

# Test einer hochauflösenden, schnellen Myondriftrohrkammer in einem hochenergetischen Myonstrahl

Bernhard Bittner<sup>1</sup>, Jörg Dubbert<sup>1</sup>, Matthias Kilgenstein<sup>1</sup>, Oliver Kortner<sup>1</sup>, Hubert Kroha<sup>1</sup>, Jörg v. Loeben<sup>1</sup>, Robert Richter<sup>1</sup>, Philipp Schwegler<sup>1</sup>  
Otmar Biebel<sup>2</sup>, Ralf Hertenberger<sup>2</sup>, Andre Zibell<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MPI für Physik - Werner-Heisenberg-Institut, München, <sup>2</sup>Ludwig-Maximilians-Universität, München

DPG Frühjahrstagung, Karlsruhe, März 2011

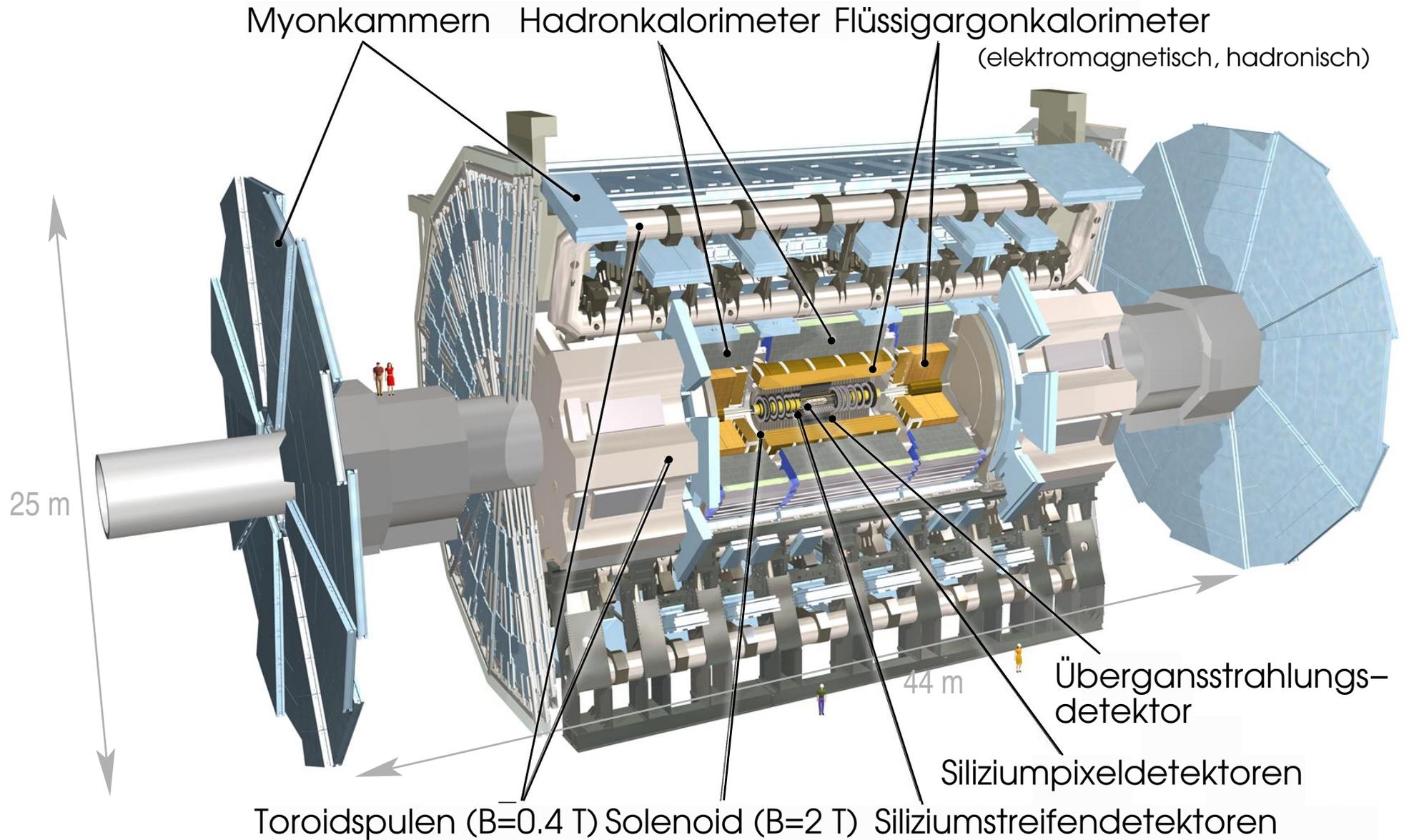


Max-Planck-Institut für Physik  
(Werner-Heisenberg-Institut)



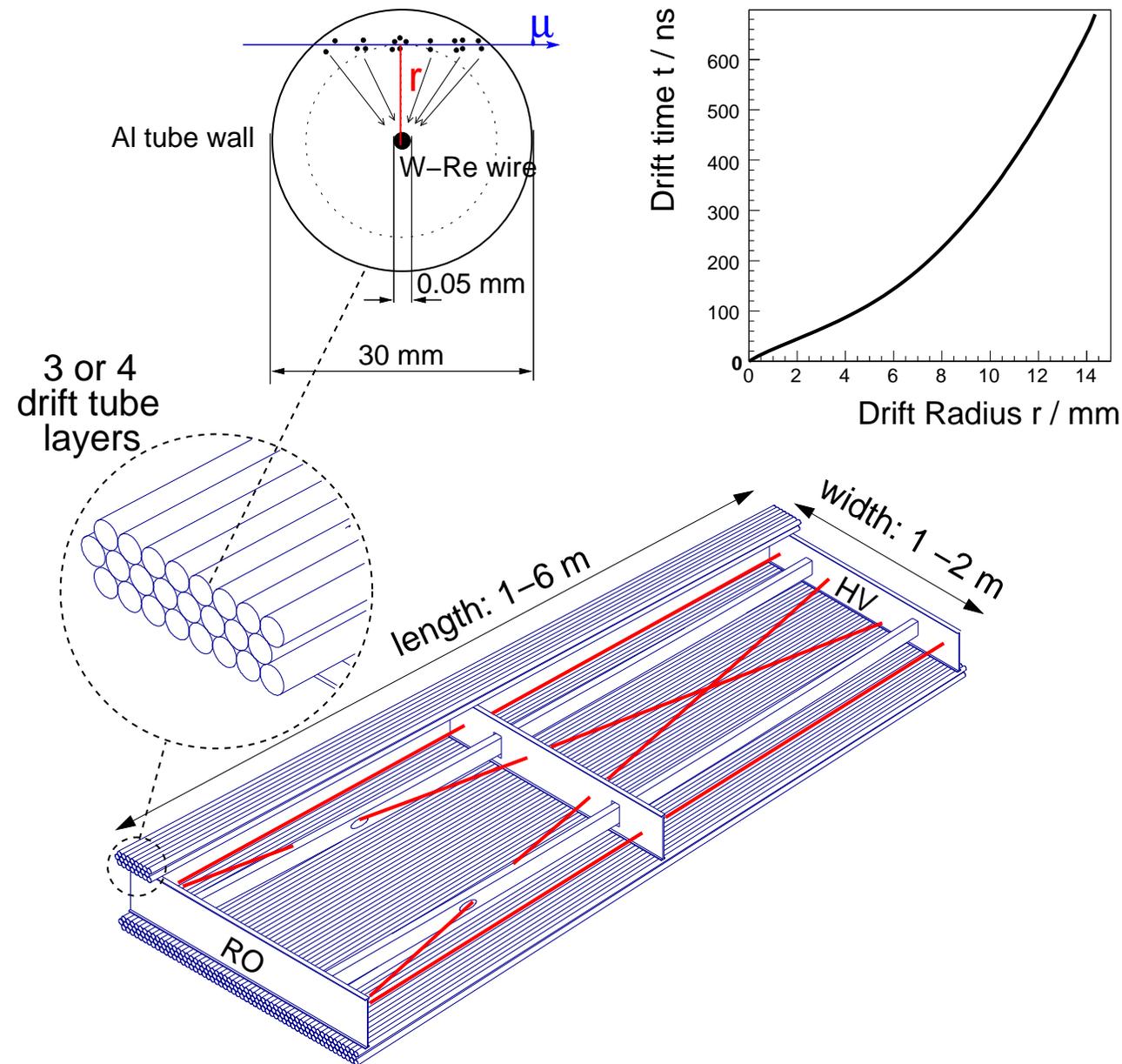
- 1 Einleitung
  - ATLAS am LHC - Komponenten
  - LHC Upgrade Pläne
- 2 Konstruktion und Test einer neuen Myonkammer
  - Unser Ansatz
  - Konstruktion eines Prototyps
  - Tests im hochenergetischen Myonstrahl
  - Integration mit Triggerkammern (RPC & TGC)
- 3 Zusammenfassung

