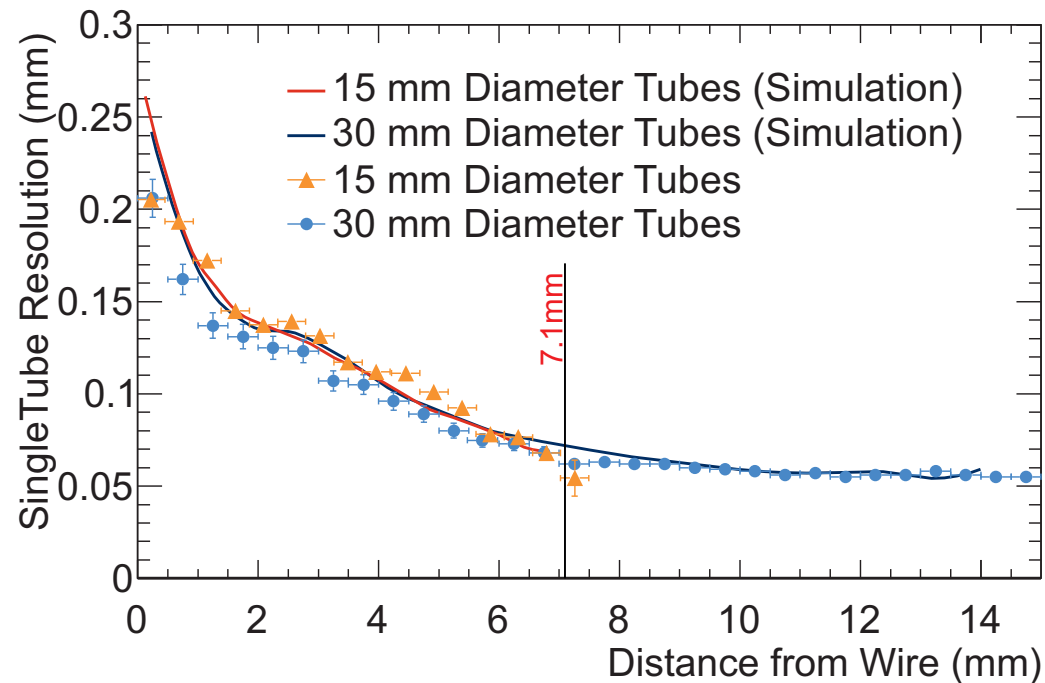
- Einzelrohrauflösung
- Einzelrohreffizienz
- Genauigkeit des Spurrekonstruktion



Auflösung und Einzelrohreffizienz

Ergebnisse:

- Sehr gute Übereinstimmung mit Ergebnissen der 30 mm Rohre (bis 7.1 mm Radius bei gleichen Betriebsparametern)
- Auch Garfield Simulation passt sehr gut zu den Resultaten

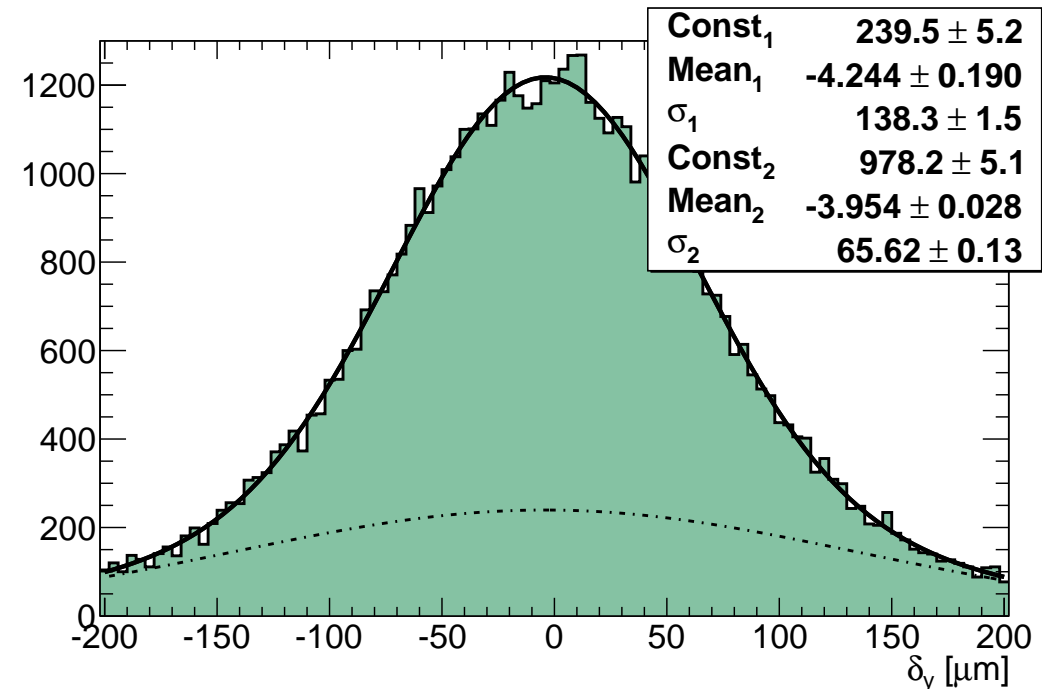
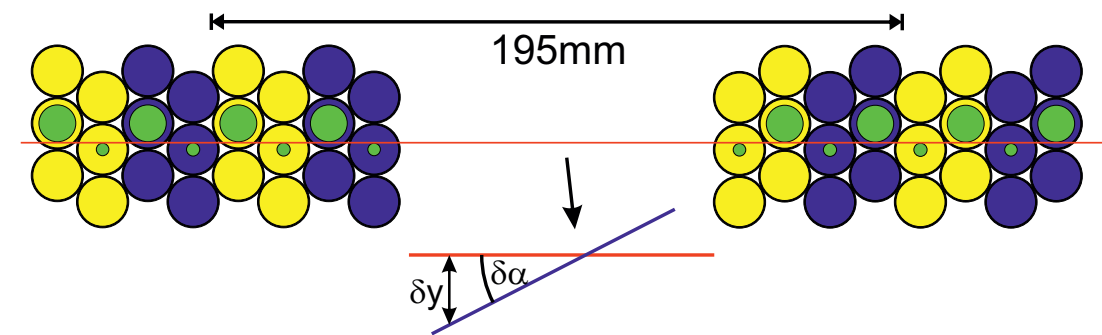


