



Integration, Installation und Inbetriebnahme von ATLAS-Myon-Driftrohrkammern am CERN

DPG Frühjahrstagung 2006

T203.2 — 28.03.2006

J. Dubbert, M. Groh, O. Kortner, H. Kroha, J. v. Loeben, R. Richter,
J. Schmaler, H. v. d. Schmitt

O. Biebel, D. Merkl, F. Rauscher und A. Staude

joerg.von.loeben@mppmu.mpg.de



MPI München



LMU München

- Einführung
- Test von MDT-Kammern am CERN
 - Gasdichtigkeitstest
 - Noise-Test
- Integration und Einstellung der Myon-Stationen
- Cosmic Ray Zertifizierung
- Installation der Myon-Stationen in ATLAS
- Zusammenfassung



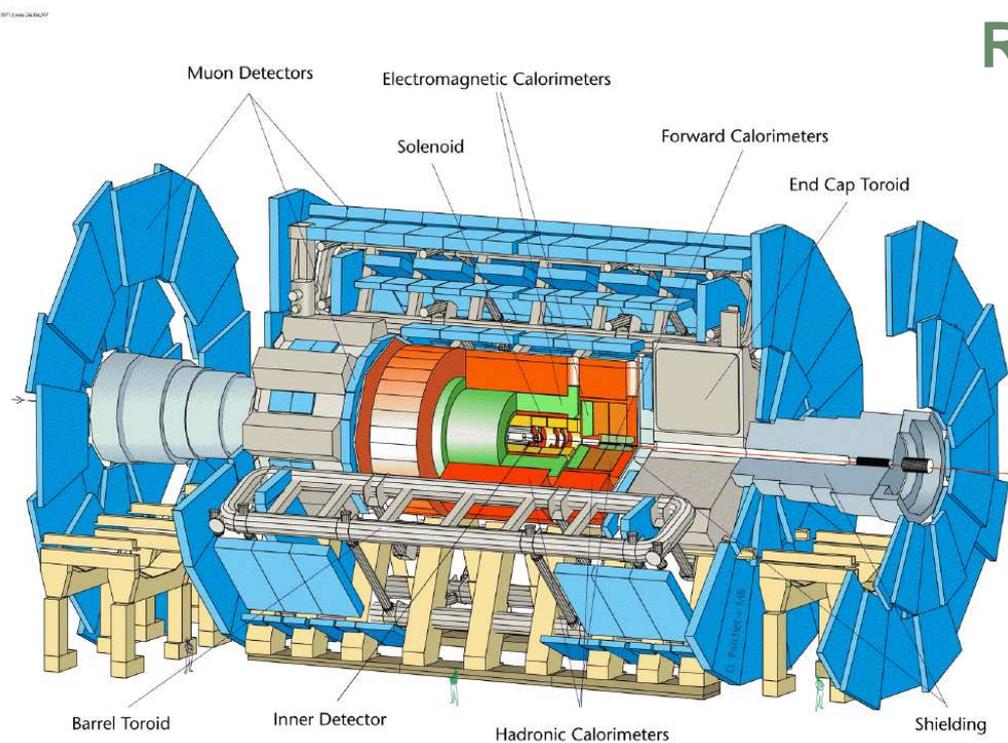
Einführung

Das ATLAS-Myon-Spektrometer

- Physik Anforderungen: $\Delta p_T/p_T < 10\%$ bis 1 TeV
- Stand-alone Operation

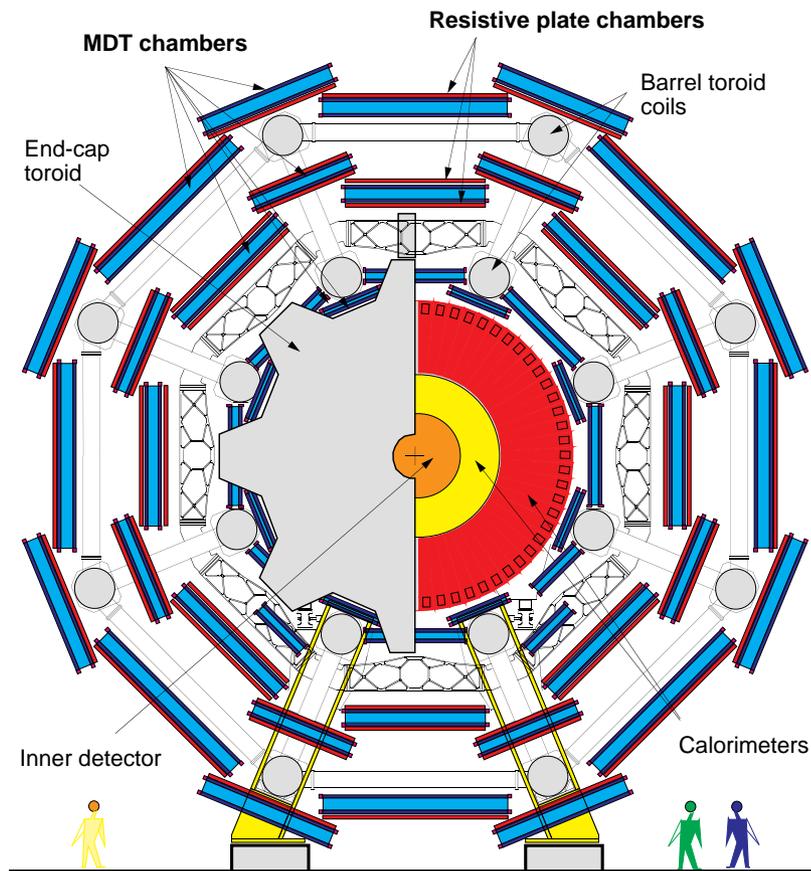
Realisation

- Toroid-Luftspulen-Magnetsystem
- Abmessungen: 45 m \times 25 m
- Aktive Fläche: $> 5500 \text{ m}^2$
- 788 Trigger-Kammern
- 1206 Präzisions-Kammern