# Der ATLAS Detektor am LHC



Myonimpulsauflösung beträgt 10% bei  $p_T(\mu) = 1\text{ TeV}$

# Design der ATLAS Myondriftrohrkammern

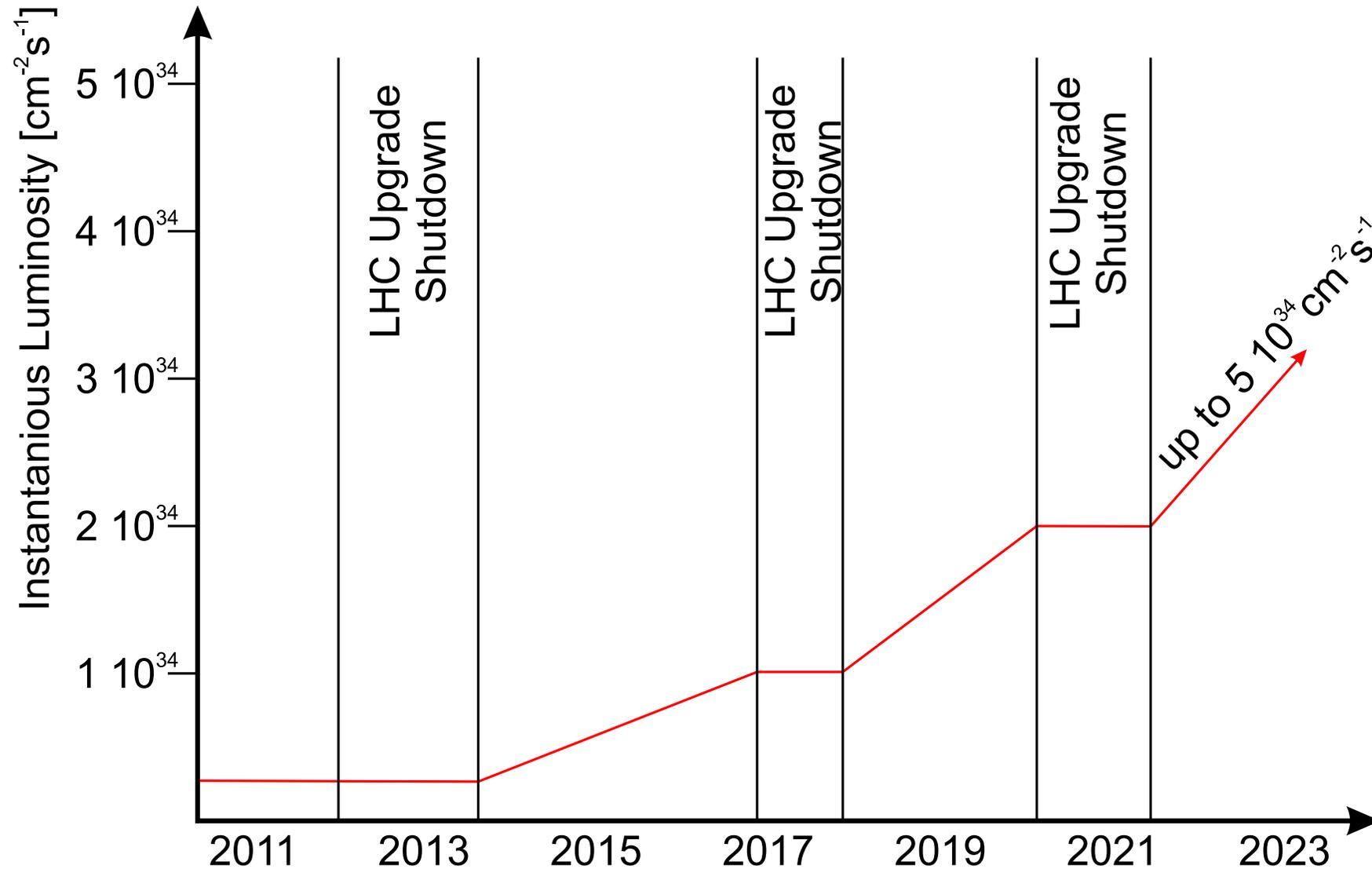


- Gasmischung: Ar/CO<sub>2</sub> = 93/7
- Druck: 3 bar
- Gasverstärkung:  $2 \cdot 10^4$
- Max. Driftzeit:  $\approx 700$  ns
- Einzelrohrauflösung:  $80 \mu\text{m}$
- Genauigkeit der Zähl drahtposition:  $20 \mu\text{m}$
- Kammerauflösung:  $35 \mu\text{m}$

## Limitierungen

- Ratenverträglichkeit bis 300 kHz/Rohr ( $\approx 250 \text{ Hz/cm}^2$  für 2 m Rohre)
- Räumliche Auflösung und Effizienz nehmen mit steigenden Untergrundraten ab

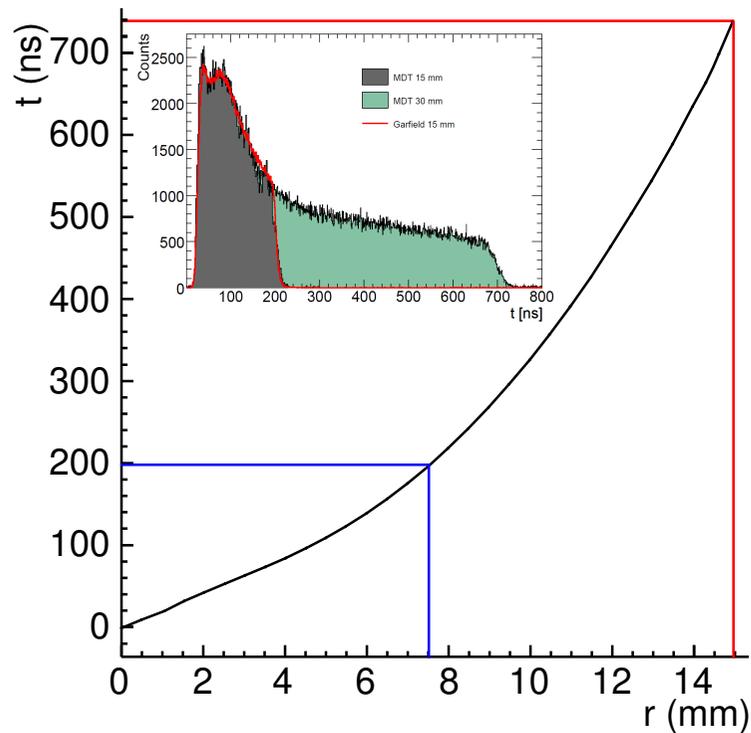
# LHC Upgrade Zeitplan



Höhere Luminositäten führen auch zu erhöhter Untergrundstrahlung  
(Sekundärteilchen:  $\gamma$ , Neutronen)

⇒ Detektoren müssen 2017 für den Betrieb bei "Ultimate Luminosity" bereit sein!

