

Hochratentests schneller hochauflösender Driftrohrkammern für den Ausbau des ATLAS-Myonspektrometers

Bernhard Bittner¹ Jörg Dubbert¹ Hubert Kroha¹
Alessandro Manfredini¹ Philipp Schwegler¹ Daniele Zanzi¹
Otmar Biebel² Albert Engl² Ralf Hertenberger² André Zibell²

philipp.schwegler@cern.ch

¹Max-Planck-Institut für Physik, München

²Ludwig-Maximilians-Universität, München

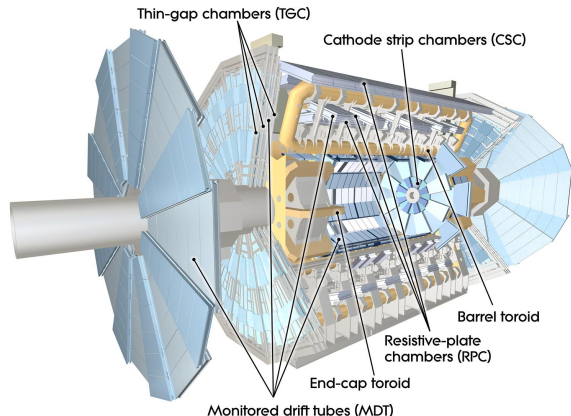


Max-Planck-Institut für Physik
(Werner-Heisenberg-Institut)

DPG Frühjahrstagung
Göttingen, 2. März 2012



Das ATLAS Myonspektrometer



ausgelegt für
 $\mathcal{L} = 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

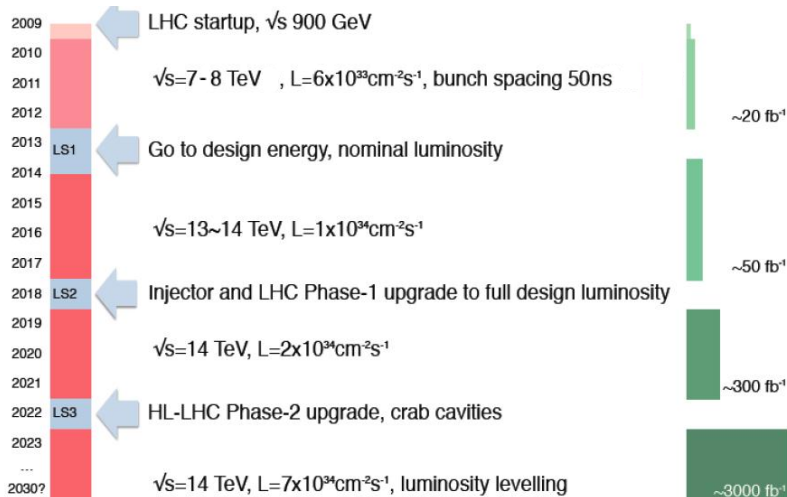
Präzisionskammern

1150 Monitored Drift Tube Kammern (MDT)
32 Cathode Strip Chambers (CSC)

Triggerkammern

606 Resistive Plate Chambers (RPC)
3588 Thin Gap Chambers (TGC)

LHC Langzeitplanung

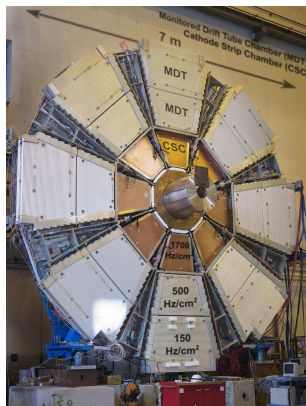
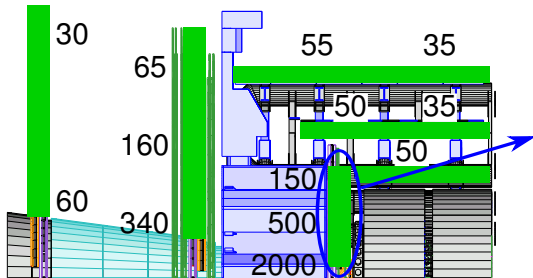


Raten im ATLAS Myonspektrometer

- Neutronen, γ 's und geladene Hadronen aus Sekundärreaktionen in Detektorkomponenten und Abschirmung verursachen hohe Untergrundrate.
- Untergrundrate steigt proportional mit dem Luminositätsanstieg.

