

Einführung in die moderne Teilchenphysik

Dr. Stefan Schael
Max-Planck Institut für Physik
Werner Heisenberg Institut
Föhringer Ring 6
D-80805 München

1. Das Standardmodell der Teilchenphysik
2. Teilchenbeschleuniger & Teilchendetektoren
3. Erhaltungssätze und Symmetrien
4. Die elektroschwache Wechselwirkung I & Neutrinos
5. Neutrinos & Die elektroschwache Wechselwirkung II
6. Die elektroschwache Wechselwirkung III
7. B-Physik I & die Entdeckung des Top Quark
8. B-Physik II & CP Verletzung
9. Das ATLAS Experiment
10. Grenzen des Standardmodells

Literatur:

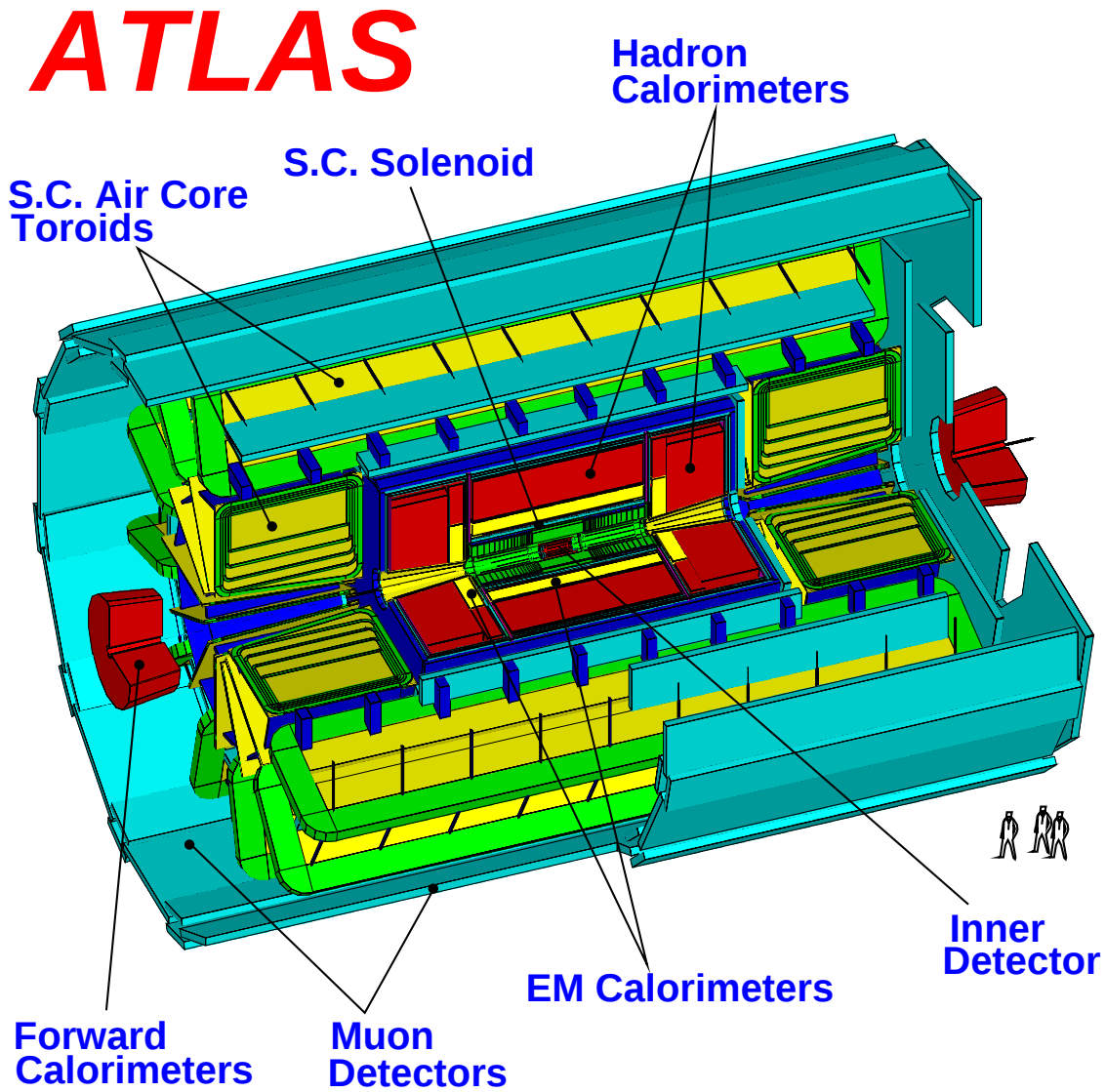
- H. Hilscher, “Elementare Teilchenphysik”, Vieweg,
- E. Lohrmann, “Hochenergiephysik”, Teubner,
- O. Nachtmann, “Elementarteilchenphysik”, Vieweg.

ftp:

[afmp02.mppmu.mpg.de:/pub/stefan/augsburg_ss98/](ftp://afmp02.mppmu.mpg.de:/pub/stefan/augsburg_ss98/)

