

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

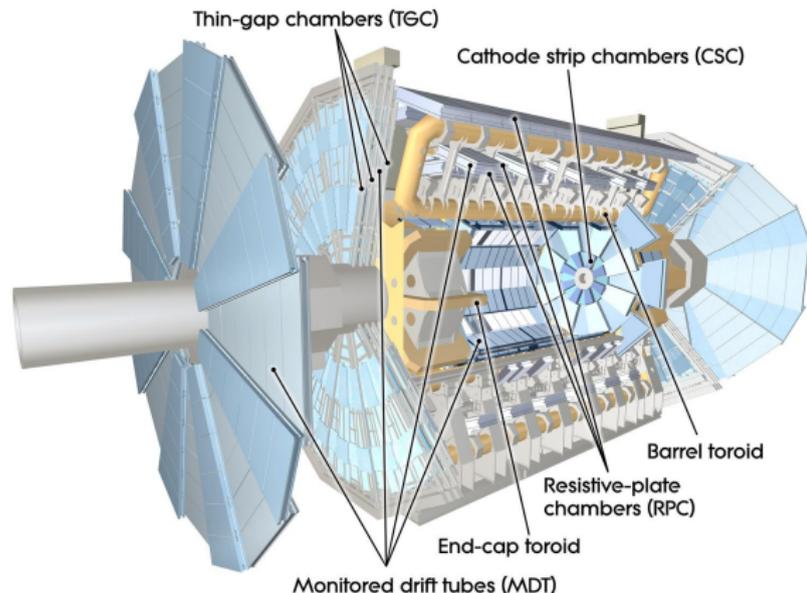


Max-Planck-Institut für Physik
(Werner-Heisenberg-Institut)