# Unser Ansatz: Halbierung des Rohrdurchmessers



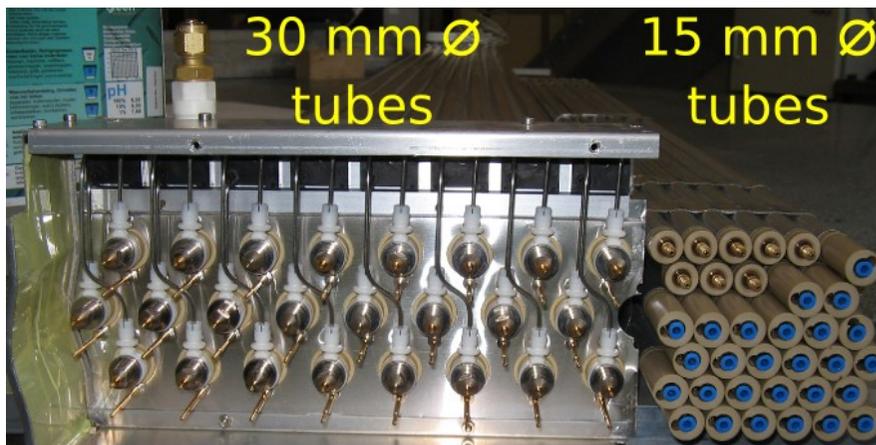
Eine Reduzierung des Rohrdurchmessers von 30 auf 15 mm verringert die maximale Driftzeit und bringt eine linearere Orts–Driftzeit–Relation (bei gleichen Betriebsparametern)

- Maximale Driftzeit wird um **3.5x** (700 ns → 200 ns) reduziert
- Der kleiner Rohrquerschnitt ergibt **2x** weniger Untergrundtreffer

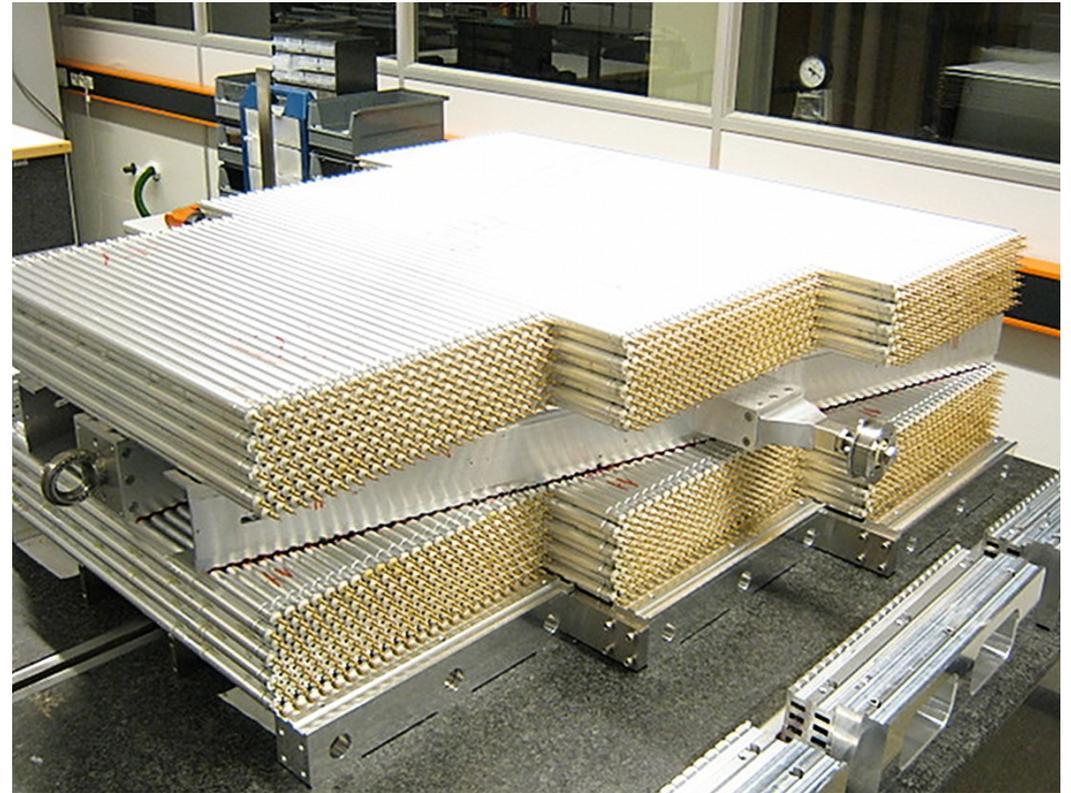
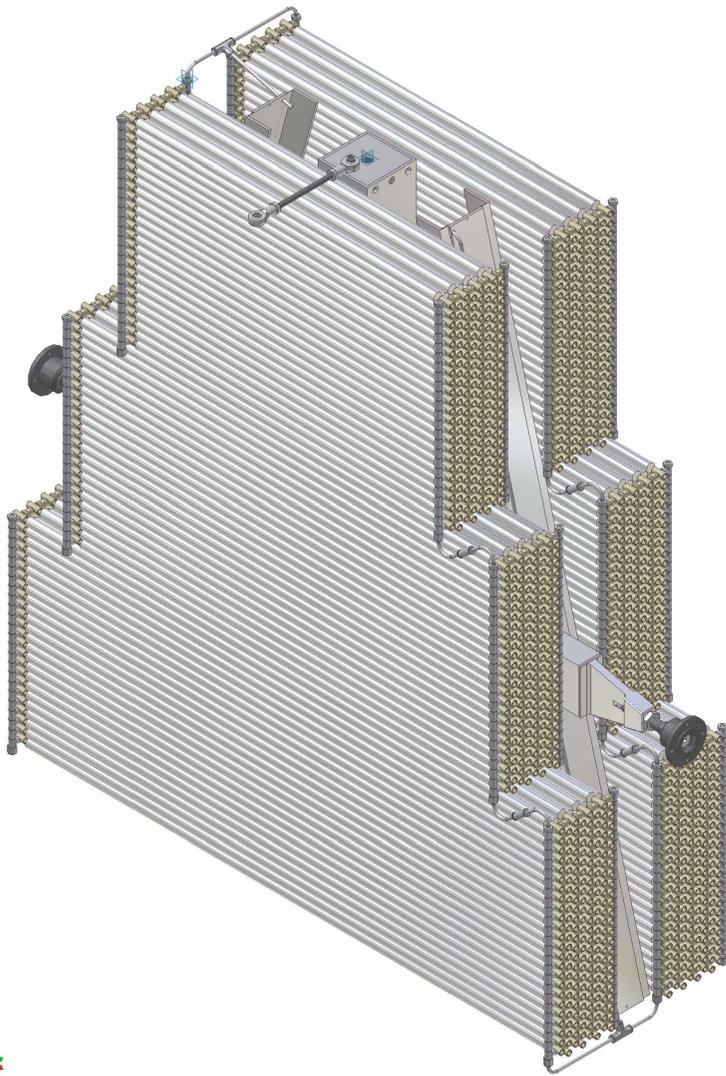
⇒ Insgesamt erreichen wir eine **7** mal niedrigere Belegungsrate

## Weitere Vorteile:

- Anzahl der Lagen wird verdoppelt ⇒ höhere Redundanz beim Spurfit
- Einbußen bei der Auflösung durch hohe Zählraten werden um Faktor 10 vermindert



# Entwurf und Konstruktion eines Prototyps



Dichte der Rohre vervierfacht sich  $\Rightarrow$  komplette Neuentwicklung von Endstopfen, Gassystem und Elektronikarten  
Siehe Vortrag von T 69.6 (P. Schwegler)

## Ziele der Teststrahl-Messungen

Strahlparameter: 180 GeV @ 1.5 kHz Myonen

- Bestimmung der Betriebsparameter für die 15 mm Rohre
  - Einzelrohrauflösung
  - Einzelrohreffizienz
- Beginn der Integrationsstudien mit weiterentwickelten Triggerkammern (TGC und RPC) für den Ausbau des Myonspektrometers