ATLAS

A Toroidal LHC ApparatuS



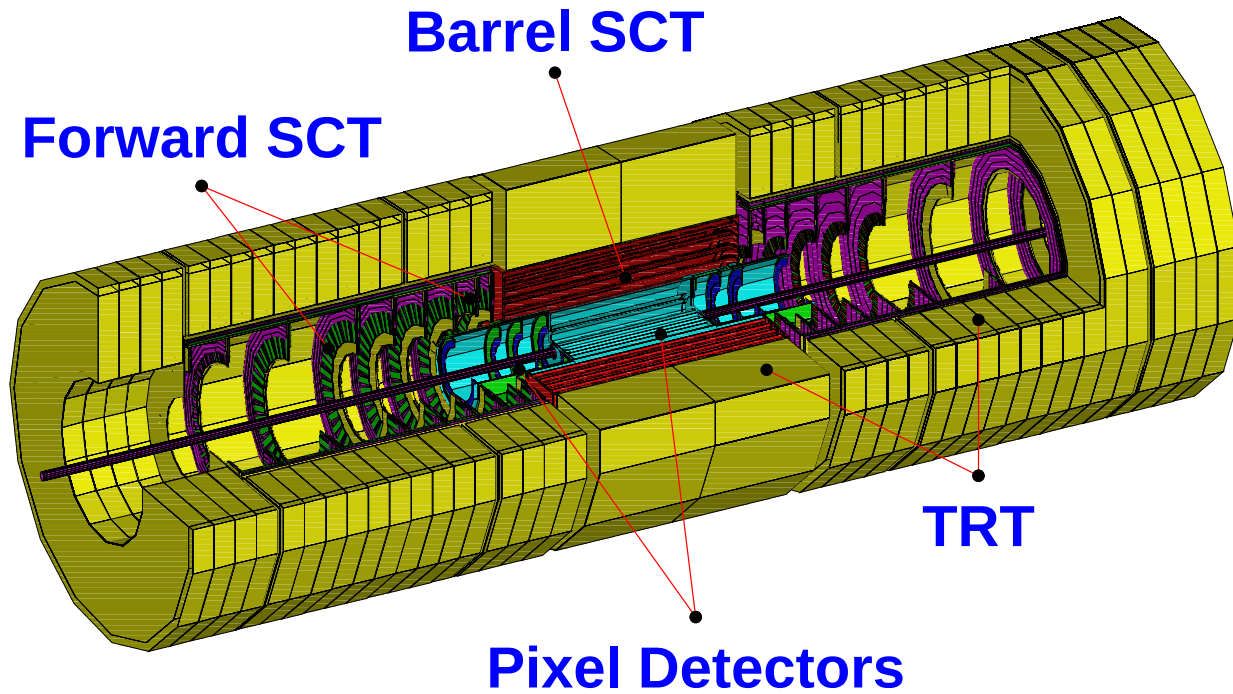
Ein Detektor für pp -Kollisionen bei

$$\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$$

Zahlen

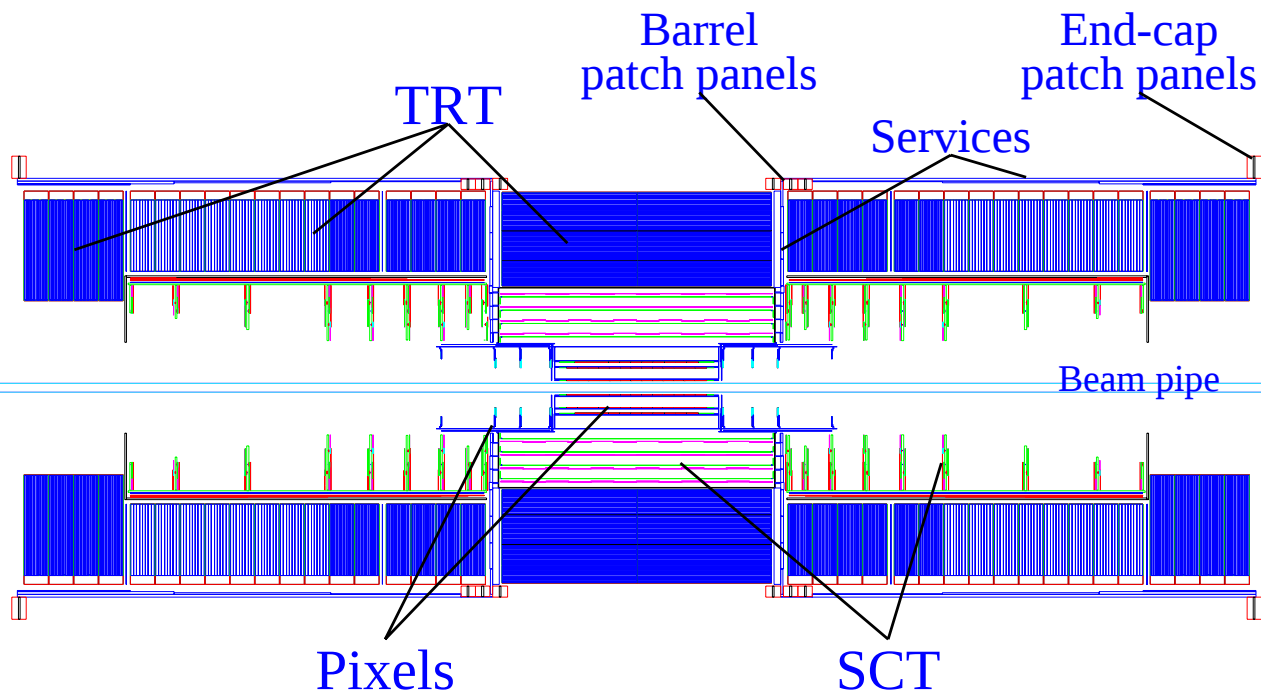
- Die Kosten für das Experiment betragen 500 Millionen SFR.
- Die Kosten für den Beschleuniger betragen ca. 3 Milliarden SFR.
- Die USA beteiligt sich mit ca. 500 Millionen Dollar an den Kosten.
- An den beiden Experimenten sind jeweils ca. 1500 Physiker beteiligt.
- Von der Planung der Experimente bis zu den ersten Daten werden 20 Jahre vergangen sein. Die Experimente sollen für etwa 10 Jahre Daten nehmen.
- Die Softwareentwicklung wird etwa 1000 Mann-Jahre erfordern.
- Es wird alle 20 ns (10^{-9} s) zu einer pp -Kollision im Detektor kommen. In dieser Zeitspanne können die entstandenen Teilchen noch nicht einmal den Detektor durchfliegen.
- Bei jeder pp -Kollision kommt es zu ca. 25 Wechselwirkungen
- Nur eine von ca. 10^{13} Wechselwirkungen wird interessante Physik, wie einen Higgs Zerfall enthalten
- Um die Datenmenge zu reduzieren müssen mehr als 3000 Gbits pro Sekunde ausgewertet werden, um die interessantesten Ereignisse auf Magnetband sichern zu können.
- Die Datenmenge die pro Jahr anfällt beträgt 1 Pbyte (10^6 Gbyte).