Mittlere Auflösung: $125 \mu\text{m}$ (ohne Timeslewing Korrekturen)

Mittlere Effizienz: 94% bedingt durch δ Elektronen

Teststrahl Spurrekonstruktionsstudien

- Separate Spurfits mit jeweils 8 Lagen (4 Lagen pro Multilage)
- Vergleich der Spuren in der Mitte der Kammer
- Auflösung für 16 Treffer pro Spur ist um Faktor 2 kleiner (Kombination aus zwei gleichwertigen Messungen ($1/\sqrt{2}$) mit jeweils der Hälfte der Treffer ($1/\sqrt{2}$), Validierung über MC Studien)



- Ortsauflösung $\sigma_y = 32.8 \pm 0.2 \mu\text{m}$
- Winkelauflösung $\sigma_\alpha = 0.35 \pm 0.002 \text{ mrad}$

Ergebnisse

- Design einer Prototypkammer mit 15 mm Driftrohren mit erforderlichen neuen Komponenten und Konstruktion eines Prototypen in voller Größe erfolgreich, sogar besser als erforderliche Genauigkeit
- Einzelrohrauflösung und -effizienz und Spurrekonstruktionsperformance entspricht den Erwartungen aus Simulation und alten MDT Kammern

Weitere Talks zu diesem Thema:

- Protonen und Neutronen Bestrahlung am Tandembeschleuniger in Garching bei München (T 62.2)
- γ Bestrahlung in der γ Irradiation Facility am CERN (T 62.3)

Ergebnisse

- Design einer Prototypkammer mit 15 mm Driftrohren mit erforderlichen neuen Komponenten und Konstruktion eines Prototypen in voller Größe erfolgreich, sogar besser als erforderliche Genauigkeit
- Einzelrohrauflösung und -effizienz und Spurrekonstruktionsperformance entspricht den Erwartungen aus Simulation und alten MDT Kammern

Weitere Talks zu diesem Thema:

- Protonen und Neutronen Bestrahlung am Tandembeschleuniger in Garching bei München (T 62.2)
- γ Bestrahlung in der γ Irradiation Facility am CERN (T 62.3)