## Stabiler Betrieb der Testkammer für über eine Woche:

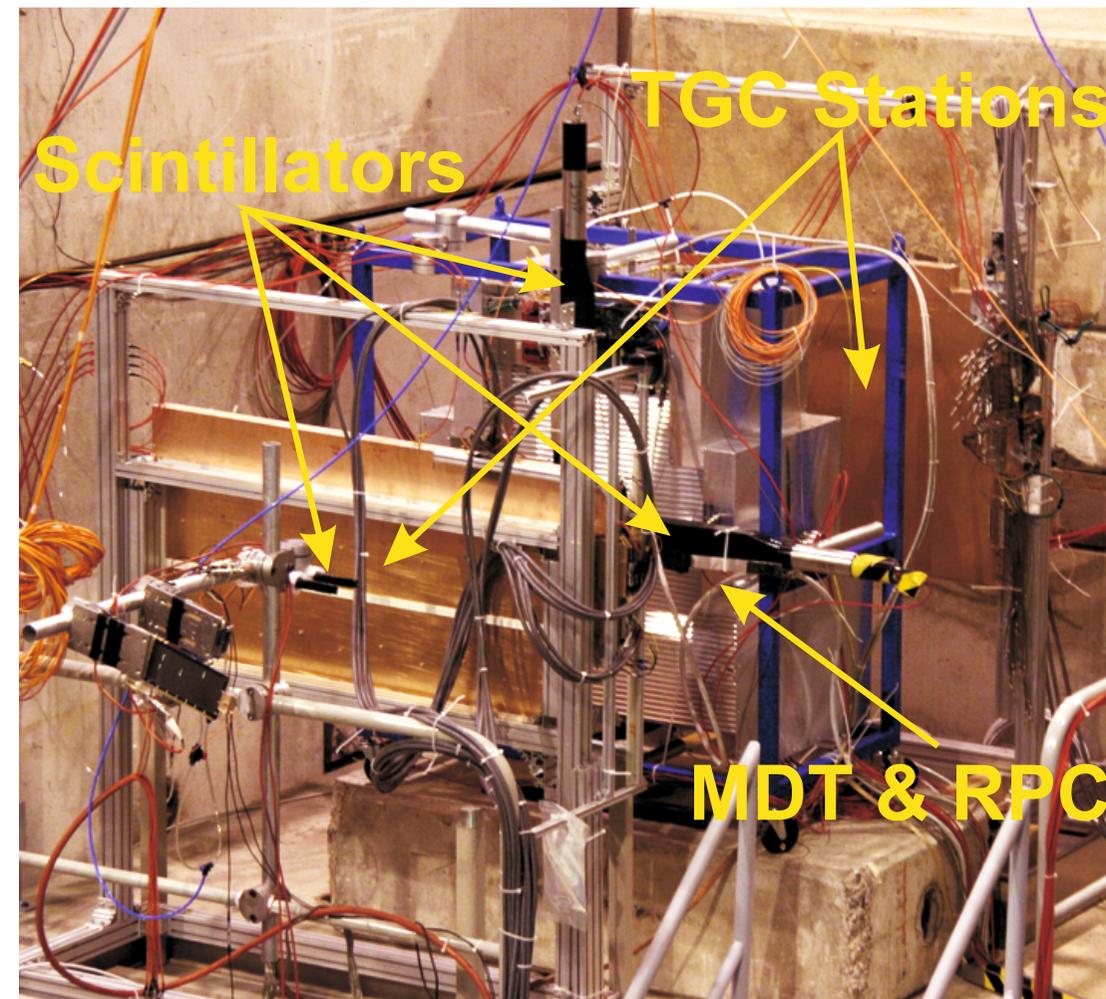
- Mehr als 30 Mio Ereignisse aufgezeichnet
- Keine Probleme mit elektronischem Rauschen oder HV/Gasversorgung

## Weitere Tests

Das Verhalten bei hohen Untergrundstrahlungen wird in gesonderten Tests untersucht:

- $\gamma$  Bestrahlung in der  $\gamma$  Irradiation Facility am CERN (T 69.7)
- Protonen und Neutronen Bestrahlung am Tandembeschleuniger in Garching bei München (T 70.3)

# Tests im hochenergetischen Myonstrahl



Run: 2010\_11\_19\_\_03\_55\_56\_\_beam\_32-rot-15  
Event: 1

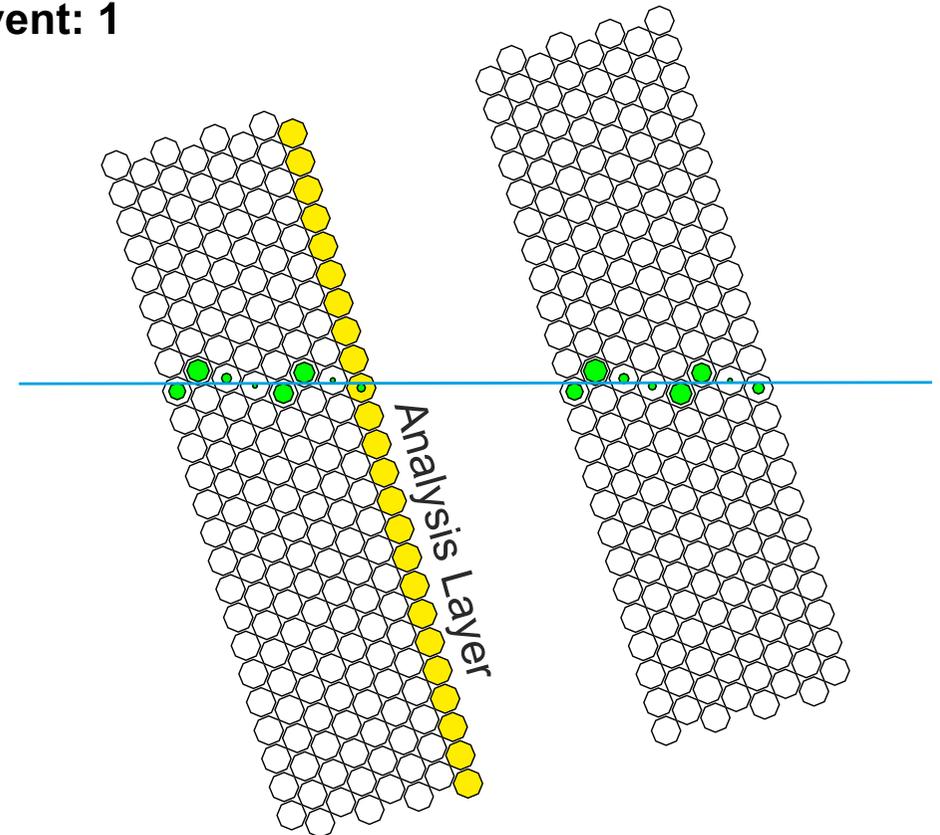
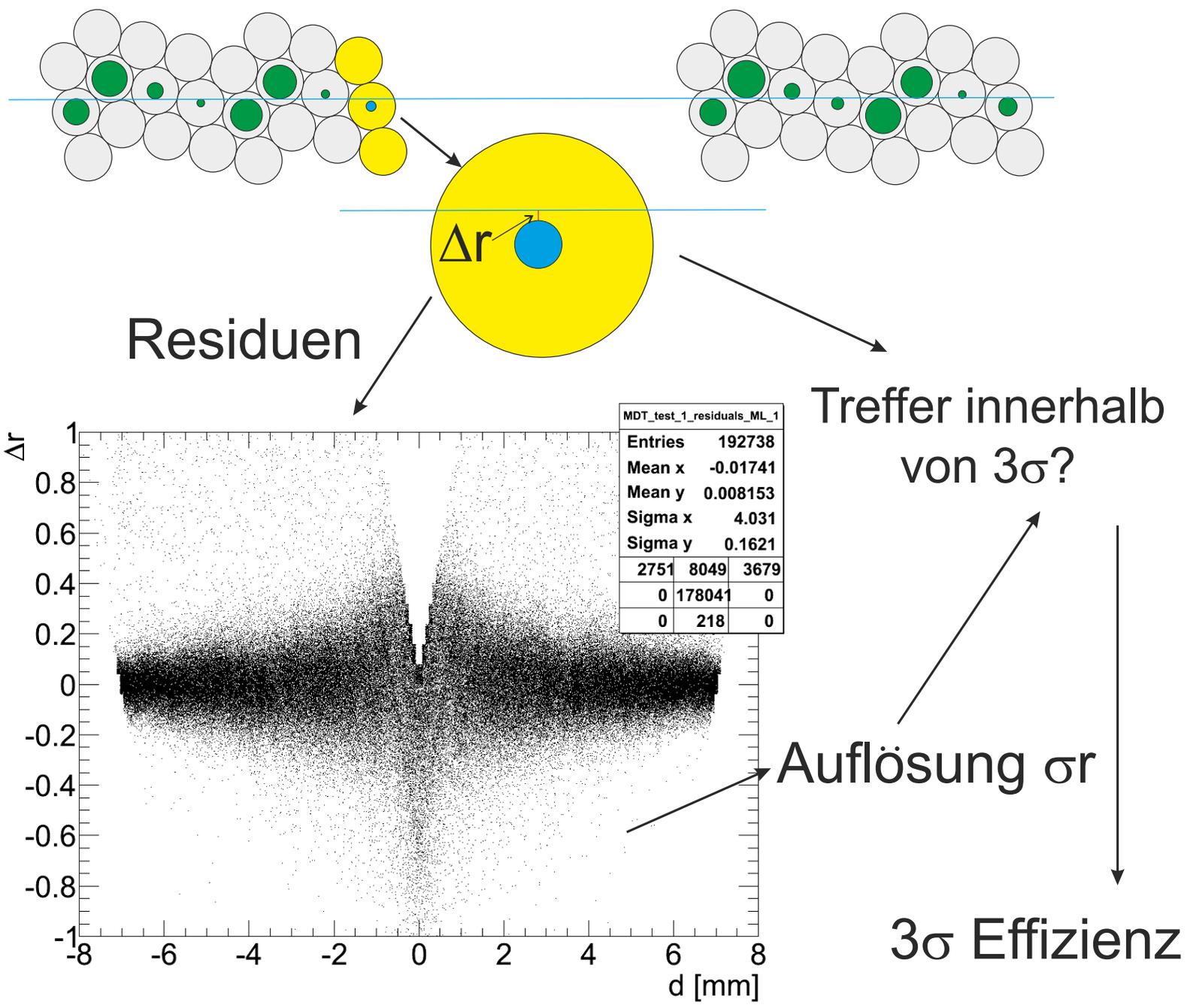