MPI Aktivitäten: Inner detector

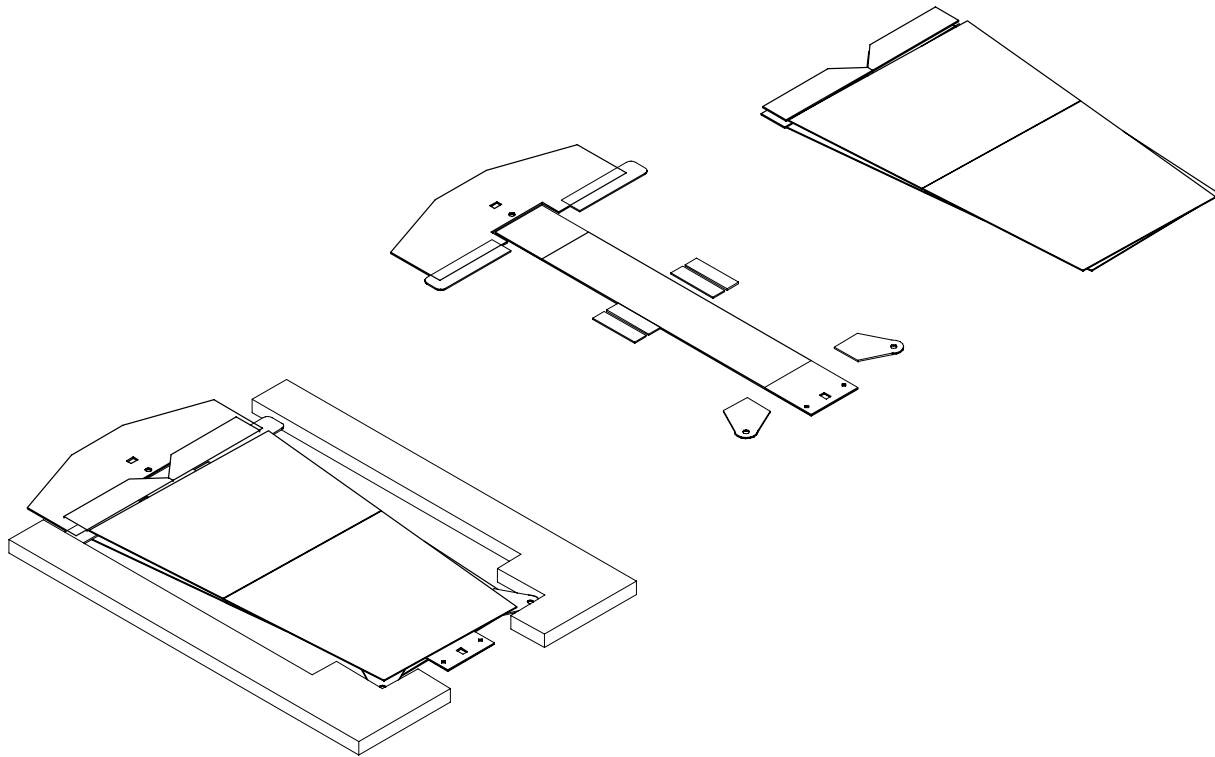


Forwärts SCT:

Produktion von 600/40000 Modulen mit jeweils 4 SI-Detektoren/Modul.



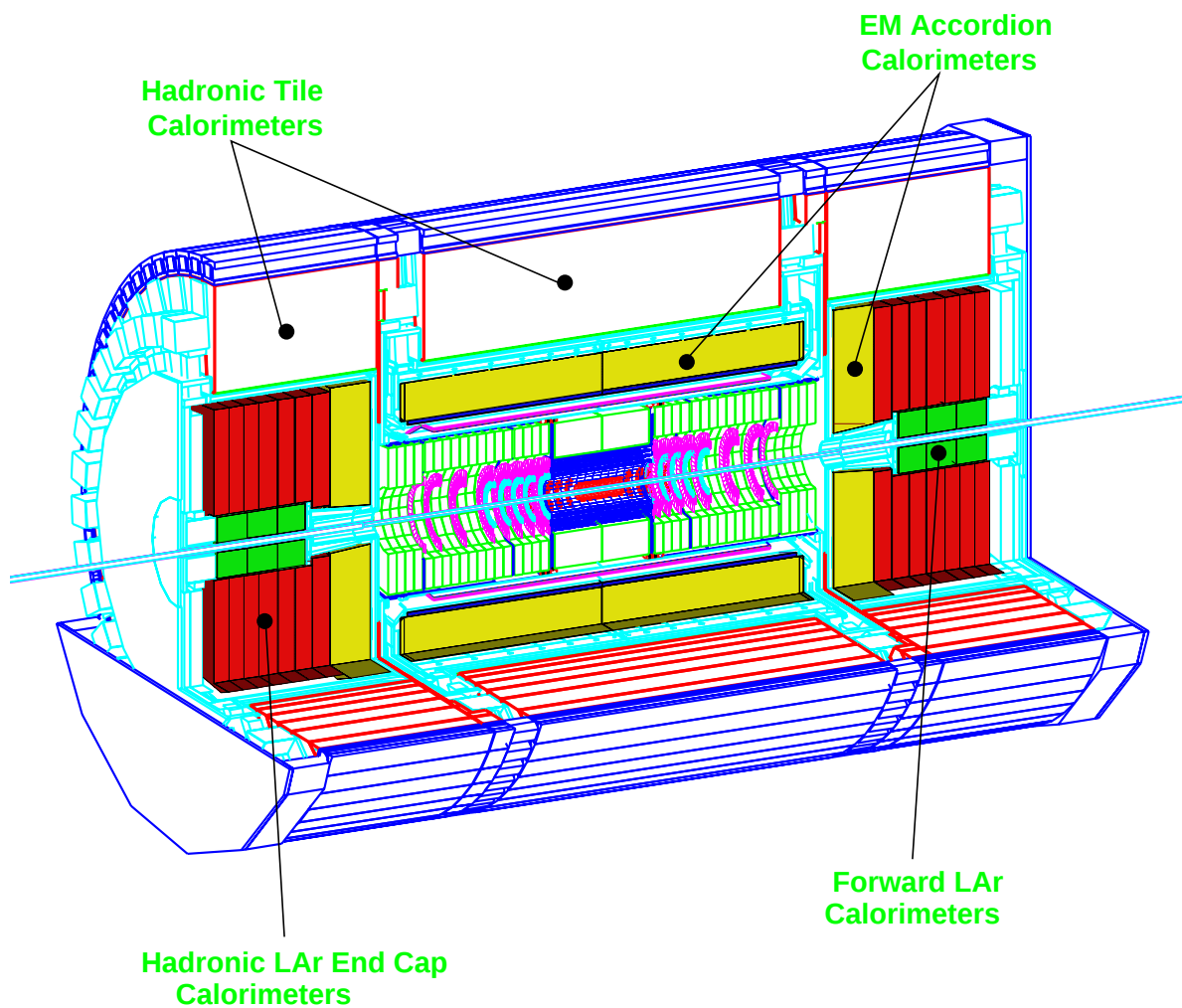
- Entwicklung der Si-Detektoren im MPI eigenen Halbleiterlabor.
- Module Design & Prototypen-Entwicklung und Tests
- Vorbereitung der Serienproduktion