Das ATLAS-Barrel-Myon-Spektrometer

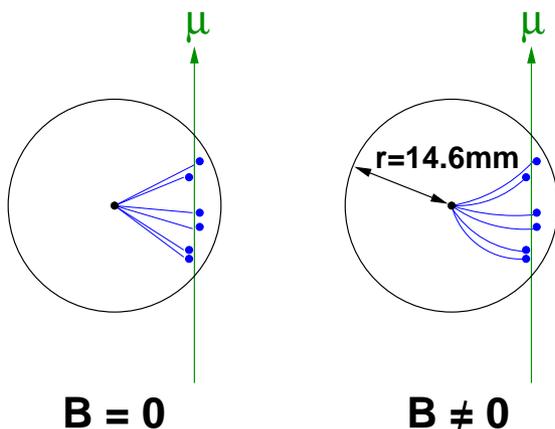
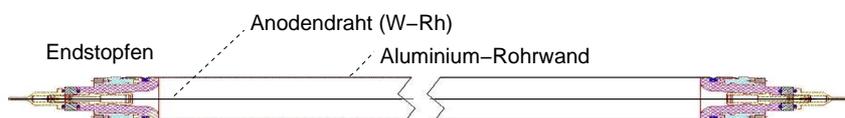
- **3-Punkt Sagitta Messung**
50 μm Punktauflösung benötigt
(inklusive Alignierung über 5–10 m)



- 576 Trigger-Kammern:
Resistive Plate Chambers (RPCs)
 - 656 Präzisionsdetektoren:
Monitored Drift Tube (MDT)
Kammern
- 88 MDT-Kammern für die äussersten Myon-Stationen (BOS - Barrel Outer Small) wurden am Max-Planck-Institut für Physik (MPI) und der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München gebaut

Funktionsprinzip von Driftrohren

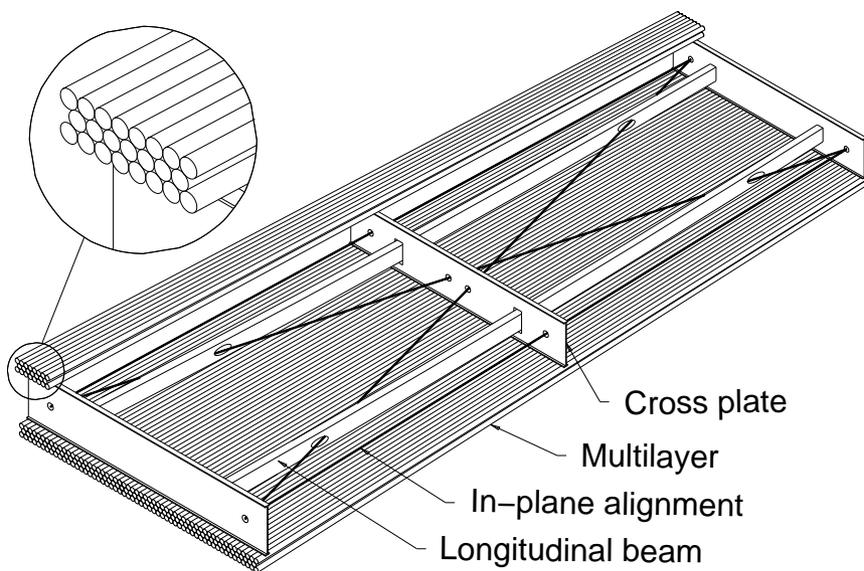
ATLAS-Driftrohre



- Durchmesser: 3 cm
- Drahtdurchmesser: $50 \mu\text{m}$
- Gasmischung: $\text{Ar}/\text{CO}_2 = 93/7$
- Druck: 3 bar
- Gasverstärkung: 2×10^4
- Max. Driftzeit: $\approx 700 \text{ ns}$
- Auflösung: $< 100 \mu\text{m}$

Magnetfeldabhängigkeit der Orts-Driftzeit-Beziehung → T704.8 (O. Kortner et al.)

Monitored-Drift-Tube-Kammern



BOS MDT-Kammer Grösse: 3.8 m × 2.2 m
2 × 3 Lagen, 72 Rohre pro Lage

- 2 Multilagen of 3 (oder 4) Driftrohrlagen
- Trägerstruktur aus Aluminium
- Kammergrösse: 1-11 m²

Monitored...

- Optische Systeme zur Überwachung der Kammergeometrie
- Optische Kammer-zu-Kammer Alignierung

Vom Driftrohr zur installierten Myon-Station...