⇒ Rate in innerer Vorwärtsrichtung (*Small Wheel*) übersteigt die Ratenfähigkeit des Detektors

Erwartete Rate in Hz/cm² bei nomineller LHC Luminosität:

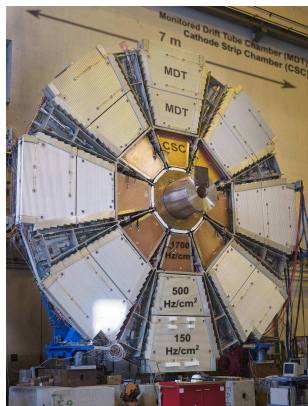
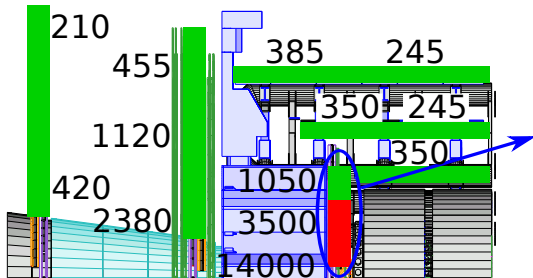


Raten im ATLAS Myonspektrometer

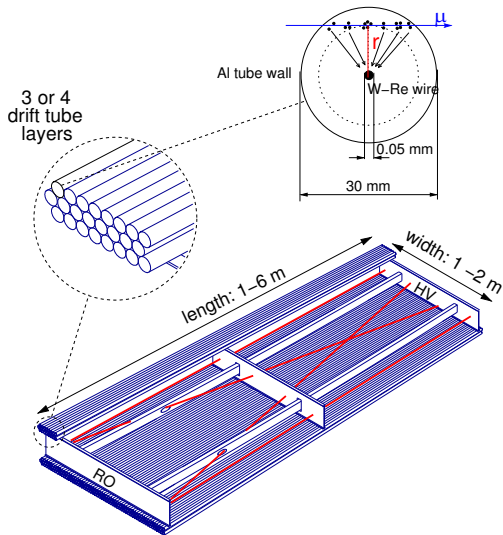
- Neutronen, γ 's und geladene Hadronen aus Sekundärreaktionen in Detektorkomponenten und Abschirmung verursachen hohe Untergrundrate.
- Untergrundrate steigt proportional mit dem Luminositätsanstieg.

⇒ Rate in innerer Vorwärtsrichtung (*Small Wheel*) übersteigt die Ratenfähigkeit des Detektors

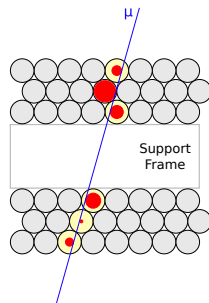
Erwartete Rate in Hz/cm^2 bei
 $7\times$ nomineller LHC Luminosität:



Die ATLAS MDT-Kammern

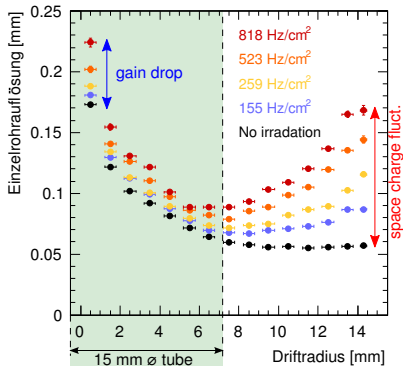
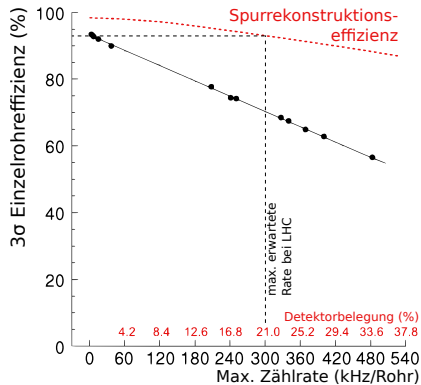


- Gasgemisch: Ar/CO₂ (93/7)
- bei 3 bar absolutem Druck
- Max. Driftzeit: ≈ 700 ns
- Einzelrohrauflösung: 80 μ m
- Genauigkeit der Drahtpositionierung: ≈ 20 μ m
- Spurrekonstruktionsauflösung einer Kammer: ≈ 40 μ m