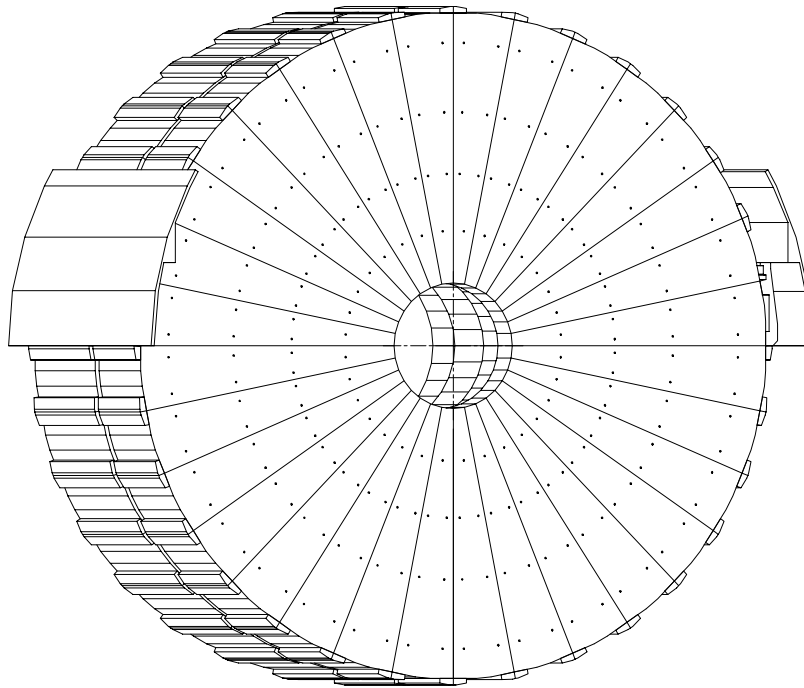


- Positionsgenauigkeit $5 \mu m$
- Winkelgenauigkeit $40 \mu rad$
- Probleme die Detektowärme abzuführen müssen gelöst werden.

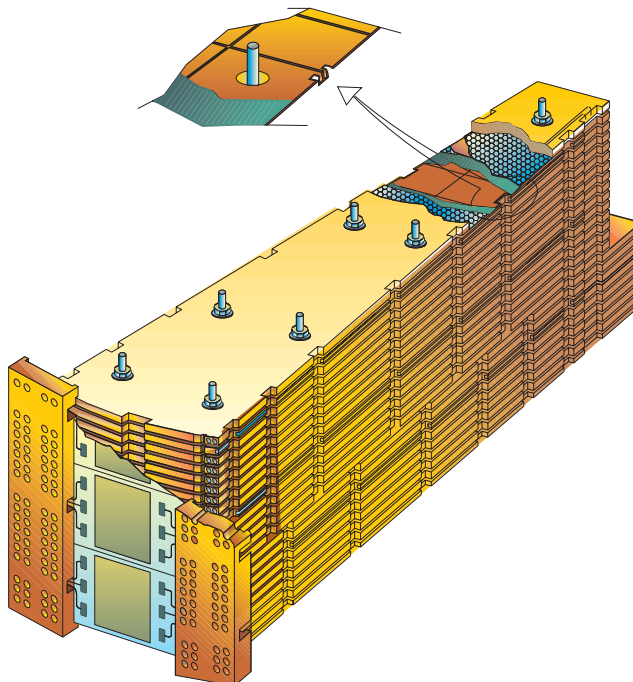
MPI Aktivitäten: Hadronic Endcap Calorimeter

ATLAS Calorimetry (Geant)