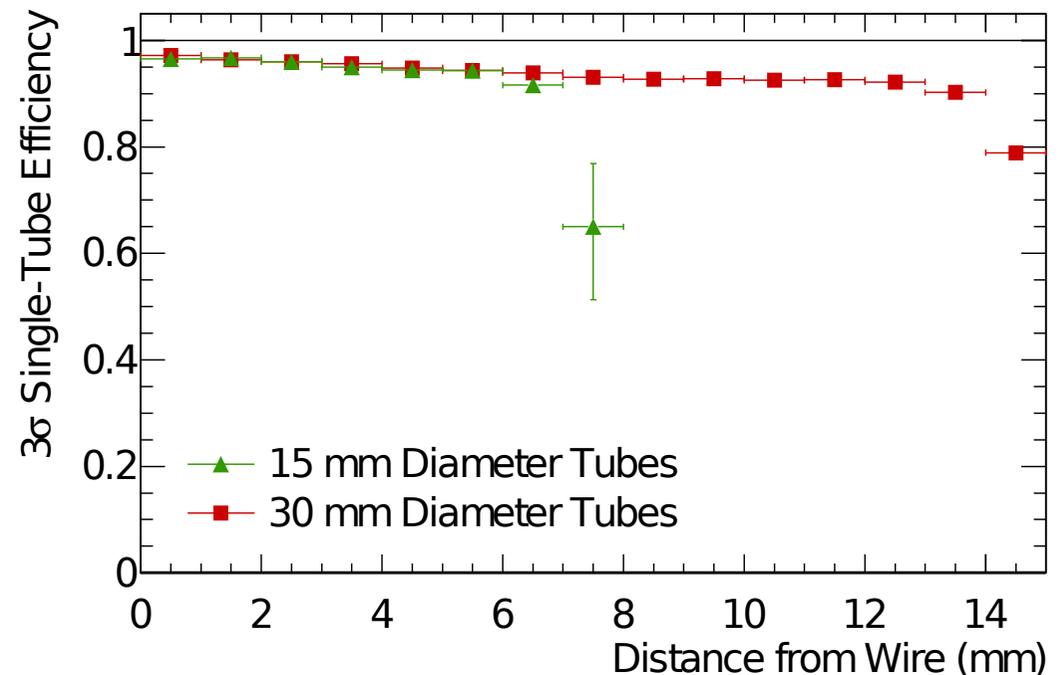
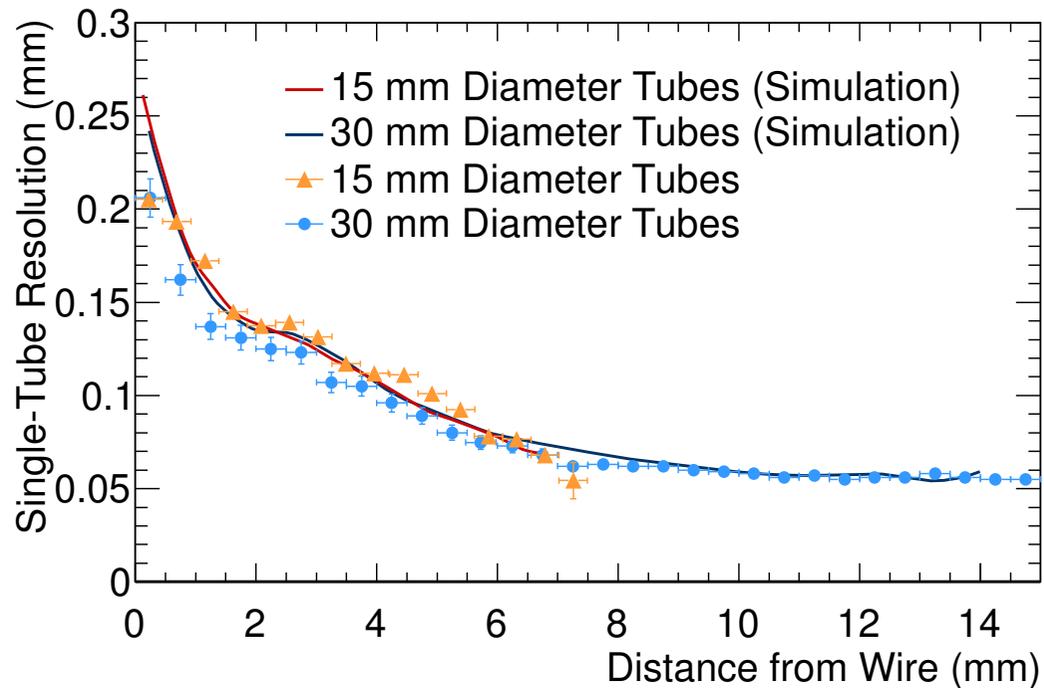
Foto vom Aufbau und Beispiel für ein Strahl-Event, die auf Auflösung und Effizienz getesteten Rohre sind gelb markiert

# Auflösung und Einzelrohreffizienz



## Ergebnisse:

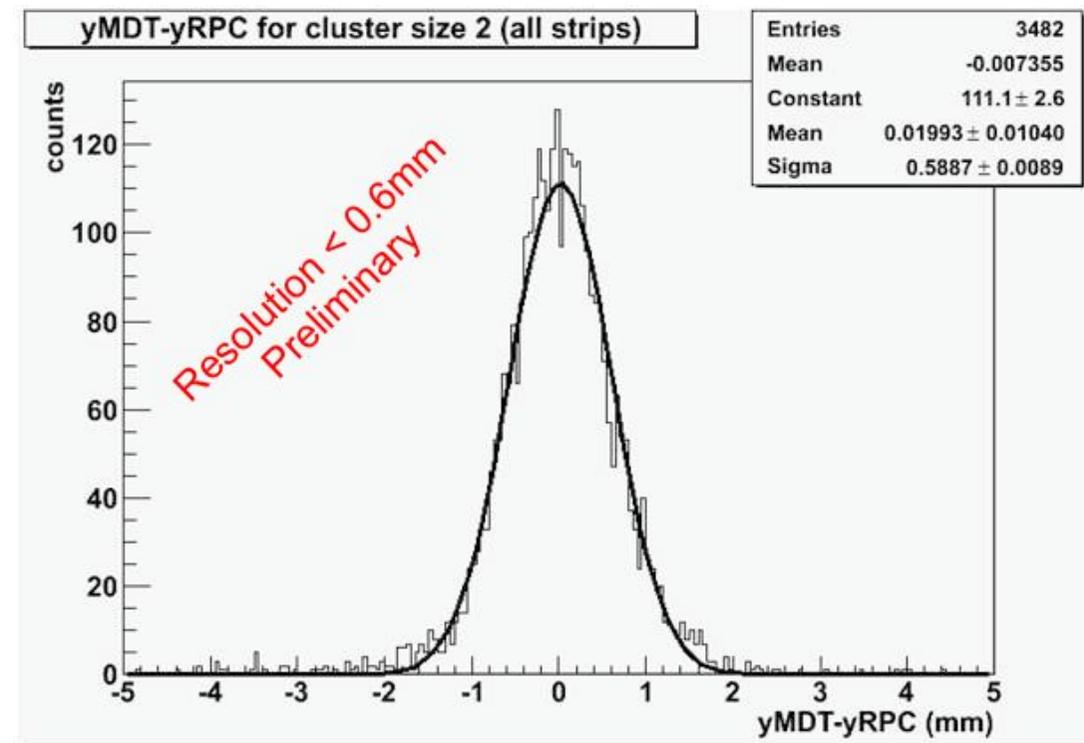
- Sehr gute Übereinstimmung mit Ergebnissen der 30 mm Rohre (bis 7.1 mm Radius bei gleichen Betriebsparametern)
- Auch Garfield Simulation passt sehr gut zu den Resultaten