DPG Frühjahrstagung
Göttingen, 2. März 2012



Das ATLAS Myonspektrometer



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

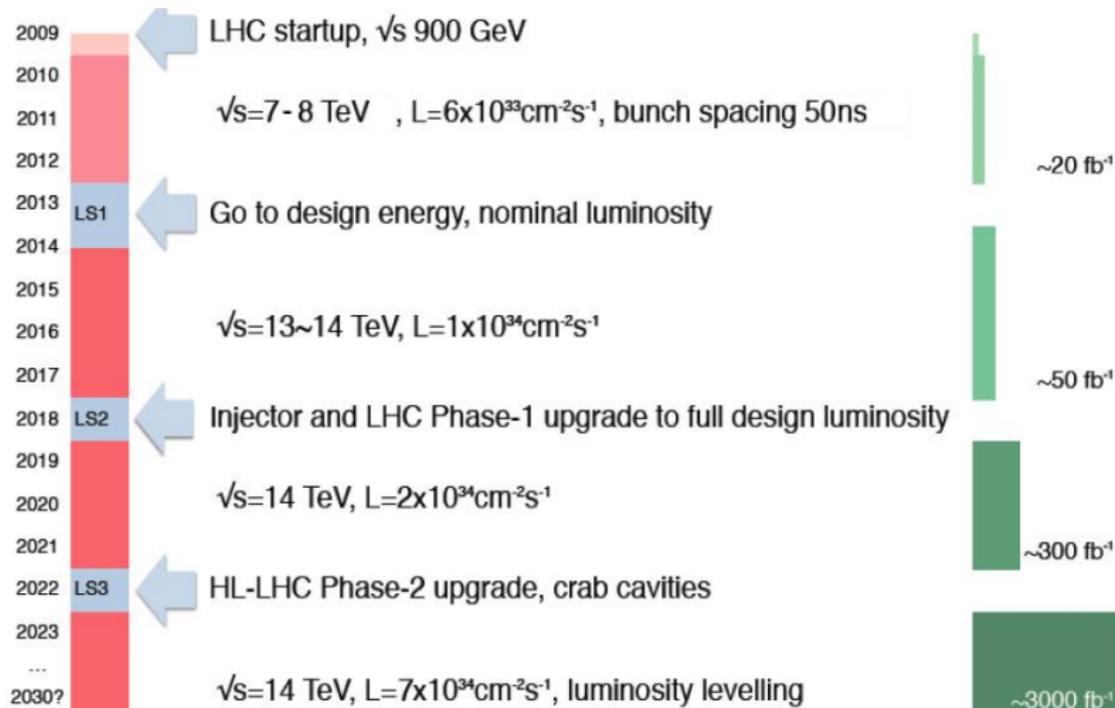
Präzisionskammern

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

Triggerkammern

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

LHC Langzeitplanung

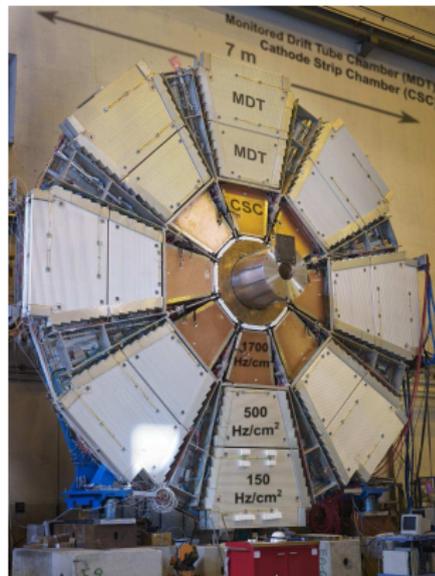
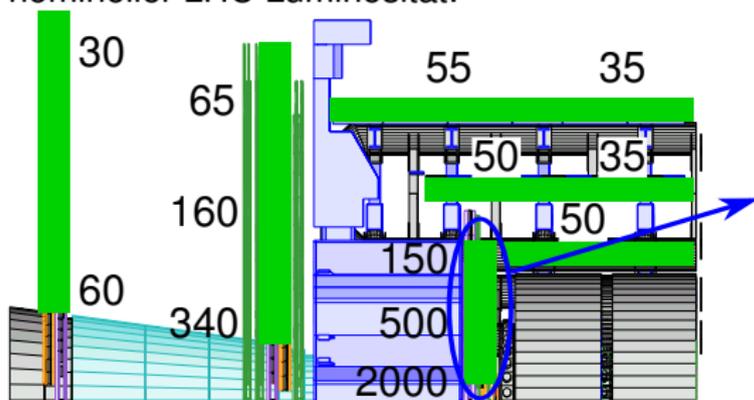


Raten im ATLAS Myonspektrometer

- Erhöhung der LHC-Luminosität nach 2022 auf den siebenfachen nominellen Wert von $\mathcal{L} = 1 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
- Untergrundtrefferrate steigt proportional mit \mathcal{L}

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

Erwartete Rate in Hz/cm^2 bei nomineller LHC Luminosität:

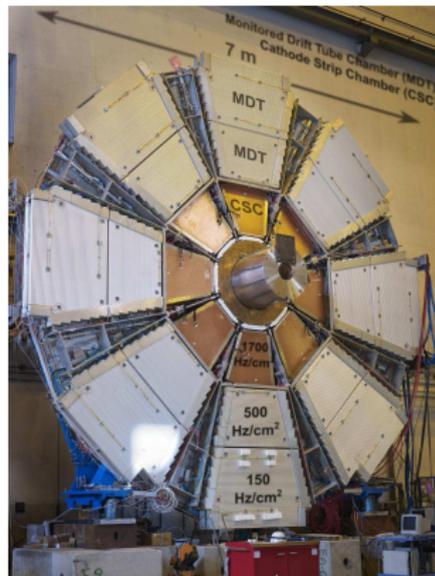
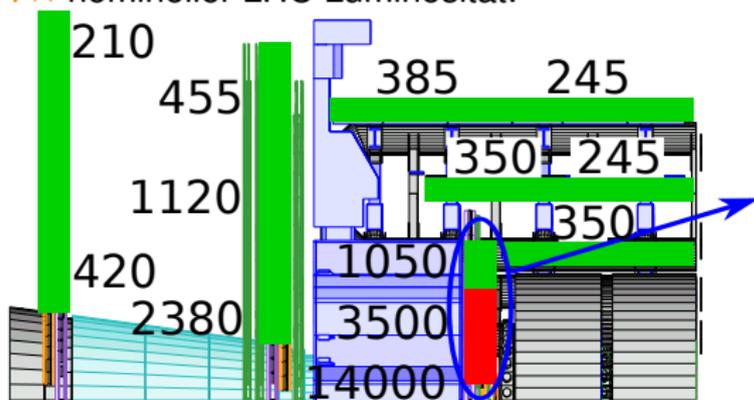