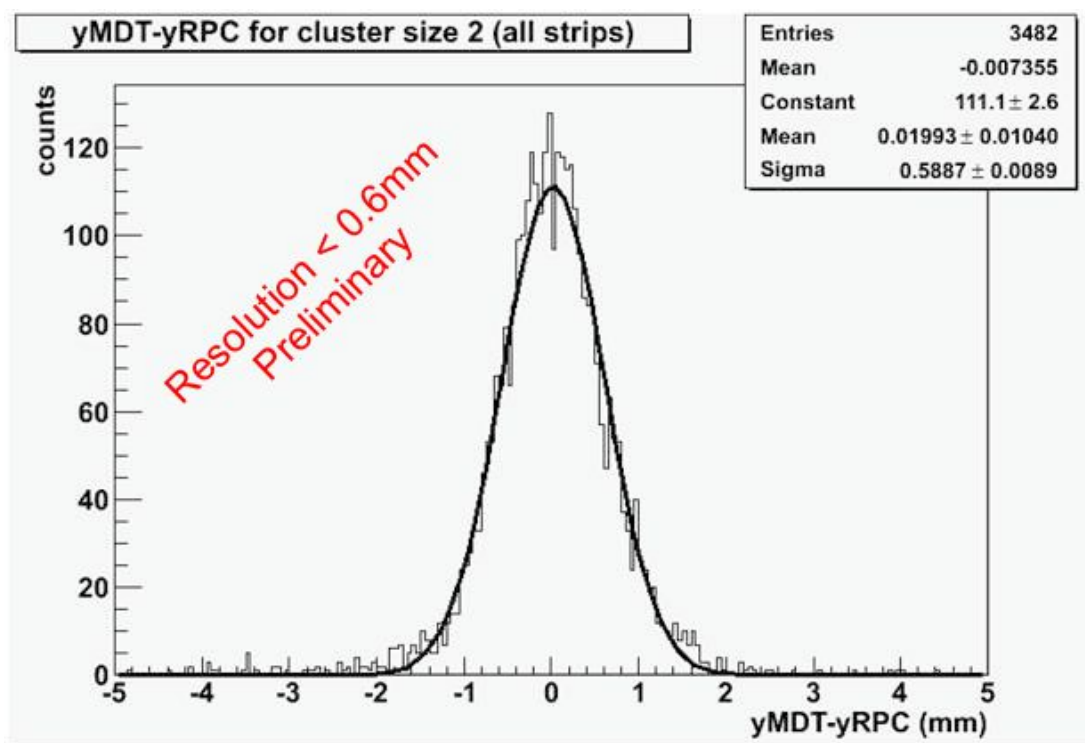
Herzlichen Dank!

Backup

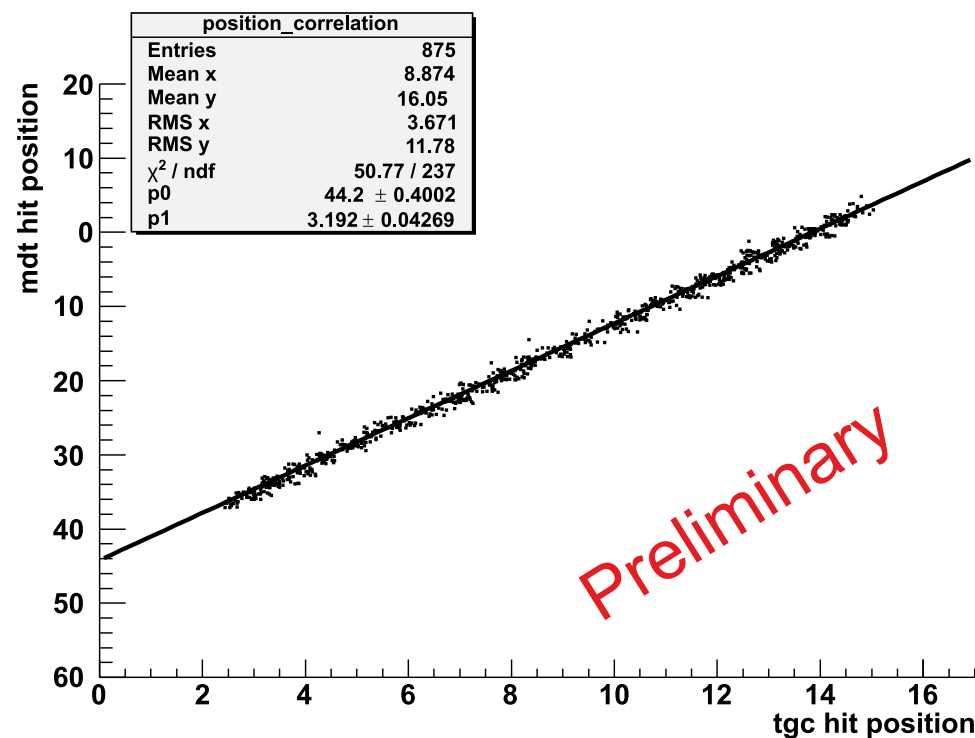
Integration mit Triggerkammern (RPC & TGC)

Auch RPC und TGC Kammern werden weiterentwickelt \Rightarrow Versuch der Integration von Konstruktion, Auslese und Analyse

Erster Test: Auslese der RPC mit MDT Elektronik und Verwendung der genauen MDT Spur als Referenz in RPC (Position) und TGC (Position und Winkel)