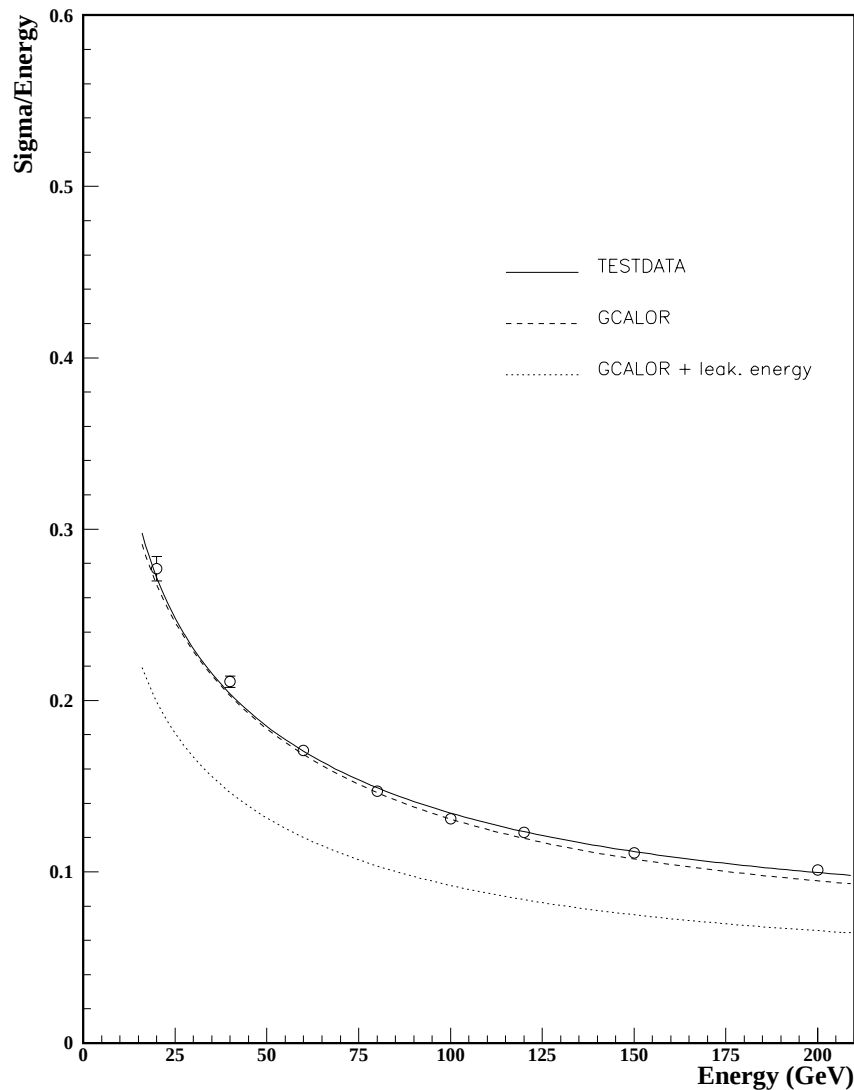


MPI: Baut 32 von 128 Module und fertigt 1 von 4 Rädern verantwortlich für die gesamte Readout-Elektronik, in GaAs-Technologie.



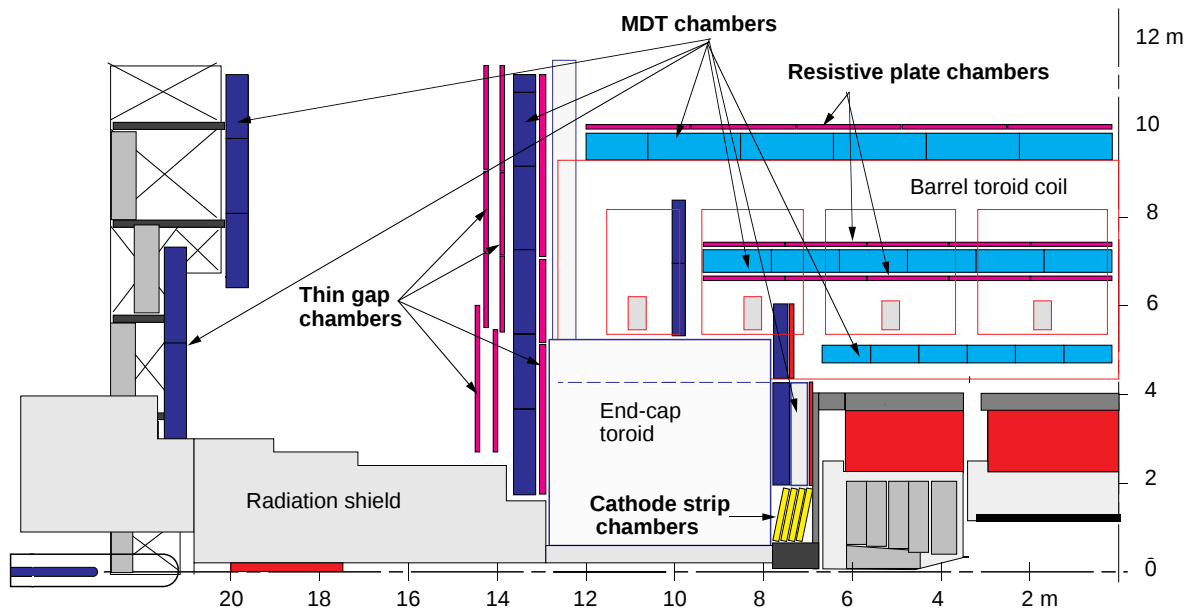
- Module 0 produziert und 1997/98 getestet