Raten im ATLAS Myonspektrometer

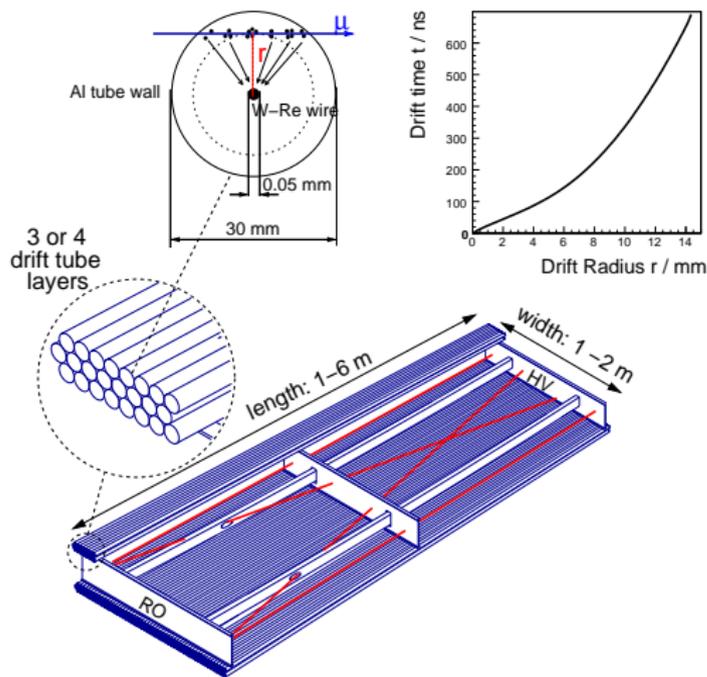
- Erhöhung der LHC-Luminosität nach 2022 auf den siebenfachen nominellen Wert von $\mathcal{L} = 1 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
- Untergrundtrefferrate steigt proportional mit \mathcal{L}

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

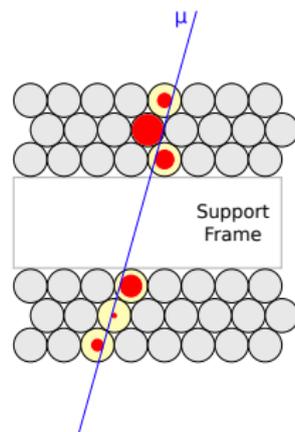
Erwartete Rate in Hz/cm^2 bei
7× nomineller LHC Luminosität:



Die ATLAS MDT-Kammern

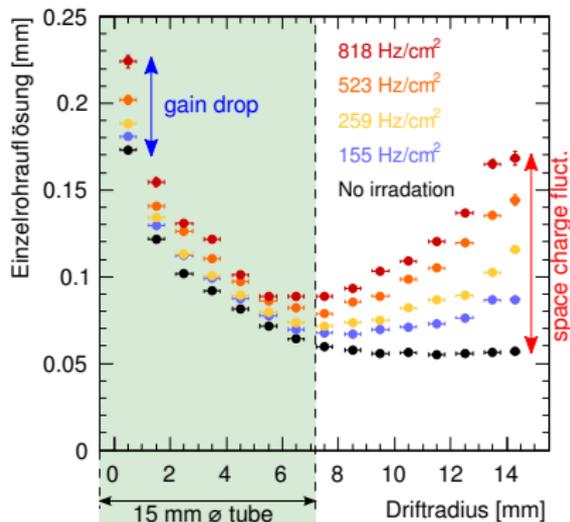
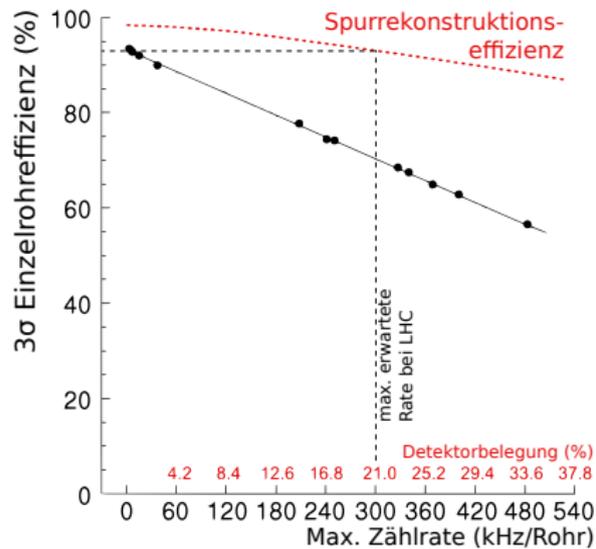