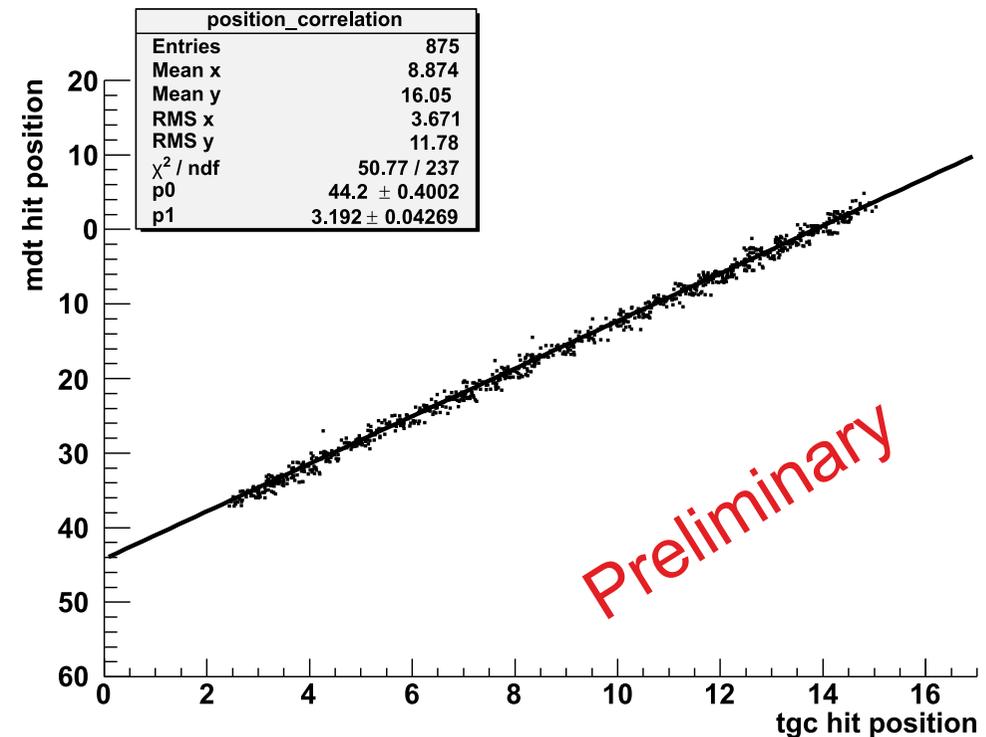
# Integration mit Triggerkammern (RPC & TGC)

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

## Ergebnisse

Alle Tests zeigen eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Erwartung (aus den bekannten 30 mm Rohren), Simulation und den neuen Messungen. Bzgl Auflösung und Effizienz sind alle Kriterien für den Upgrade erfüllt.

- Mittlere Einzelrohrauflösung:  $120 \pm 10 \mu\text{m}$
- Mittlere Einzelrohreffizienz:  $93 \pm 2\%$

Integration mit Triggerkammern macht gute Vortschritte  $\Rightarrow$  Erste Kammern sollen bereits 2012/2013 im ATLAS Detektor installiert werden um einige Akzeptanzlöcher zu verkleinern.

## Weitere Talks zu diesem Thema:

- T 70.3 – Charakterisierung von 15 mm Driftrohren für ATLAS unter Protonenbestrahlung
- T 73.1 – Ausbau des ATLAS-Myonspektrometers für hohe LHC-Luminositäten

## Ergebnisse

Alle Tests zeigen eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Erwartung (aus den bekannten 30 mm Rohren), Simulation und den neuen Messungen. Bzgl Auflösung und Effizienz sind alle Kriterien für den Upgrade erfüllt.

- Mittlere Einzelrohrauflösung:  $120 \pm 10 \mu\text{m}$
- Mittlere Einzelrohreffizienz:  $93 \pm 2\%$

Integration mit Triggerkammern macht gute Vortschritte  $\Rightarrow$  Erste Kammern sollen bereits 2012/2013 im ATLAS Detektor installiert werden um einige Akzeptanzlöcher zu verkleinern.