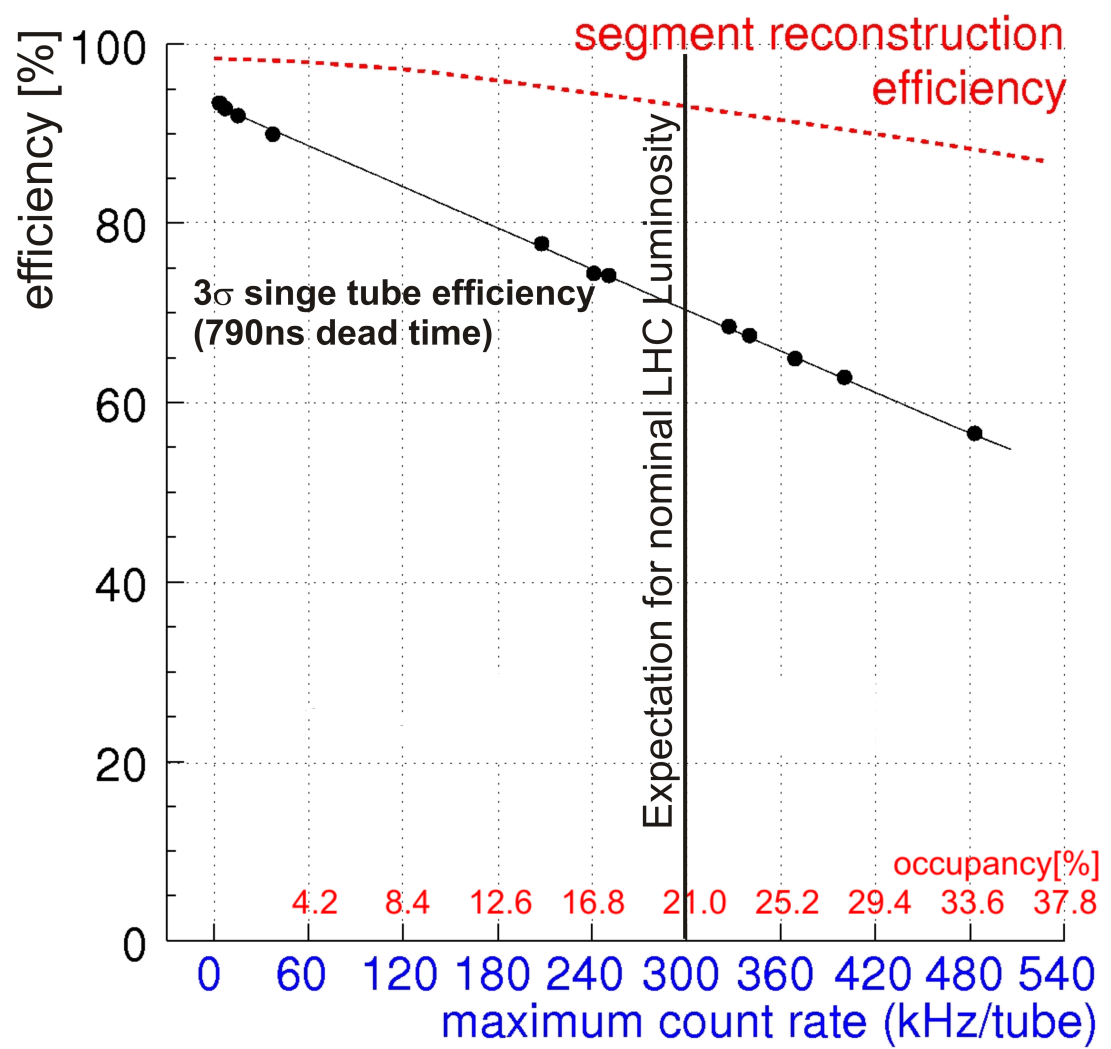