- Gasgemisch: Ar/CO₂ (93/7)
- bei 3 bar absolutem Druck
- Max. Driftzeit: ≈ 700 ns
- Einzelrohrauflösung: 80 μ m
- Genauigkeit der Drahtpositionierung: ≈ 20 μ m
- Spurrekonstruktionsauflösung einer Kammer: ≈ 40 μ m

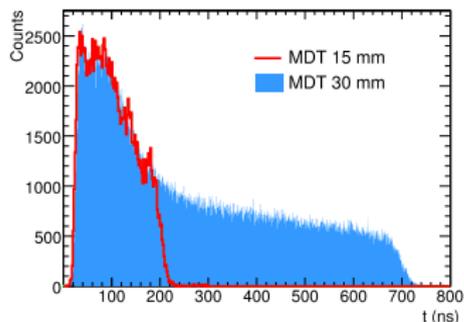


Problem bei hohen Untergrundraten

Treffer von sekundären Neutronen und γ 's aus Reaktionen in Abschirmung und anderen Detektorkomponenten **verschlechtern Nachweiseffizienz und Ortsauflösung.**

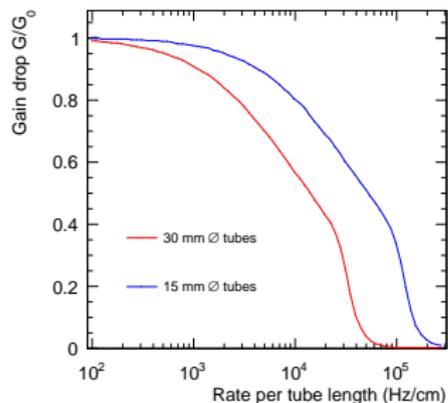


sMDT's mit reduziertem Rohrdurchmesser



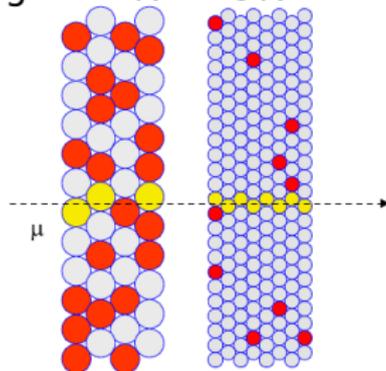
Halbieren des äußeren Rohrdurchmessers:

- $7.4\times$ geringere Belegungsrate
 - kürzere max. Driftzeit (700 \rightarrow 185 ns)
 - Rohrdurchmesser (14.6 \rightarrow 7.1 mm)
- $8\times$ unempfindlicher auf Raumladung (16 \times für geladene Teilchen)
- mehr Rohrlagen im gleichen Volumen \Rightarrow robustere Spurrekonstruktion