- Resultate aus dem Pion-Teststrahl

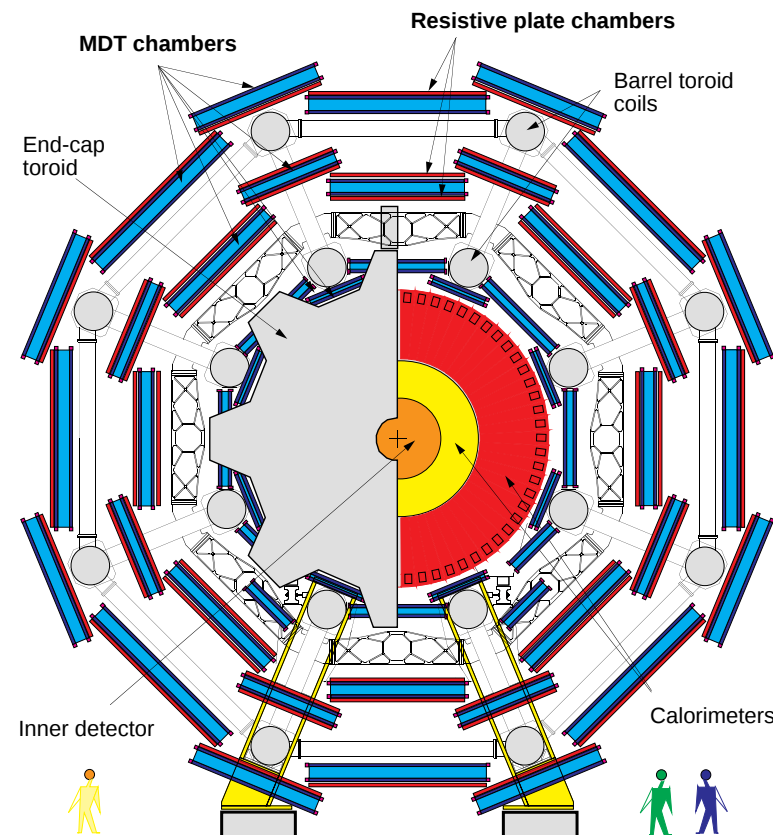


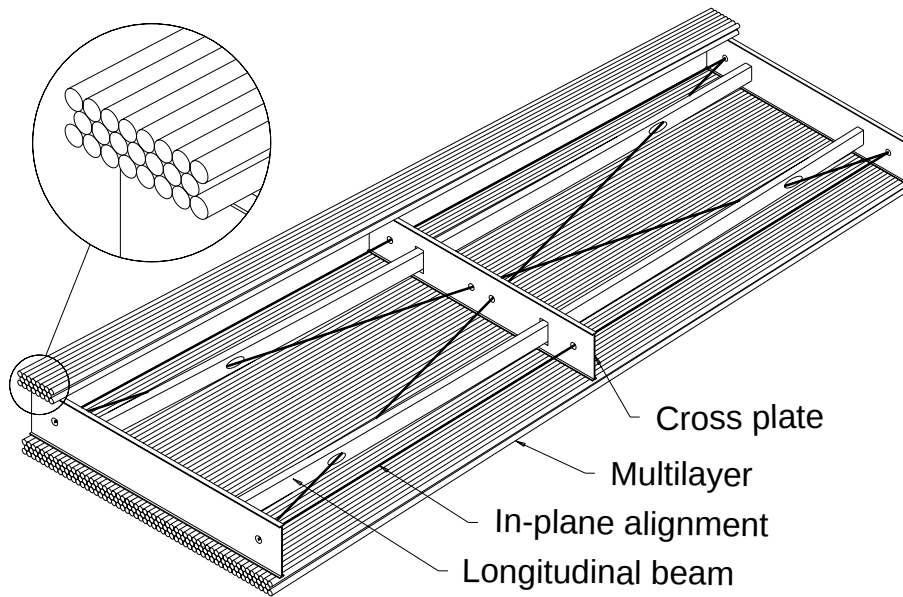
- $\frac{\sigma E}{E} = \frac{90\%}{\sqrt{E}} \oplus 6\%$
- $\frac{\sigma E}{E} = \frac{72\%}{\sqrt{E}} \oplus 3\%$ (leak corr.)
- Erwartete Energieauflösung für Jets: $\frac{\sigma E}{E} = \frac{50\%}{\sqrt{E}} \oplus 3\%$