- Produktion der Driftrohre, Test und Vermessung der Drahtpositionen am JINR
- Transport nach München
- Stichprobenkontrolle der Rohrparameter an der LMU
- Kammerproduktion und Test am MPI → T203.1 (S. Horvat et al.)
- Bestückung mit Elektronik, anschliessend Test und Kalibration der MDT-Kammer im Höhenstrahlungsmessstand der LMU → T704.6 (F. Rauscher et al.)
- Lagerung der Kammer bei München
- Ggf. Test und Kalibration der Kammern in der Lagerhalle mit mobilem Höhenstrahlungsmessstand → T704.2 (M. Groh et al.)
- **Transport zum CERN (just-in-time-delivery)**
- **Test der Kammern und Integration zur Myon-Station am CERN**
- Lagerung am CERN (einige Wochen bis Monate)
- Transport zum ATLAS-Pit
- **Test der Myon-Stationen an der Oberfläche** (einige Stunden bis 1-2 Wochen vor Installation)
- **Installation im Detektor**
- **Test der installierten Myon-Stationen**



Test, Inbetriebnahme und Integration am CERN

Test und Inbetriebnahme

Garantiert Funktion der MDT-Kammern im Experiment

- Lecktest
- HV-Test
- Noise-Test
- Cosmic Ray Test
(nach Integration)

Integration

Vervollständigung der MDT-Kammern und Zusammenbau mit Trigger-Kammer

- Installation und Test zusätzlicher Sensoren
- Einbau RPC Trigger-Kammer in Common Support Rahmen
- Einbau MDT-Kammer in Common Support Rahmen
- Mech. Justierung der MDT-Kammer

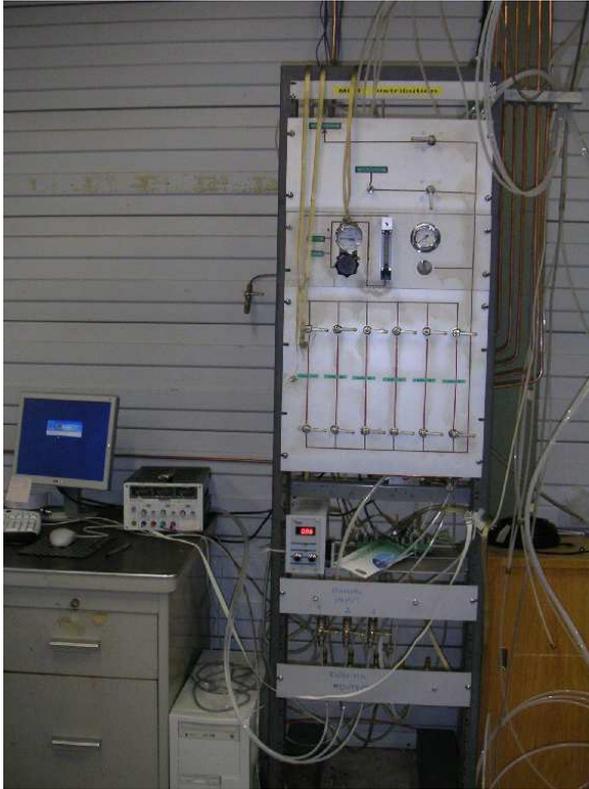


- **Vorgezogene Installation** (4 BOS Myon-Stationen für den Fussbereich)
 - Transport ans CERN: Oktober 2004
 - Test und Integration: November 2004 – Februar 2005
 - Installation: Februar/März 2005
- **84 MDT-Kammern**
 - Transport ans CERN: Juni 2005 – Februar 2006
 - Stand 24.03.06:
 - 88 MDT-Kammern getestet
 - 86 MDT-Kammern integriert
 - Beginn der Installation: Februar 2006

Keine Schäden durch Transport

Leckratenmessung (1)

Bestimmung der Gasdichtigkeit jeder Multilage



- Erlaubte ATLAS Kammerleckrate:
 $2 \times N_{\text{Rohr}} \times 10^{-8} \text{ bar} \cdot \text{l/s}$
 - Getestet an MPI/LMU
- Druckmessung $p(t)$
- Temperaturmessung $T(t)$
 (18 kammerinterne Sensoren)
- Temperaturkorrektur

$$p_{\text{corr}}(t) = p(t) - dT(t) \cdot p(0)/T(0)$$
- Linearer Fit an Druckabfall $p_{\text{corr}}(t)$
- Messdauer: 2–4 Tage (bis zu 6 Kammern)
- Messgenauigkeit: 2 mbar/d