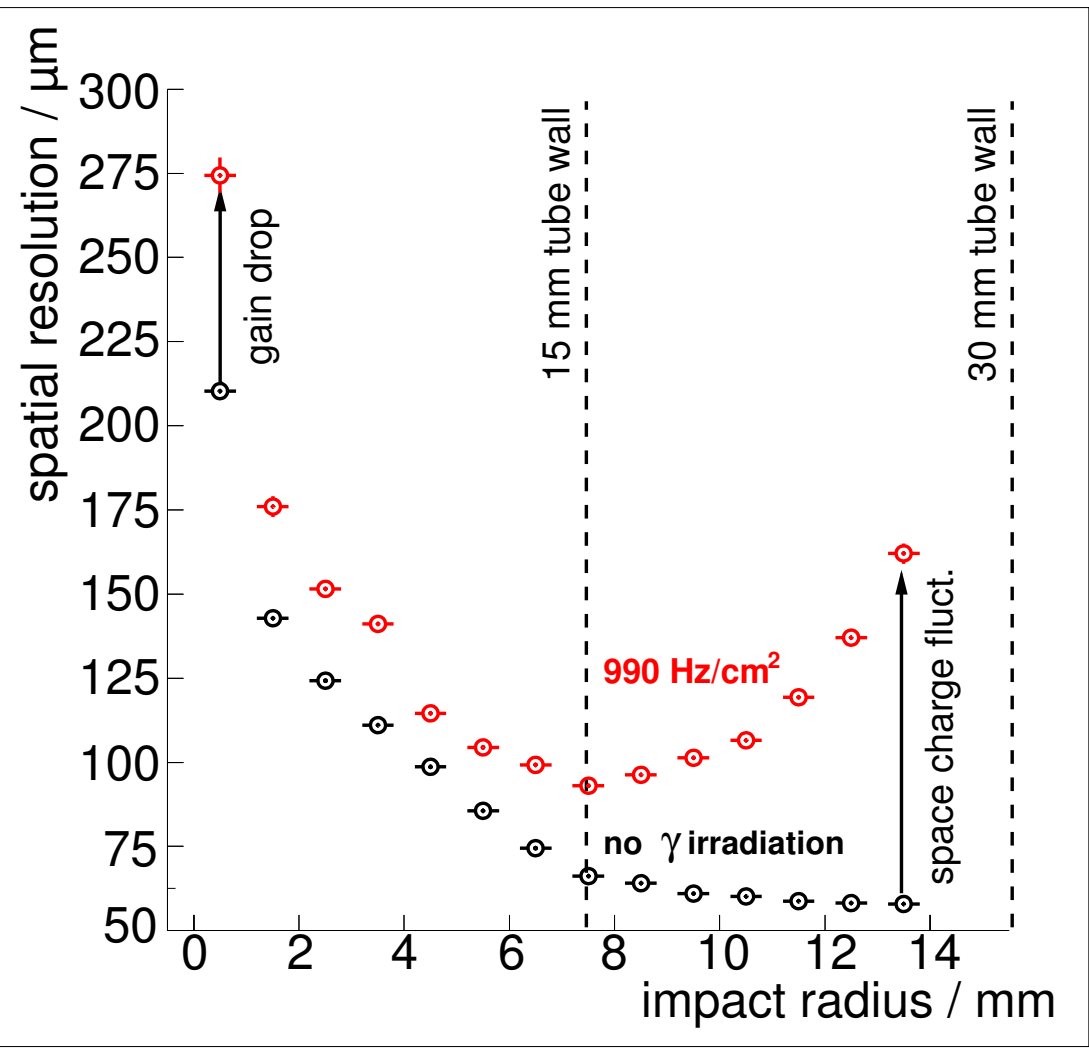