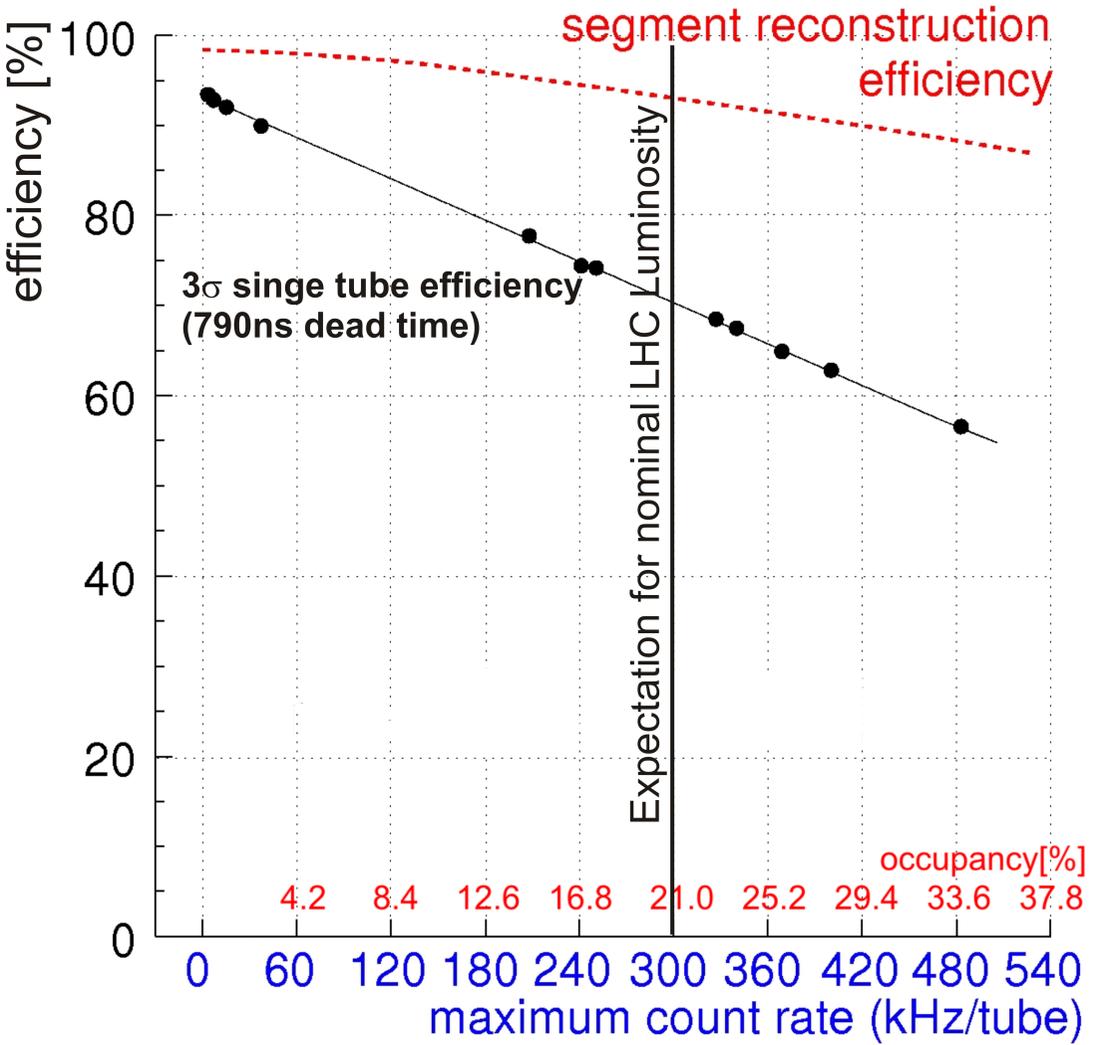
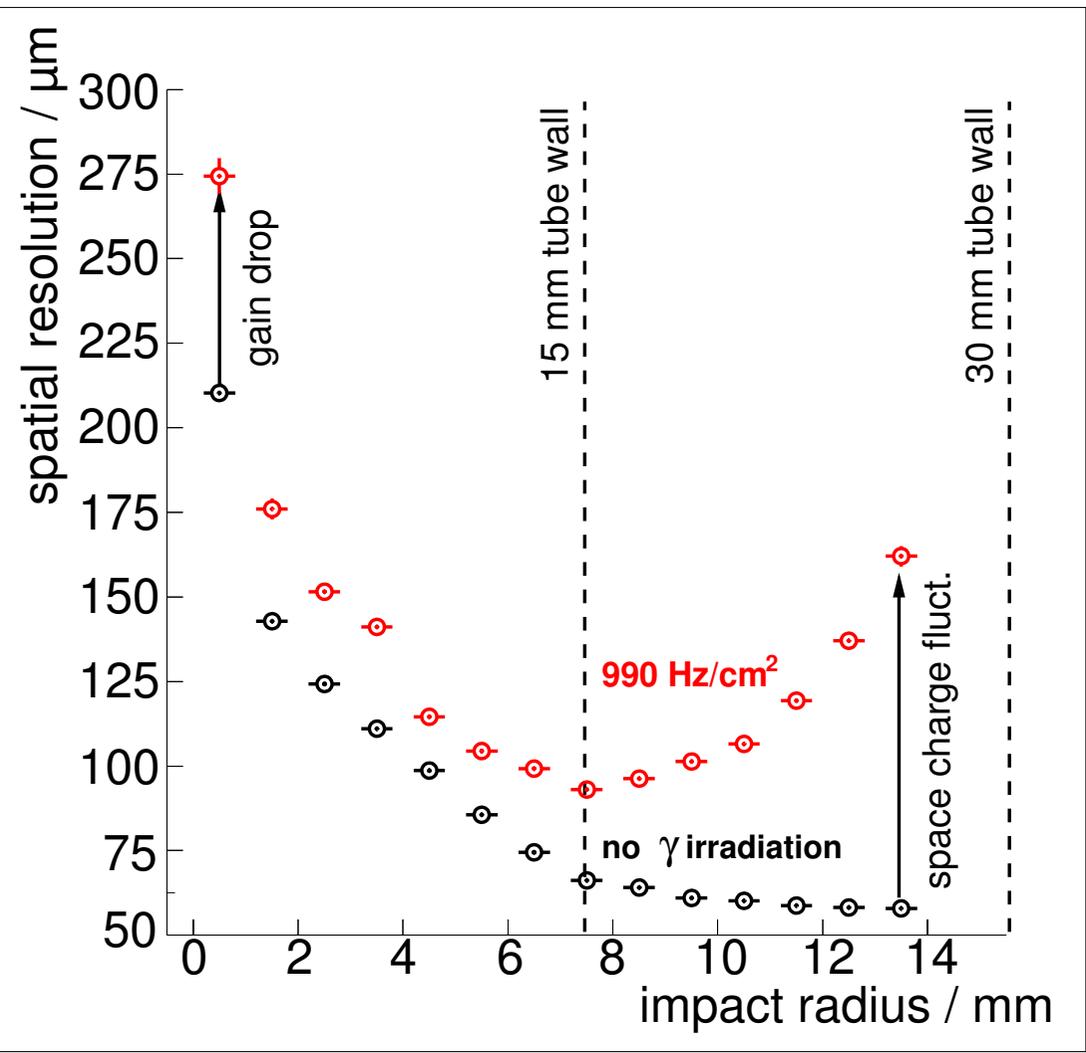
## Weitere Talks zu diesem Thema:

- T 70.3 – Charakterisierung von 15 mm Driftrohren für ATLAS unter Protonenbestrahlung
- T 73.1 – Ausbau des ATLAS-Myonspektrometers für hohe LHC-Luminositäten

# Herzlichen Dank!

Backup

# Probleme bei hohen Untergrundraten



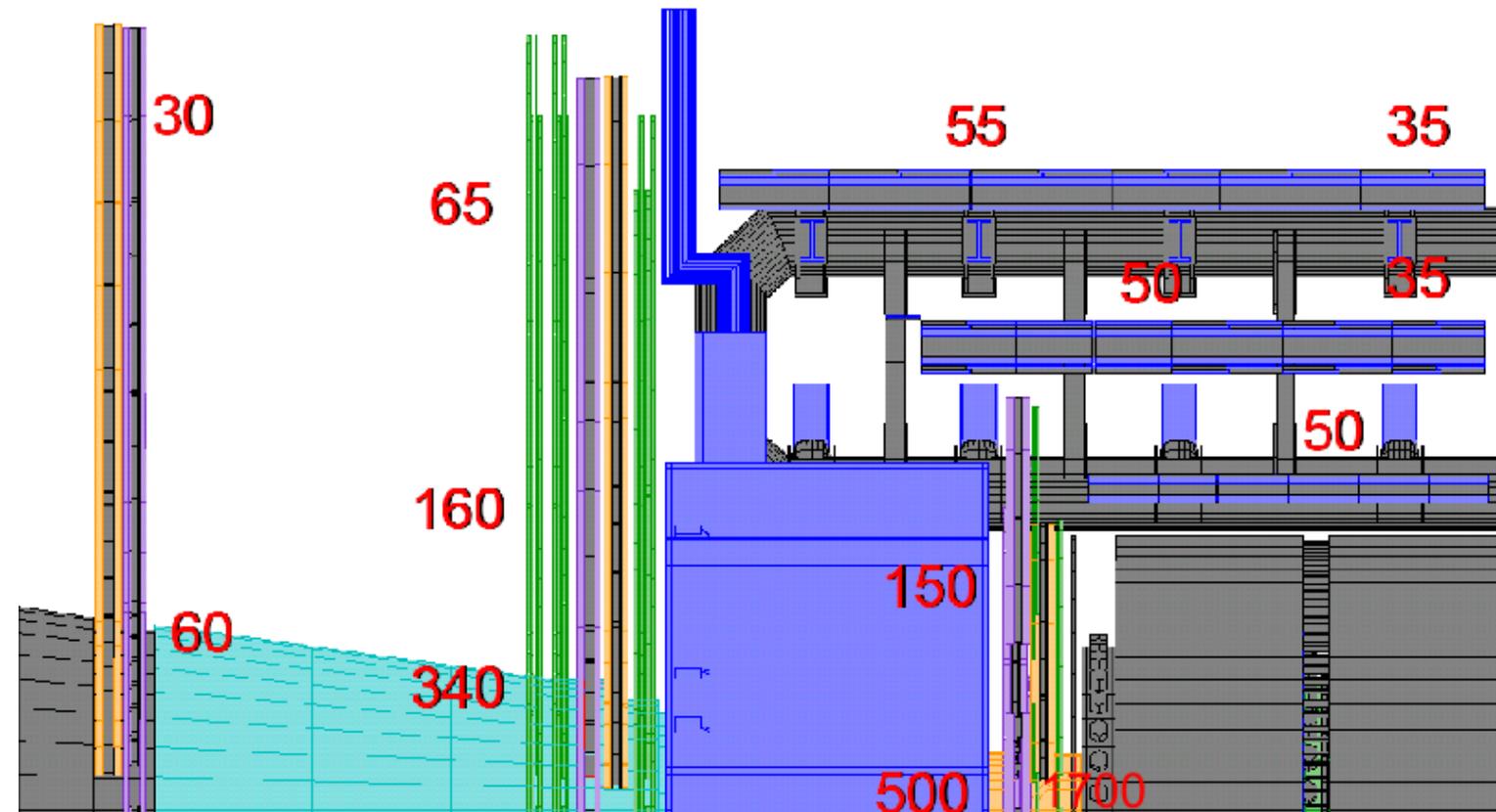
Verschiedene Effekte verschlechtern die Ortsauflösung der Driftrohre bei Untergrundstrahlung

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 [ $\text{Hz}/\text{cm}^2$ ] 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!