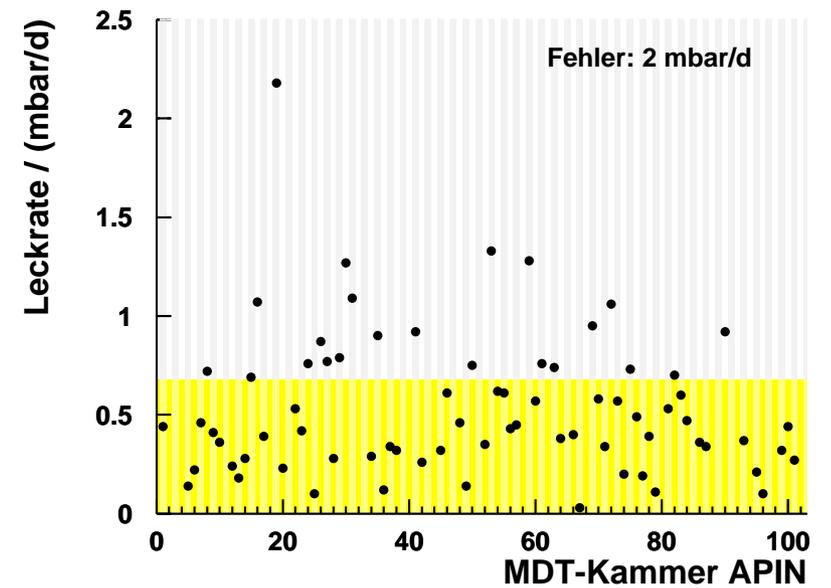
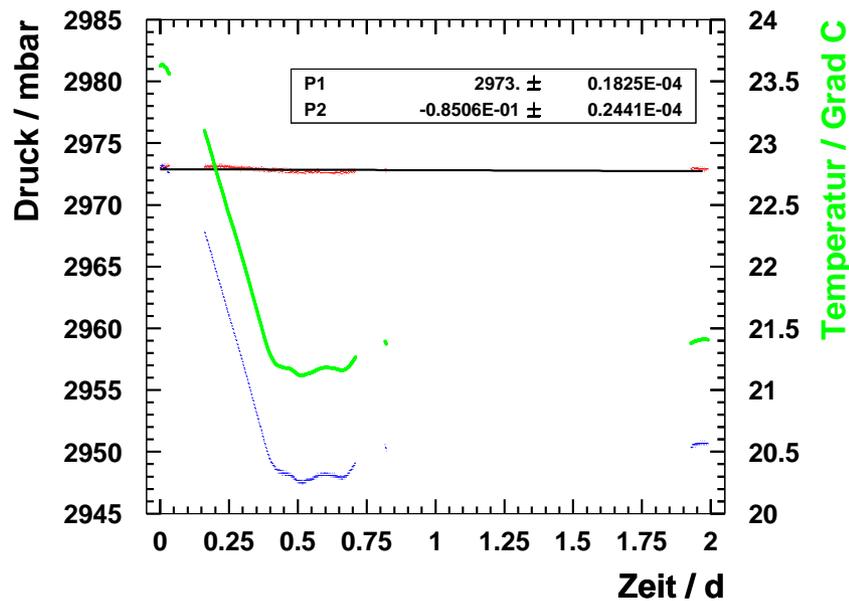
Maximal erlaubte Leckrate: $10 \times$ einfache ATLAS Kammerleckrate



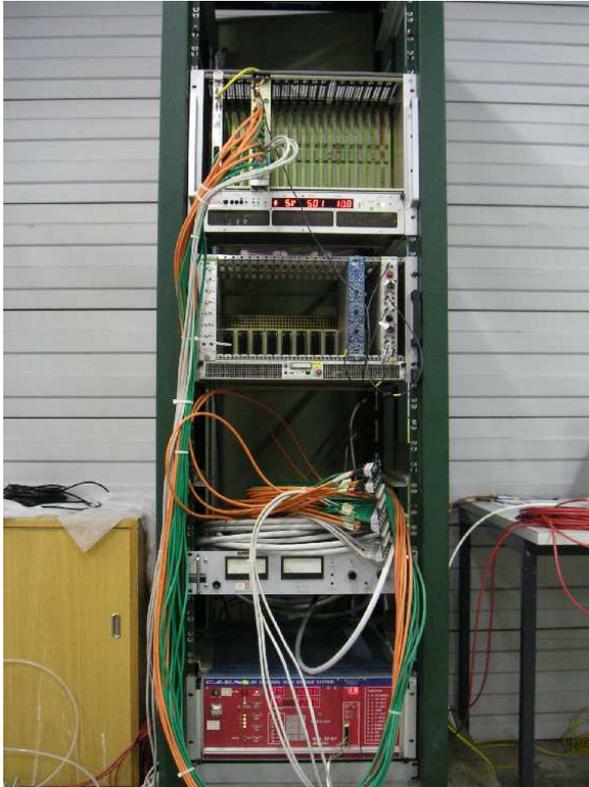
Leckratenmessung (2)