Problem bei hohen Untergrundraten

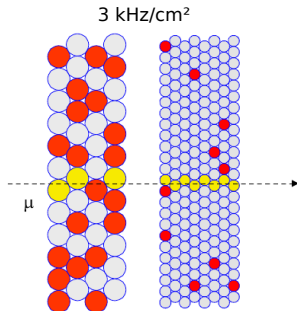
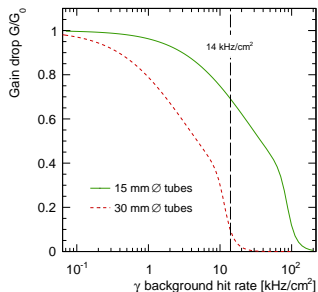
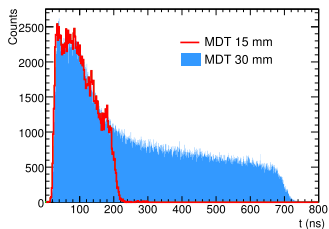
Untergrundtreffer aus Sekundärreaktionen in Abschirmung und anderen Detektorkomponenten **verschlechtern Nachweiseffizienz und Ortsauflösung**.



sMDT's mit reduziertem Rohrdurchmesser

Halbieren des äußeren Rohrdurchmessers:

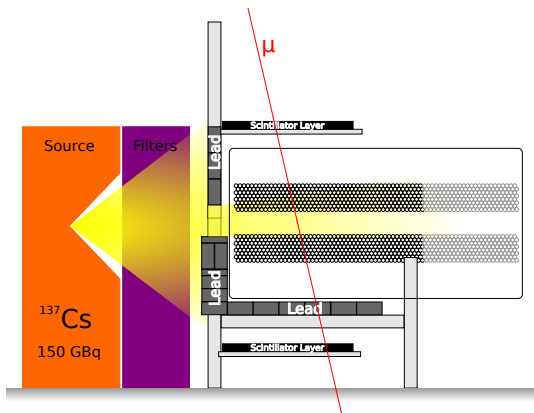
- $7.8\times$ geringere Belegungsrate
 - kürzere max. Driftzeit (700→185 ns)
 - Rohrdurchmesser (14.6→7.1 mm)
- Raumladung $\sim R^3$ für γ 's, $\sim R^4$ für geladene Hadronen
 - ⇒ Verbesserung um Faktor 8 bzw. 16
- mehr Rohrlagen im gleichen Volumen
 - ⇒ robustere Spurrekonstruktion



Hochratentest

CERN Gamma Irradiation Facility (GIF)

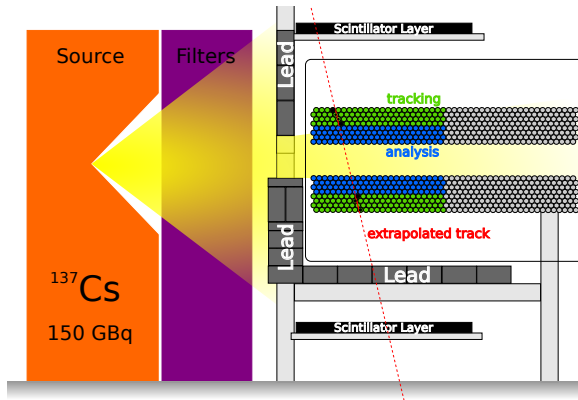
Ziel: Messung von Ortsauflösung und Einzelrohrreffizienz in Abhängigkeit der Untergrundtrefferrate.



- Kein Myonstrahl in der GIF → Messung mit (niederenergetischen) kosmischen Myonen
- Ortsauflösung durch Vielfachstreuung verschlechtert

Hochratentest

Auswertung

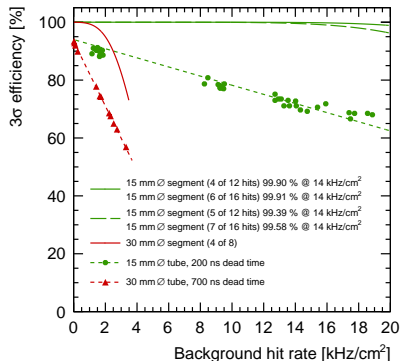
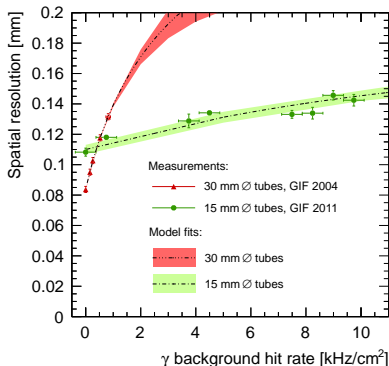