G. Aielli for the ATLAS RPC collaboration
(University of Roma and INFN Tor Vergata)



Israel SuperTGC collaboration

Probleme bei hohen Untergrundraten



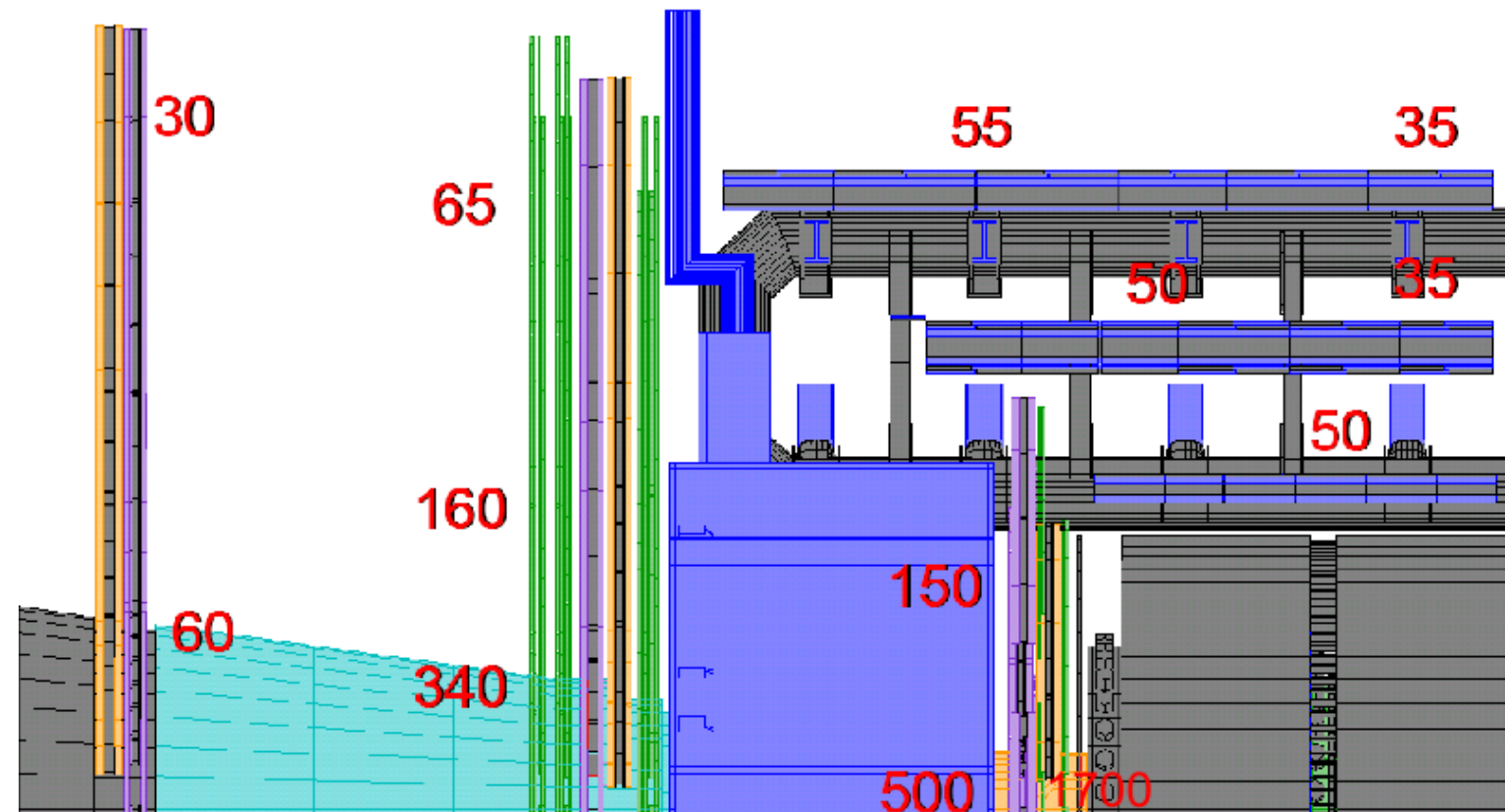
Verschiedene Effekte verschlechtern die Ortsauflösung der Driftrohre bei Untergrundstrahlung

Auch die Effizienz (hier für 2 Rohrlänge) fällt mit der Untergrundzählrate

Untergrundraten im ATLAS-Myonspektrometer

Der Untergrund besteht hauptsächlich aus Photonen und Neutronen ($\bar{E} \approx 1 \text{ MeV}$) aus Sekundärreaktionen mit Kalorimetern, Abschirmungen, Strahlröhre und anderen Detektorkomponenten.

Erwartete Raten [Hz/cm^2] für nominelle LHC Luminosität ($\mathcal{L} = 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$):



Große Unsicherheiten in den Simulationen \Rightarrow die berechneten Raten beinhalten einen Sicherheitsfaktor von 5!

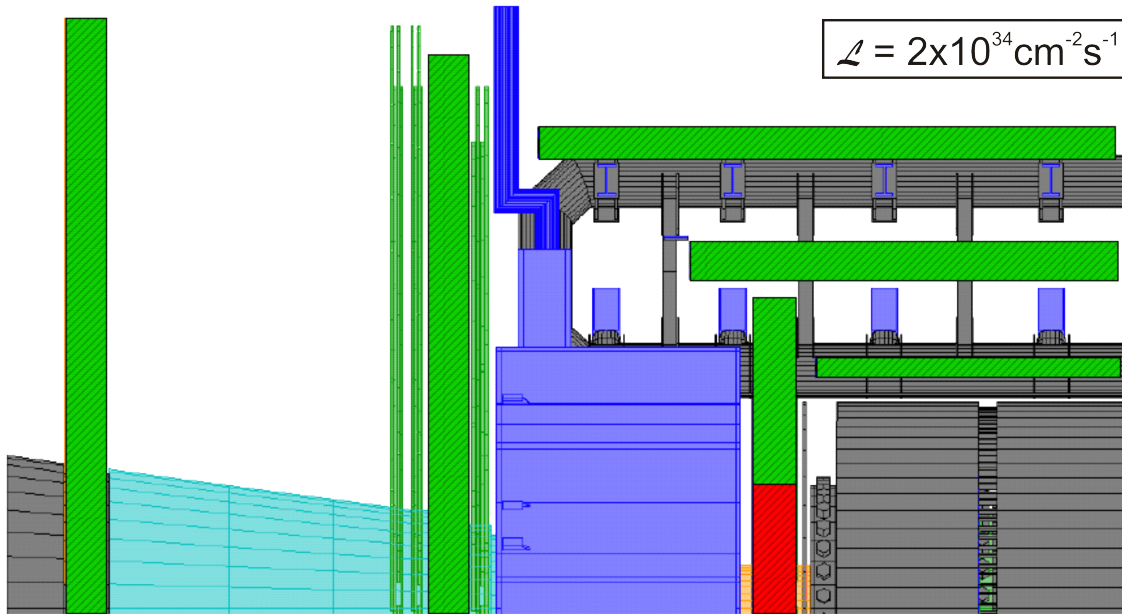
Raten am (geplanten) sLHC sind ~ 5 mal höher

...