Ergebnisse

Maximal erlaubte Leckrate: $10 \times 0.68 \text{ mbar/d}$



Alle Kammern erfüllen das Leckratenlimit

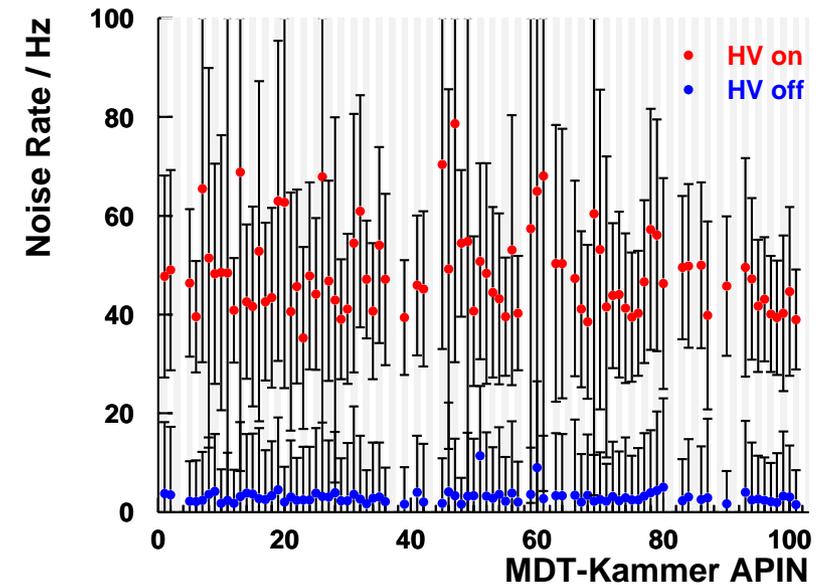
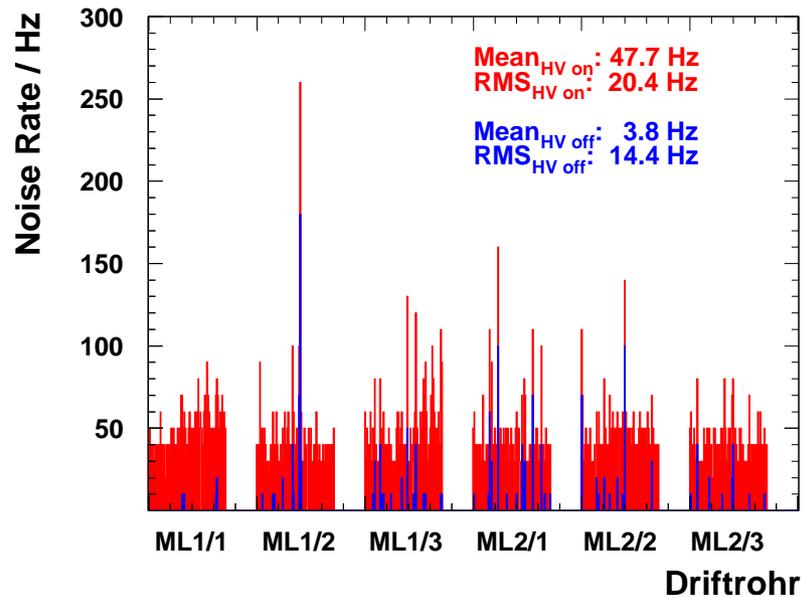


- Zufallstrigger
- Messung #Hits / Rohr
- Umrechnung in Noiserate über aktives Zeitfenster der Readout-Elektronik ($1.6 \mu\text{s}$ / Ereignis)
- Eff. Threshold: -50 mV
- Messung ohne und mit HV (3080 V)
 - Identifizierung toter Kanäle
 - Differenzierung Elektronik- und Entladungsrauschen

Funktionstest Elektronik und Messung Kammerverhalten

Ergebnisse

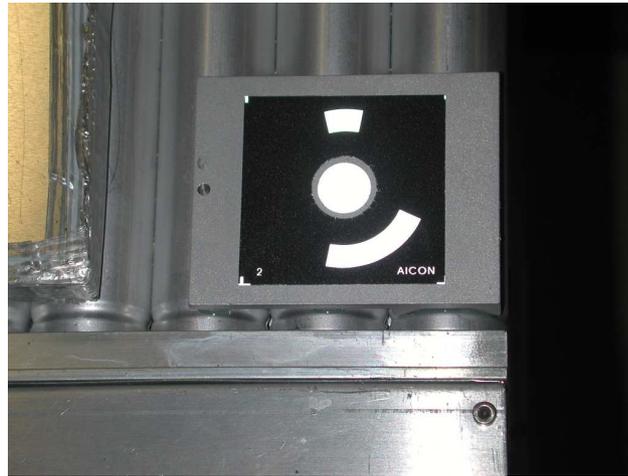
Max. erlaubte Noiserate: 5 KHz (Mittelwert und Einzelrohr)



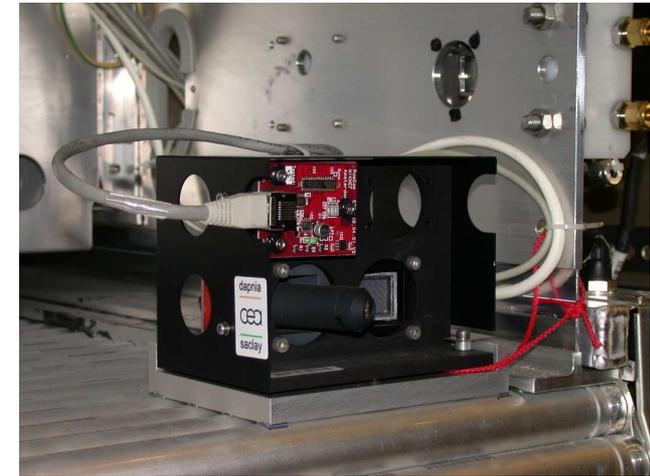
Alle Kammern erfüllen Noiseratengrenzwert

Integration (1)

Survey Targets



Alignment-Sensoren



B-Feld-Sensoren



Integration (2)

Integration der RPC Trigger-Kammer und der MDT-Kammer

Unterschiedlich von allen anderen ATLAS Barrel-Myon-Stationen

Komplizierteste Integration aller Myon-Stationen durch Common Support Rahmen (Position der Stationen an der Aussenseite der Toroid-Magnetspulen)