MPI Aktivitäten: Muon Spektrometer

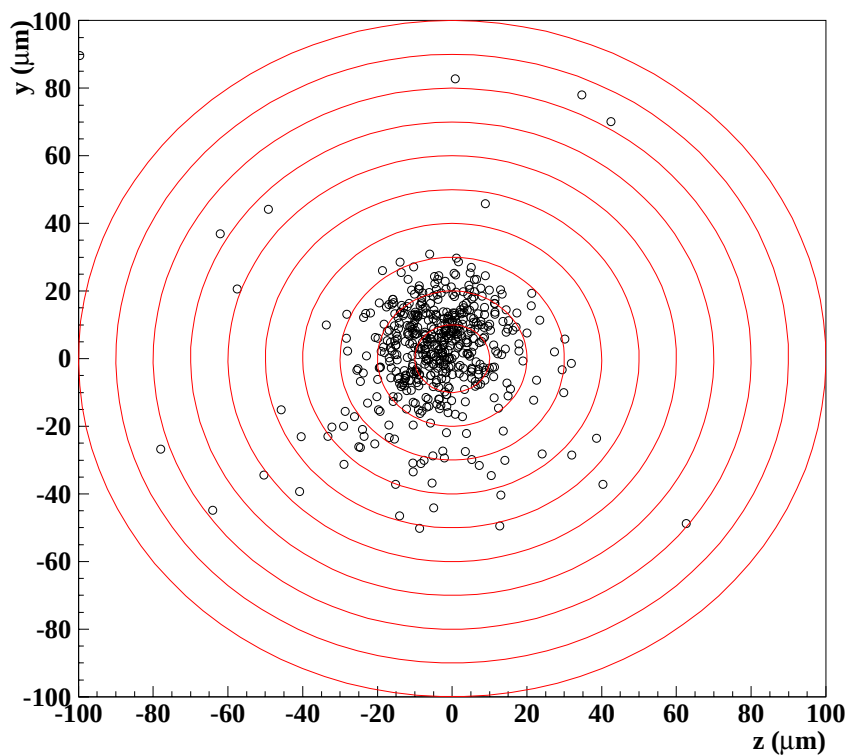


MPI: baut 88 von 1240 Kammern
R&D für das Alignmentsystem

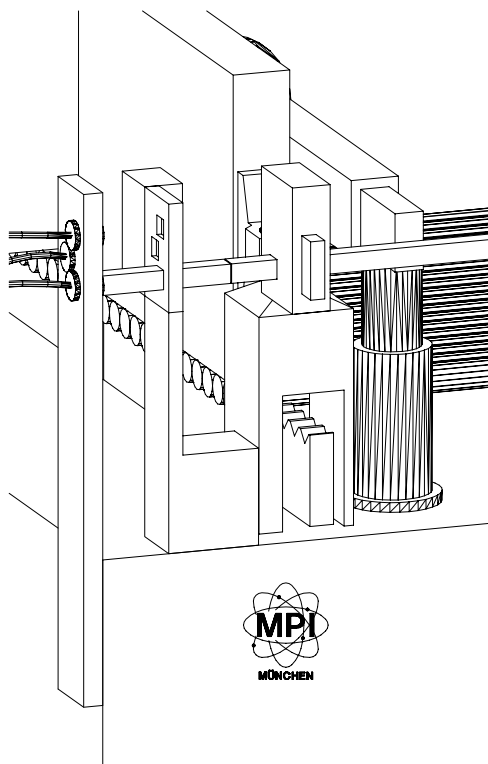
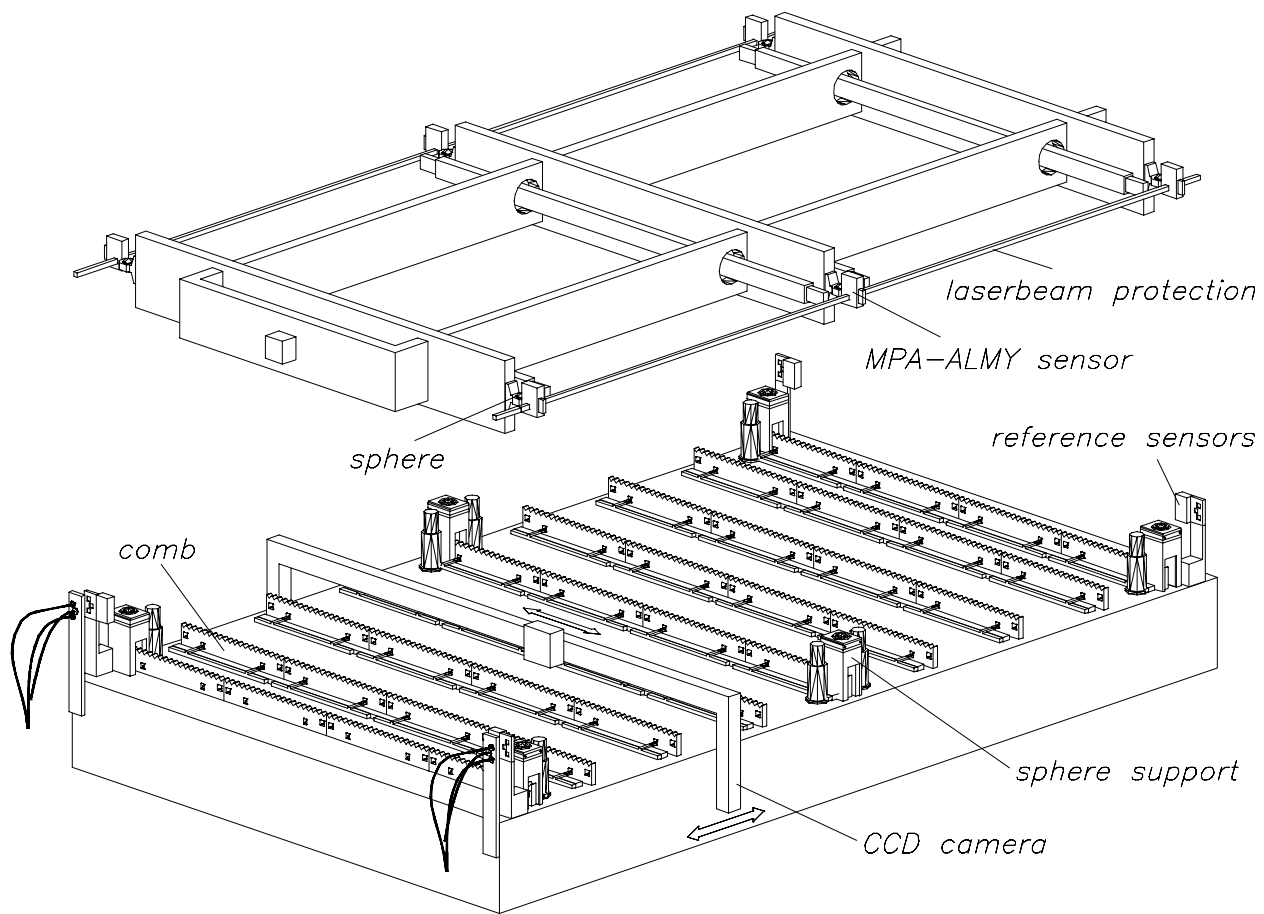