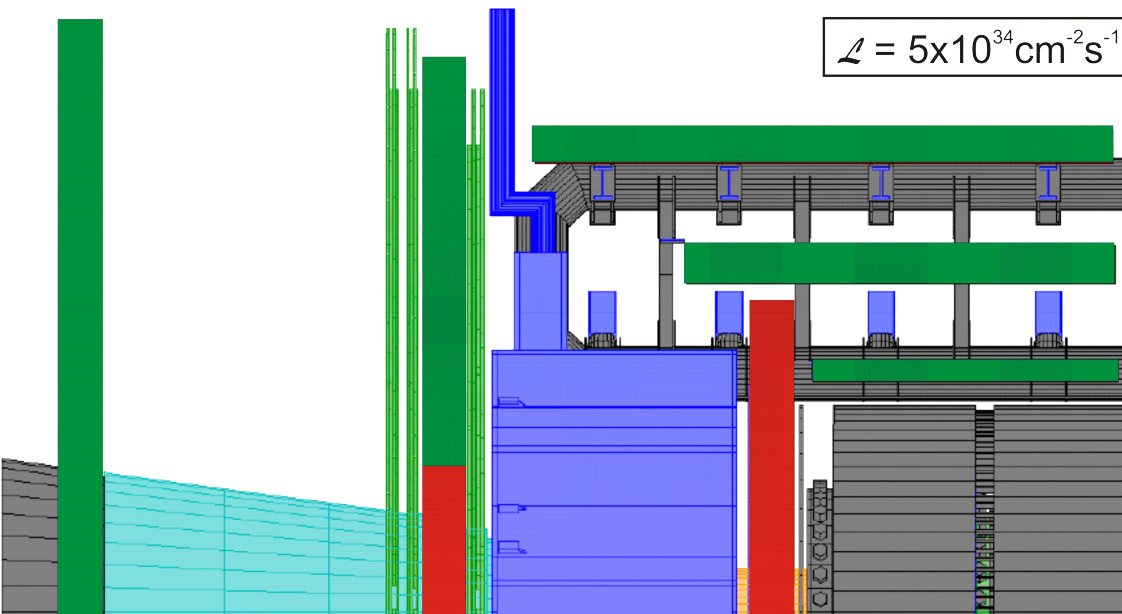
Vor allem in der Vorwärtsregion werden sehr hohe Raten erwartet (bis zu $1.7 \text{ kHz}/\text{cm}^2$)!

Belegungsrate der Myonkammern bei sLHC-Luminosität

Gute Spurrekonstruktionseffizienz für eine Belegungsrate von 30% oder weniger (grün)



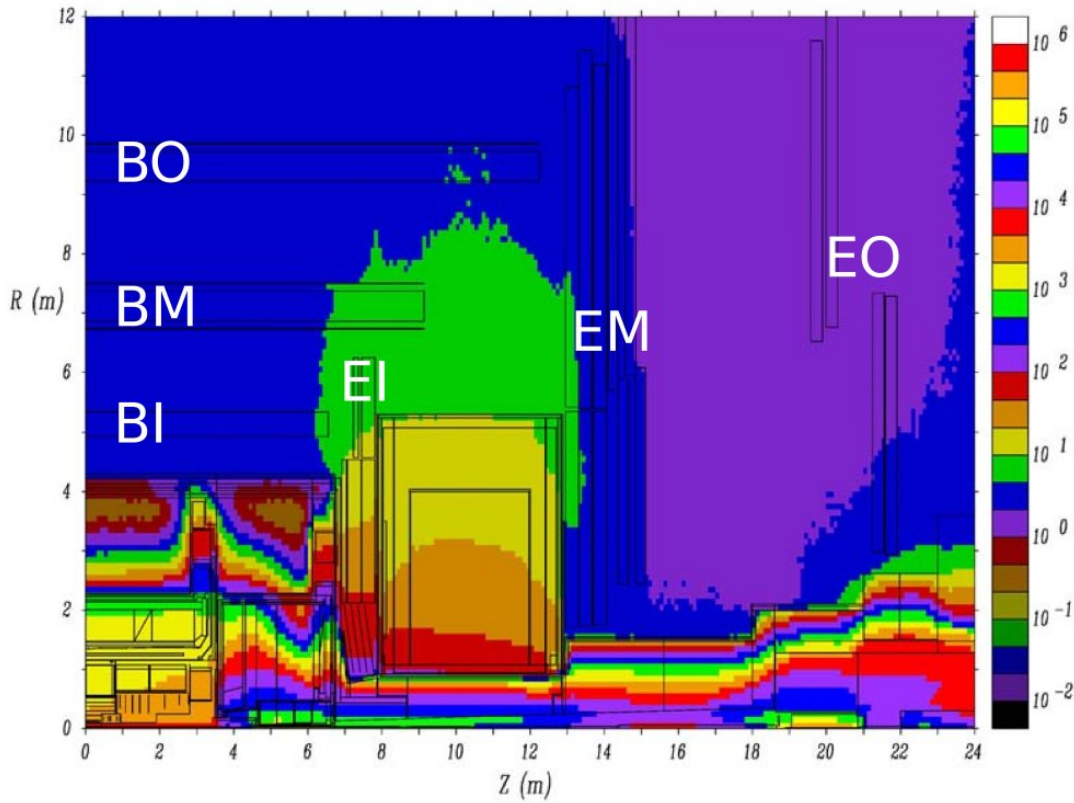
Szenarium 1: $\mathcal{L} = 2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
⇒ Nur ein kleiner Teil der Kammern muss ersetzt werden (rot)