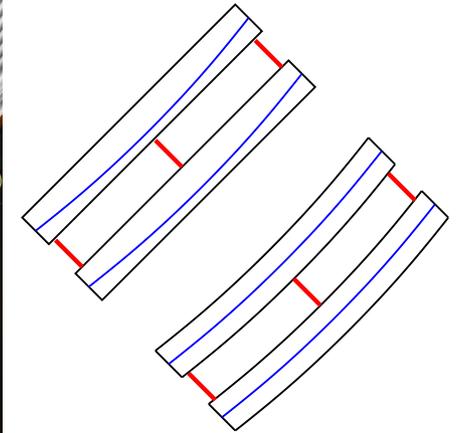


Integration (3)

Rotation der Myon-Station



Sag-Kompensation



Ausrichtung MDT

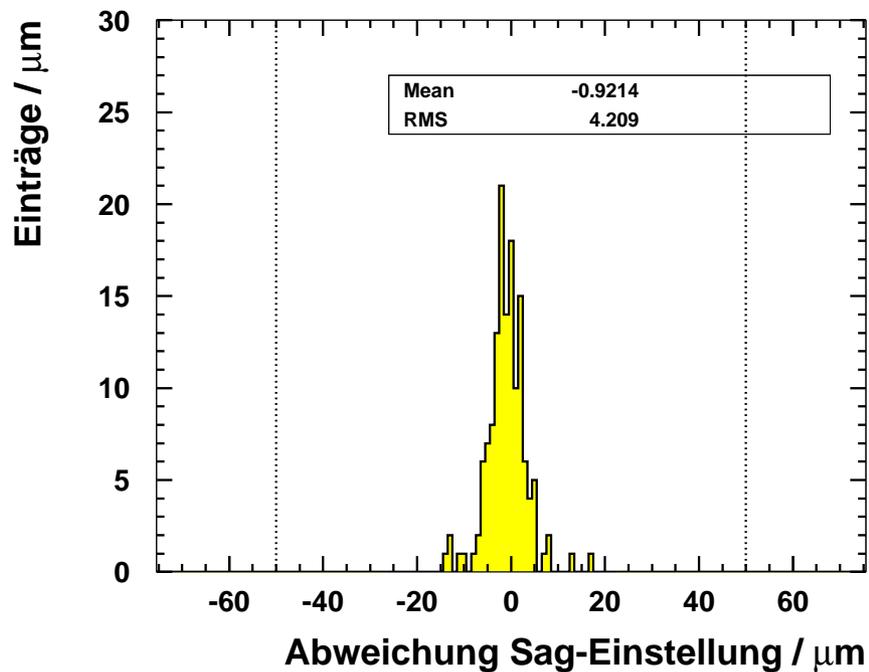


Integrierte Myon-Station

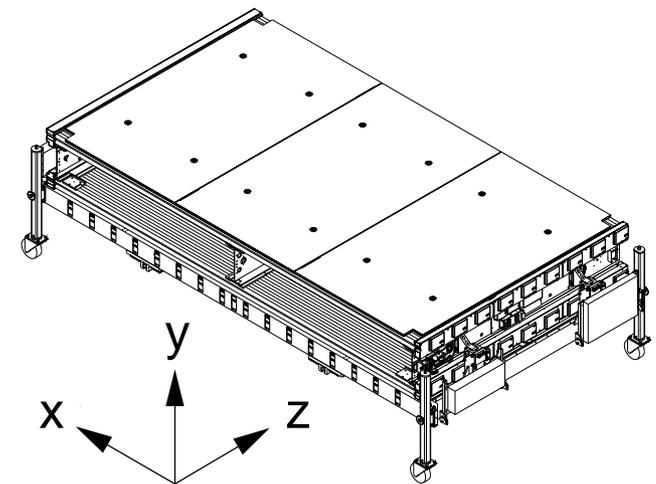


Ergebnisse

Sag-Kompensation



Ausrichtung MDT-CS



- x: ± 1 mm
- y: ± 0.5 mm
- z: ± 0.1 mm

Präzise Einstellung aller Parameter

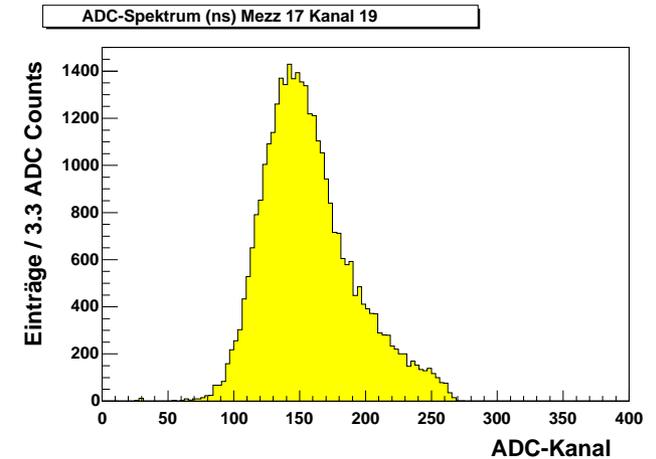


Cosmic Ray Test

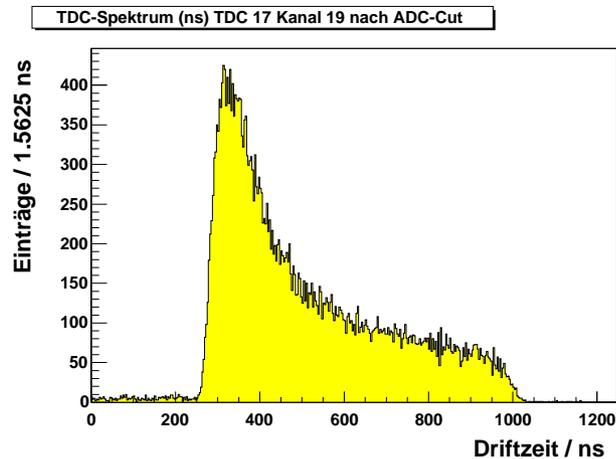
Test vollständiger ATLAS Myon-Stationen
(MDT und RPC-Kammer + Trigger Elx)