Rate: ~ 3 kHz / cm²

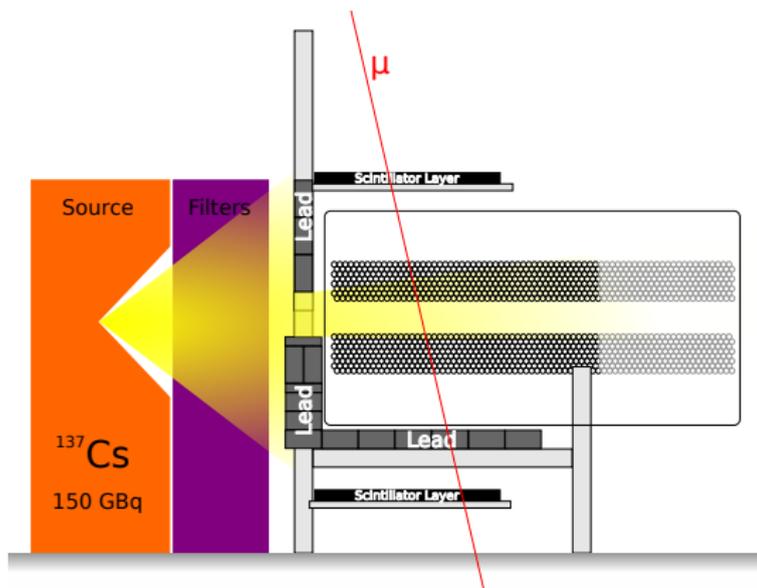
Belegung: 42% 5%



Hochratentest

CERN Gamma Irradiation Facility (GIF)

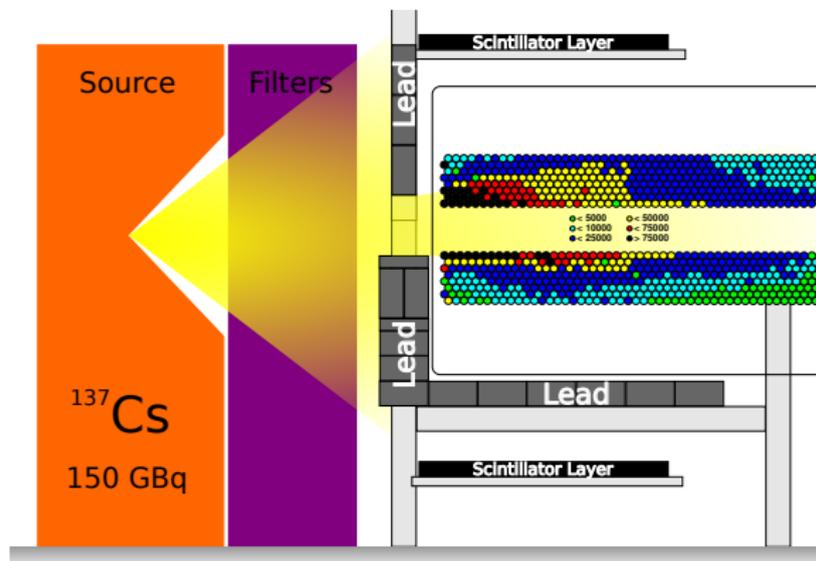
Ziel: Messung von Ortsauflösung und Einzelrohrreffizienz in Abhängigkeit der Untergrundtrefferrate.



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

Hochratentest

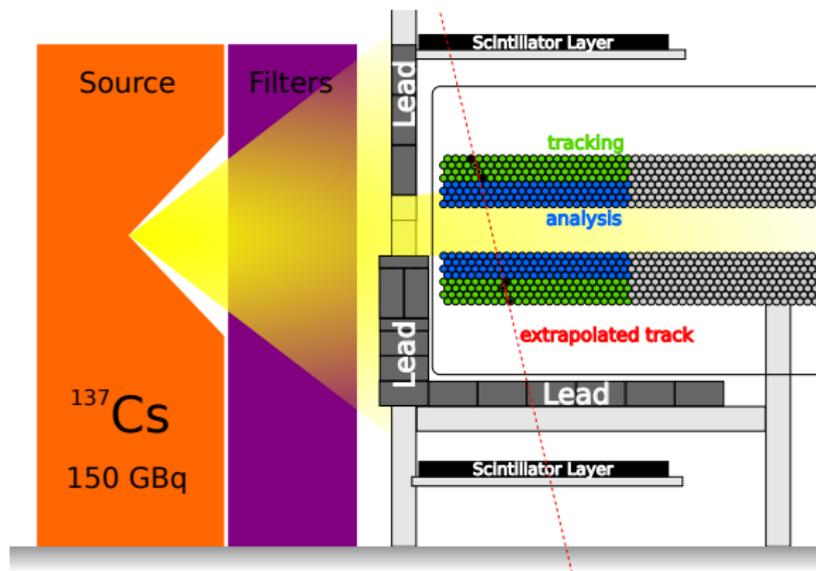
Auswertung



- Oberste und unterste 4 Rohrlagen abgeschirmt \Rightarrow Referenzspurfit
- Innere 4 Rohrlagen bei unterschiedlichen Raten