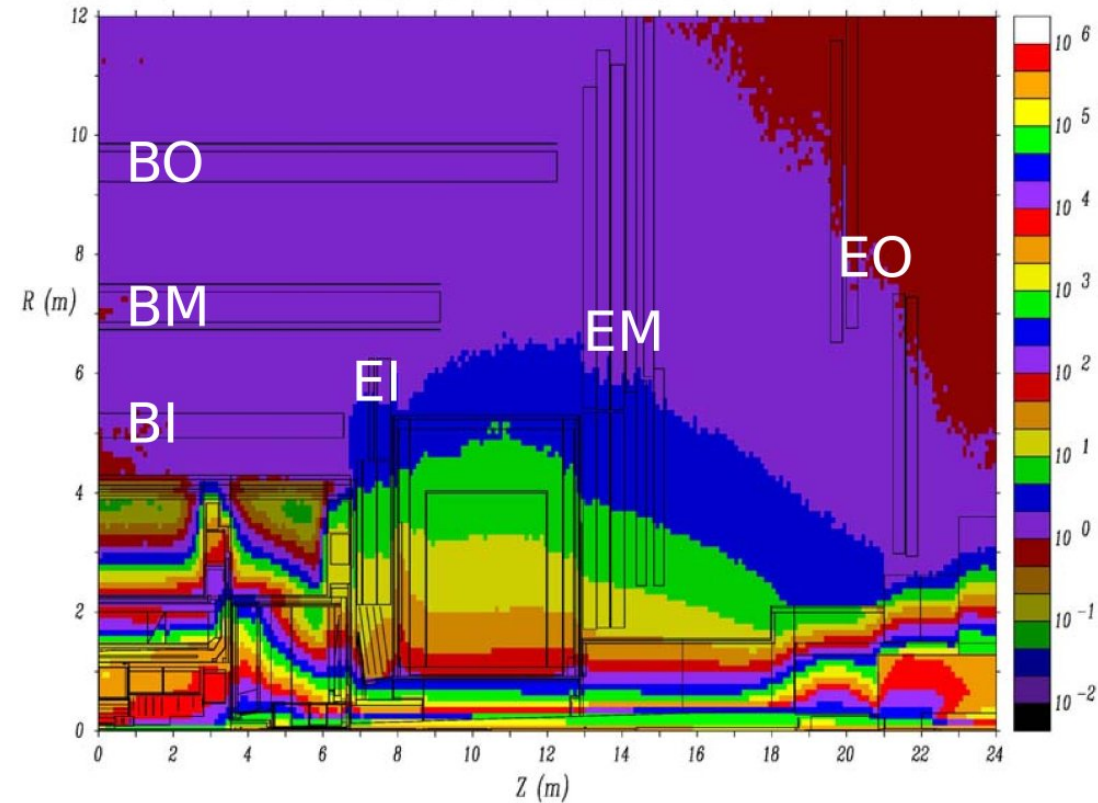
Szenarium 2: $\mathcal{L} = 5 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
⇒ Großer Teil der Kammern in Vorwärtsrichtung muss ersetzt werden (rot)

Neutron and Photon Flux

Jan03 Base (24620) - Neutron Flux, KHz/cm**2



Jan03 Base (24620) - Photon Flux, KHz/cm**2



Proposed Position of First 15 mm Modules

(Side "A")