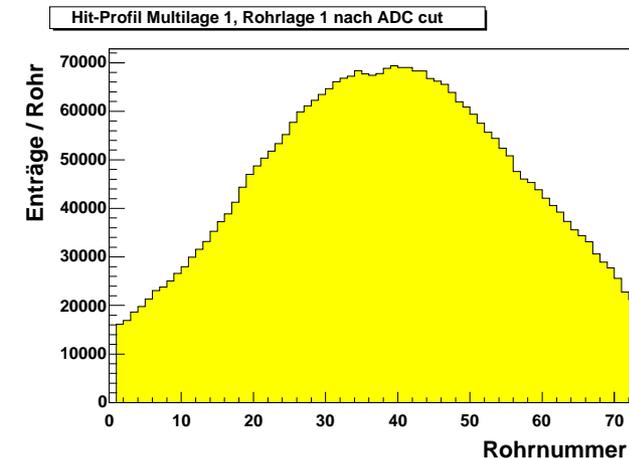
ADC Spektrum



Drift Time Spektrum



Hit-Profil



Cosmic Ray Test von 86 BOS MDT-Kammern bestanden



Ausfallraten

Komponente	Anzahl	In München	Am CERN	Prozent
Undichte O-Ringe	289712	0	0	0
Abgehängte Rohre	36192	18	1	0.05
Gerissene Drähte	36192	11	3	0.04
Frontend-Elx Karten	4876	0	40	0.82
HV Verteiler-Boxen	88	0	3	3.41
DCS Boxen	88	0	4	4.55
T-Sensor	1584	2	3	0.32
Alignment-Sensorkomp.	1056	0	3	0.28
B-Feld Sensor	176	0	1	0.57

Sehr geringe Ausfallraten in allen Bereichen



Installation in ATLAS



Ablauf

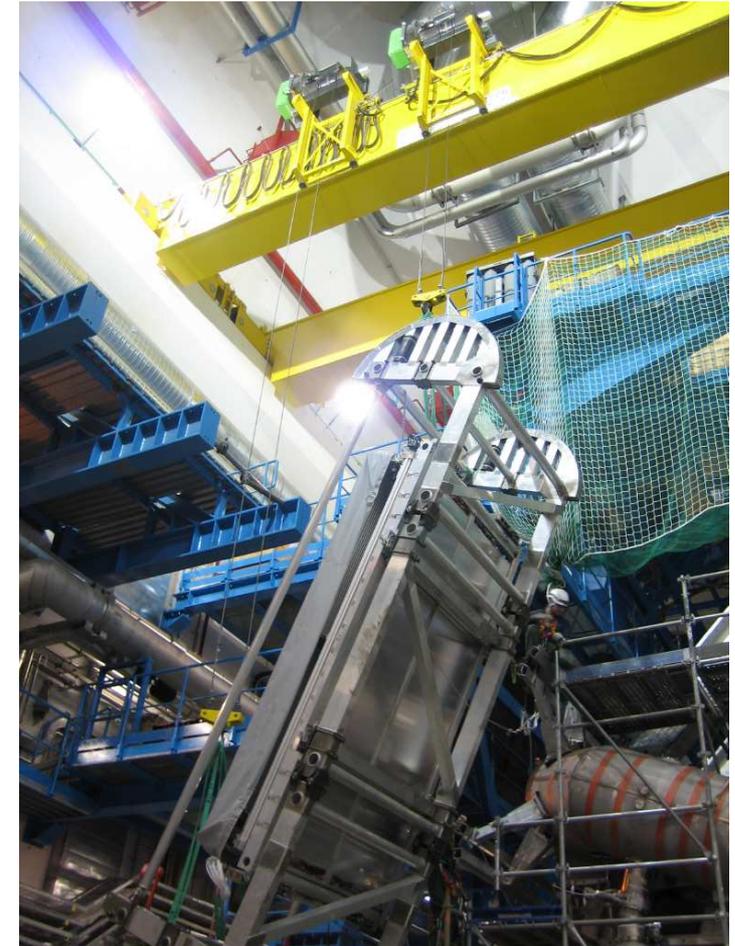
- Tests an der Oberfläche
 - MDT Druck Test
 - MDT Noise Test (ohne HV)
 - MDT Pulser Test (gerisse Drähte)
 - Mechanische Integrität
- Einbau der Myon-Station in Installationsrahmen (CERN)
- Andocken des Installationsrahmens an ATLAS Schienensystem (CERN)
- Einfahren der Myon-Station mit Hilfe von 2 Seilwinden
BOS-Station Gewicht: ca. 1 t (CERN)
- Endpositionierung auf den Schienen (MPI/LMU)
- Anschliessen der Services—Gas, Readout, HV, DCS (MPI/LMU)
- Test der Myon-Stationen in ATLAS (MPI/LMU + RPC)

Installation (2)

In der SX1 Halle



Installation in Sektor 08



Auf dem Weg nach UX15...