Hochratentest

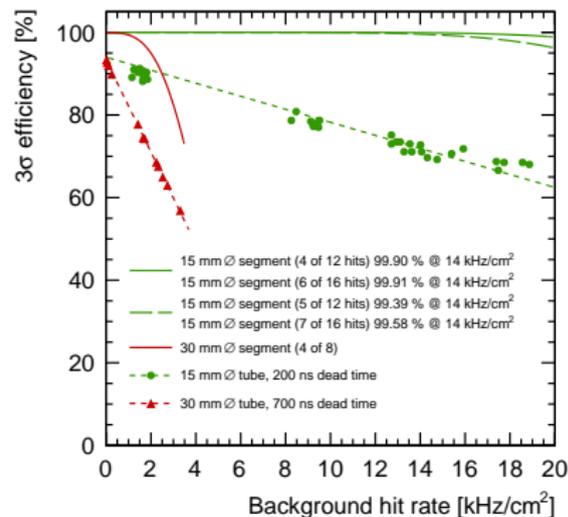
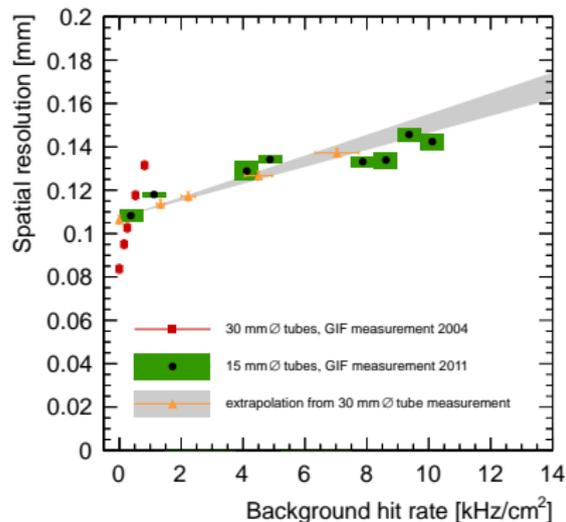
Auswertung



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

Hochratentest

Ergebnisse



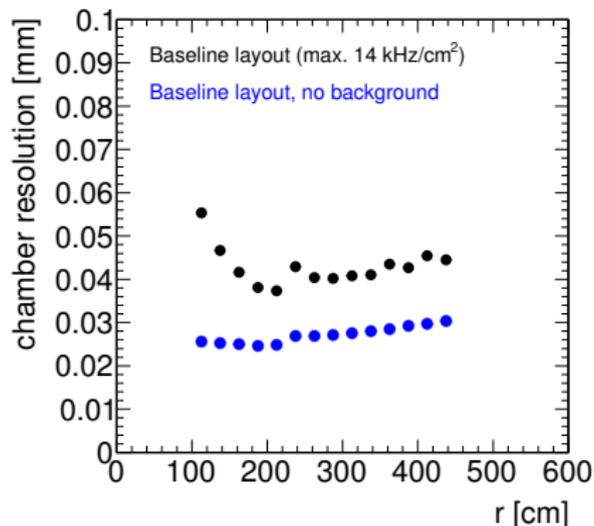
- Einzelrohrauflösung bis zu den höchsten erwarteten Raten besser als 160 μm .
- Einzelrohreffizienz bei den höchsten erwarteten Raten $\approx 70\%$.
- Segmentrekonstruktionseffizienz bei höchster erwarteter Rate von 14 kHz/cm² besser als 99%.

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 durch neue hochratenfähige Detektoren ersetzt werden.
 - Ergebnisse aus Hochratentest in der Gamma Irradiation Facility bei höchster erwarteter Rate von 14 kHz/cm^2 :
 - Einzelrohrauflösung: $160 \mu\text{m}$
 - Einzelrohreffizienz: 70%
 - ⇒ Segmentrekonstruktionsauflösung: $<60 \mu\text{m}$
- ⇒ Anforderungen an Detektoren für neue Small Wheels erfüllt.