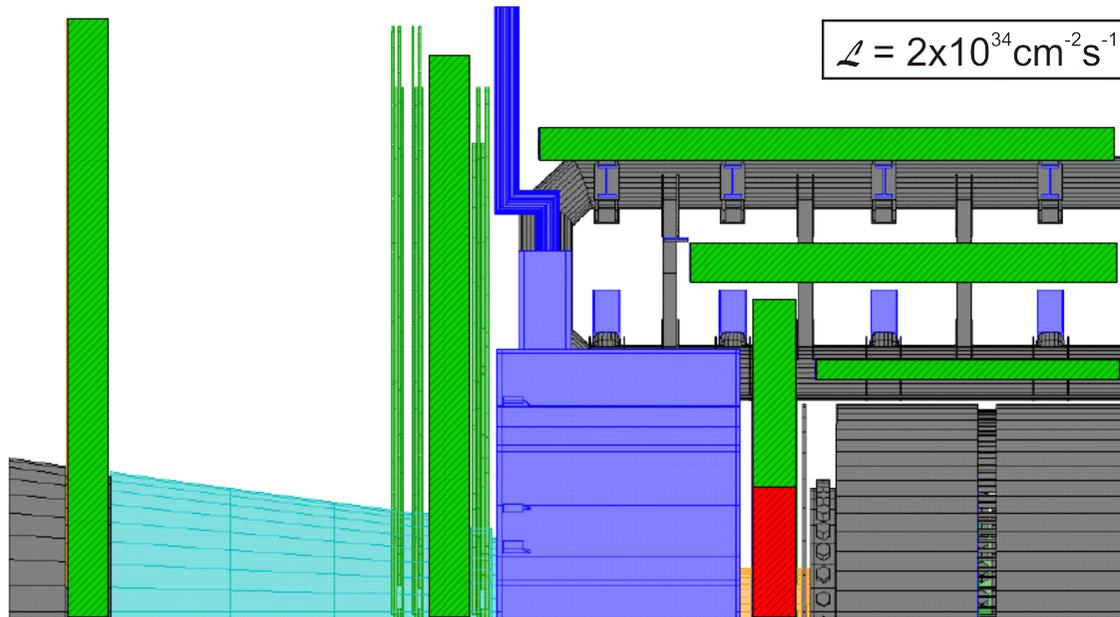
Raten am (geplanten) sLHC sind  $\sim 5$  mal höher

...

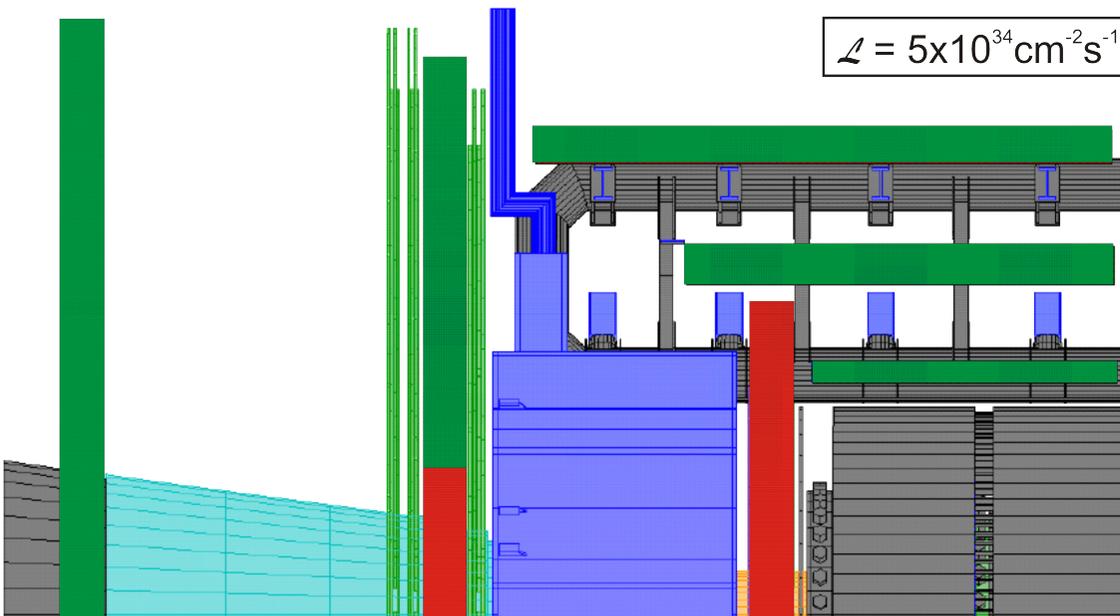
Vor allem in der Vorwärtsregion werden sehr hohe Raten erwartet (bis zu  $1.7 \text{ kHz}/\text{cm}^2$ )!

# Belegungsrate der Myonkammern bei sLHC-Luminosität

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



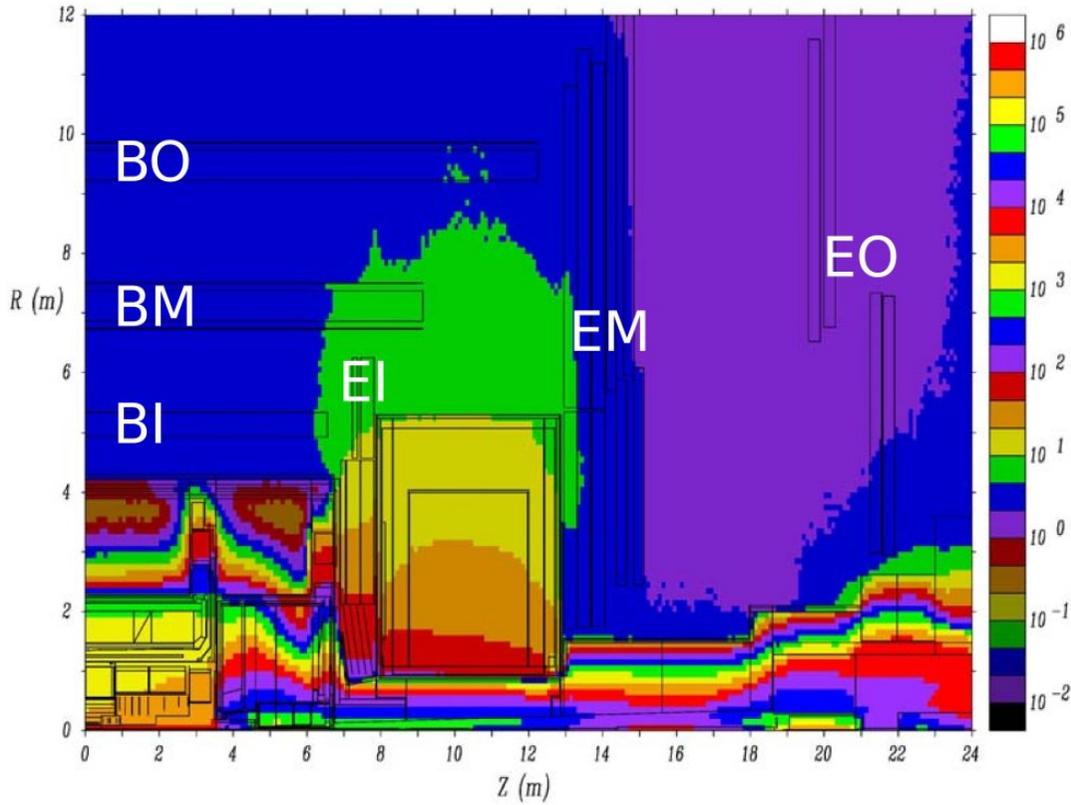
**Szenarium 1:**  $\mathcal{L} = 2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$   
⇒ Nur ein kleiner Teil der Kammern muss ersetzt werden (rot)



**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,  $\text{KHz}/\text{cm}^{**2}$



Jan03 Base (24620) - Photon Flux,  $\text{KHz}/\text{cm}^{**2}$