Installation (3)

Andocken an ATLAS...



Ausrichten der Kammern



Installierte BOS-Station



Blick auf Sektor 04



Installation (4)



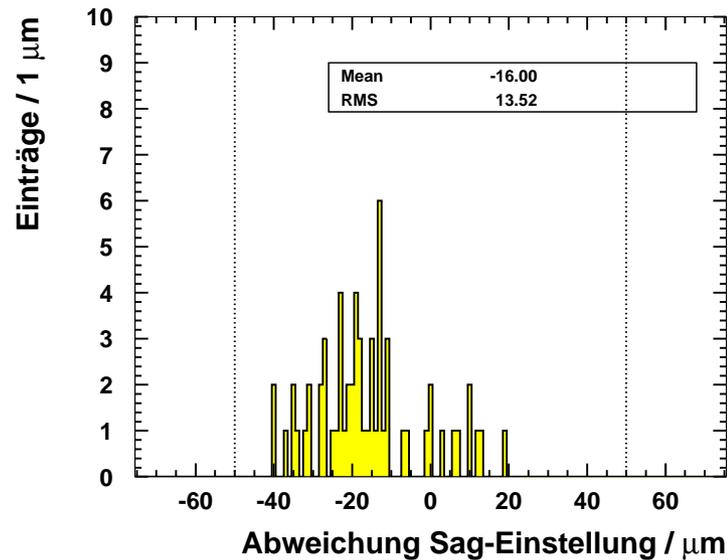
Erste Test der installierten MDT-Kammern

- HV Test (2000V)
 - Gerissene Drähte und Kurzschlüsse in Frontend-Elektronik (✓)
- Lecktest
 - Beschädigung des Gassystems oder der Driftrohre (✓)
- Alignment-Systeme
 - Überprüfung der Sag-Kompensation (✓)
 - Sichtkontakt der Kammer-zu-Kammer-Sensoren (✓)
- Mechanische Integrität der Kammern
 - Alignment-Plattformen (✗)

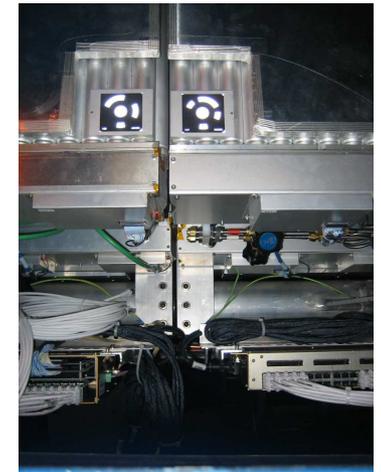
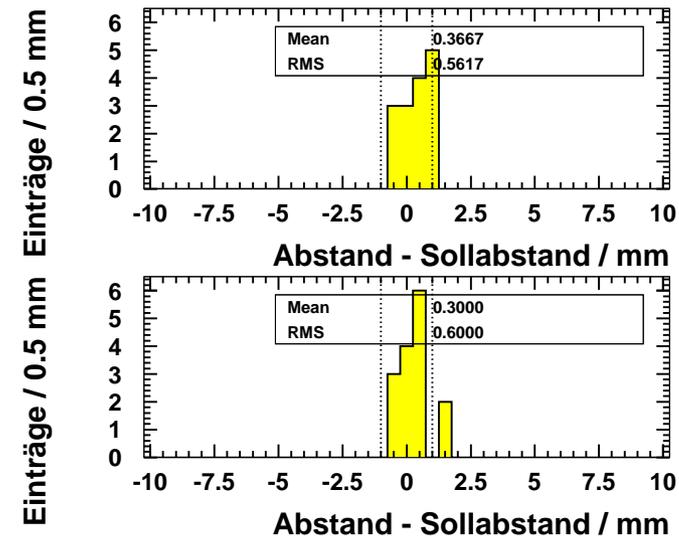


Ergebnisse

Sag-Kompensation



Ausrichtung Myon-Stationen Sollabstand zwischen Stationen: 8mm



**Sag-Kompensation und Ausrichtung in sehr guter
Übereinstimmung mit Sollwerten**



Zusammenfassung



Zusammenfassung

- 88 BOS MDT-Kammer zum CERN transportiert
 - Keine Transportschäden
- 88 BOS MDT-Kammer erfolgreich am CERN getestet
 - Leck-Test
 - HV-Test
 - Noise-Test
 - Cosmic Ray Zertifizierung (vollst. Myon-Station incl. LVL1 Trigger Elx)
- 86 BOS MDT-Kammern integriert und für Einbau bereit
- 44 BOS MDT-Kammern bereits in ATLAS installiert
- 38 BOS MDT-Kammern positioniert

Abschluss der BOS Installation: voraus. April 2006

Ein Teil des Münchner MDT Teams am CERN



Vielen Dank an alle, die beim Bau, Test, Integration und Installation der MDT-Kammern geholfen haben, insbesondere

S. Leber, P. Bauer, B. Erdmann, P. Klemm, M. Lippert, M. Lorch, D. Müldner, U. Schorer, R. Sedlmeyer, I. Thiel, A. Varga, H. Wetteskind, A. Wimmer, S. Witt und J. Zimmer, und an unsere Kollegen der RPC-Gruppen, aus Freiburg, Saclay und vom CERN