- obere und untere Rohrlagen abgeschirmt
- bestrahlte Rohre in der Mitte bei unterschiedlichen Raten

- 1 Bestimmung der Residuen in den bestrahlten Rohren mit der rekonstruierten Spur aus dem abgeschirmten Referenzbereich.
- 2 Korrektur der Spurunsicherheit und Vielfachstreuung \Rightarrow Einzelrohrauflösung σ
- 3 Bestimmung der 3σ Einzelrohreffizienz.

Hochratentest

Ergebnisse

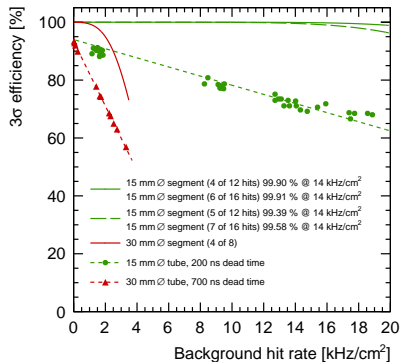
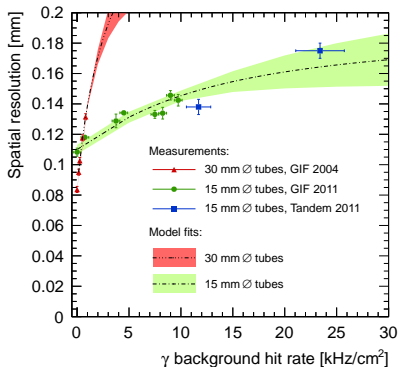


Messung bis zu den höchsten erwarteten Raten:

- Einzelrohrauflösung 110–160 μm .
- 3σ -Einzelrohreffizienz 95–70%.
- Spurrekonstruktionseffizienz im ganzen Bereich >99%.

Hochratentest

Ergebnisse



Messung bis zu den höchsten erwarteten Raten:

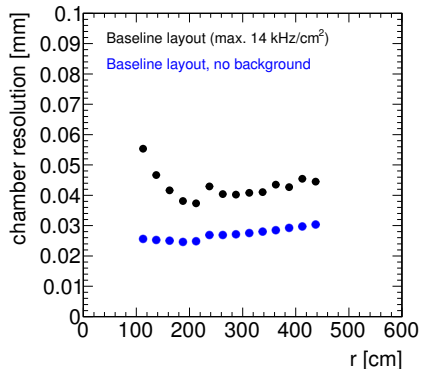
- Einzelrohrauflösung 110–160 μm .
- 3σ -Einzelrohreffizienz 95–70%.
- Spurrekonstruktionseffizienz im ganzen Bereich >99%.

Hochratentest

Ergebnisse

Einzelrohrergebnisse in Monte Carlo Simulation

⇒ Vorhersage für Ortsauflösung in neuen Small Wheels:



Ortsauflösung besser 60 μm bei den höchsten erwarteten Untergrundraten von 14 kHz/cm^2 erfüllt.

Zusammenfassung

- Steigerung der LHC-Luminosität nach 2022 um den Faktor 7 gegenüber der nominellen Luminosität geplant.
 - Detektoren der innersten Lage in Vorwärtsrichtung des ATLAS-Myonspektrometers (Small Wheels) müssen bis 2018 durch neue hochratenfähige Detektoren ersetzt werden.
 - Ergebnisse aus Hochratentest in der Gamma Irradiation Facility bei höchster erwarteter Rate von 14 kHz/cm^2 :
 - Einzelrohrauflösung $110\text{--}160 \mu\text{m}$.
 - 3σ -Einzelrohreffizienz $95\text{--}70\%$.
 - ⇒ Kammereffizienzen im ganzen Bereich $>99\%$.
 - ⇒ Kammerauflösung: $<55 \mu\text{m}$
- ⇒ Alle Anforderungen an Detektoren für neue Small Wheels erfüllt.



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

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