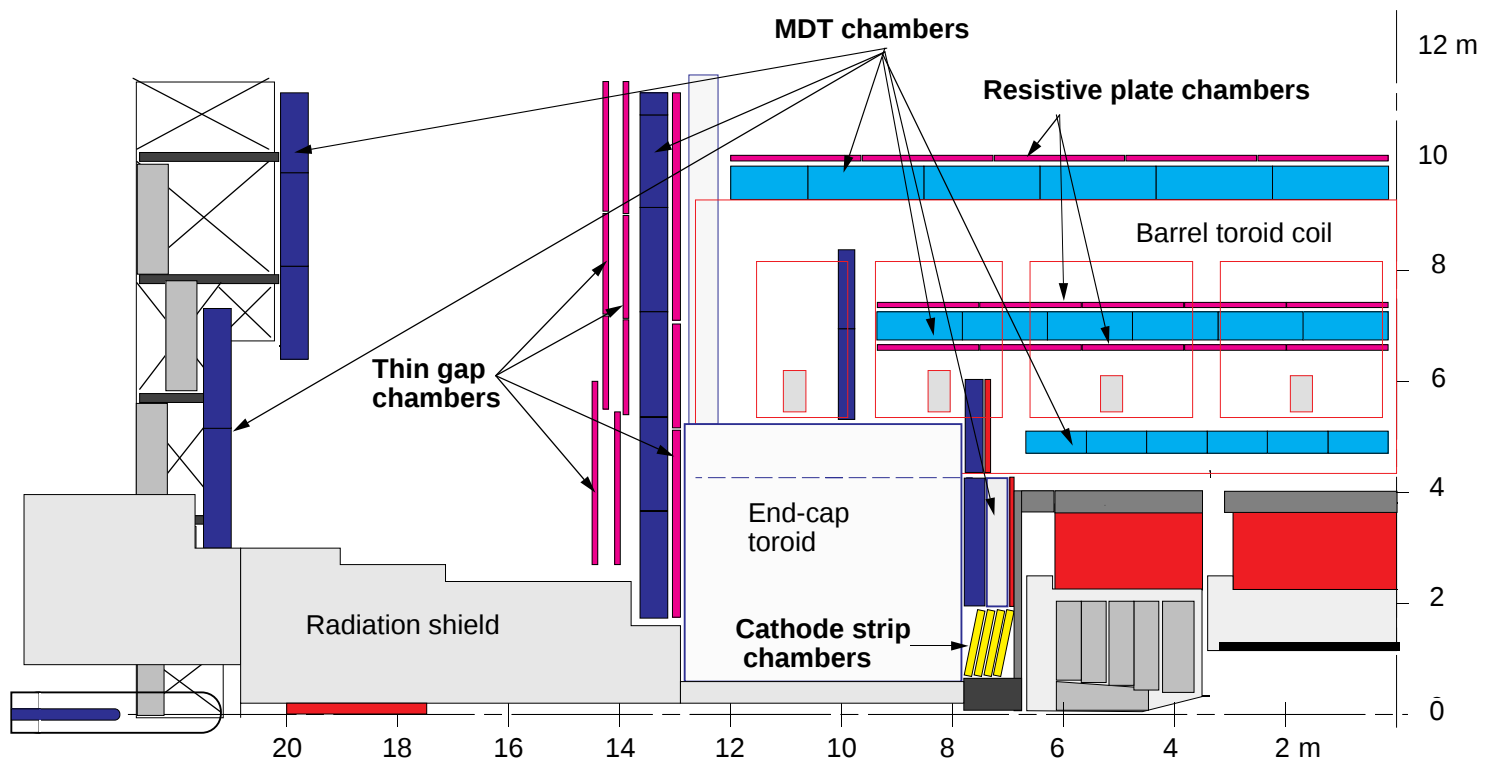


- Produktion von 450 Röhren am MPI für einen Prototypen
- Qualitätskontrolle an der LMU-München

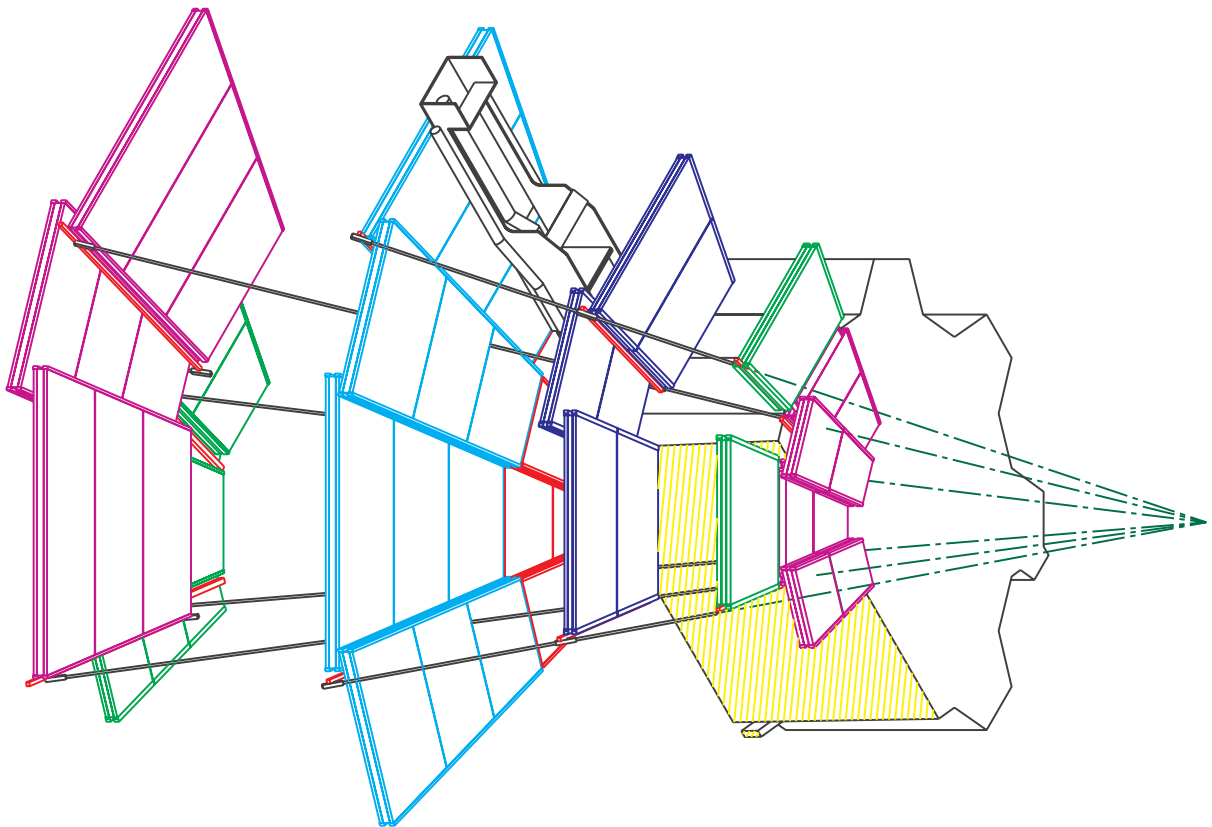


- $\sigma_y = \sigma_z = 10 \text{ }\mu\text{m}$
- Nur 8 Röhren waren nicht O.K.



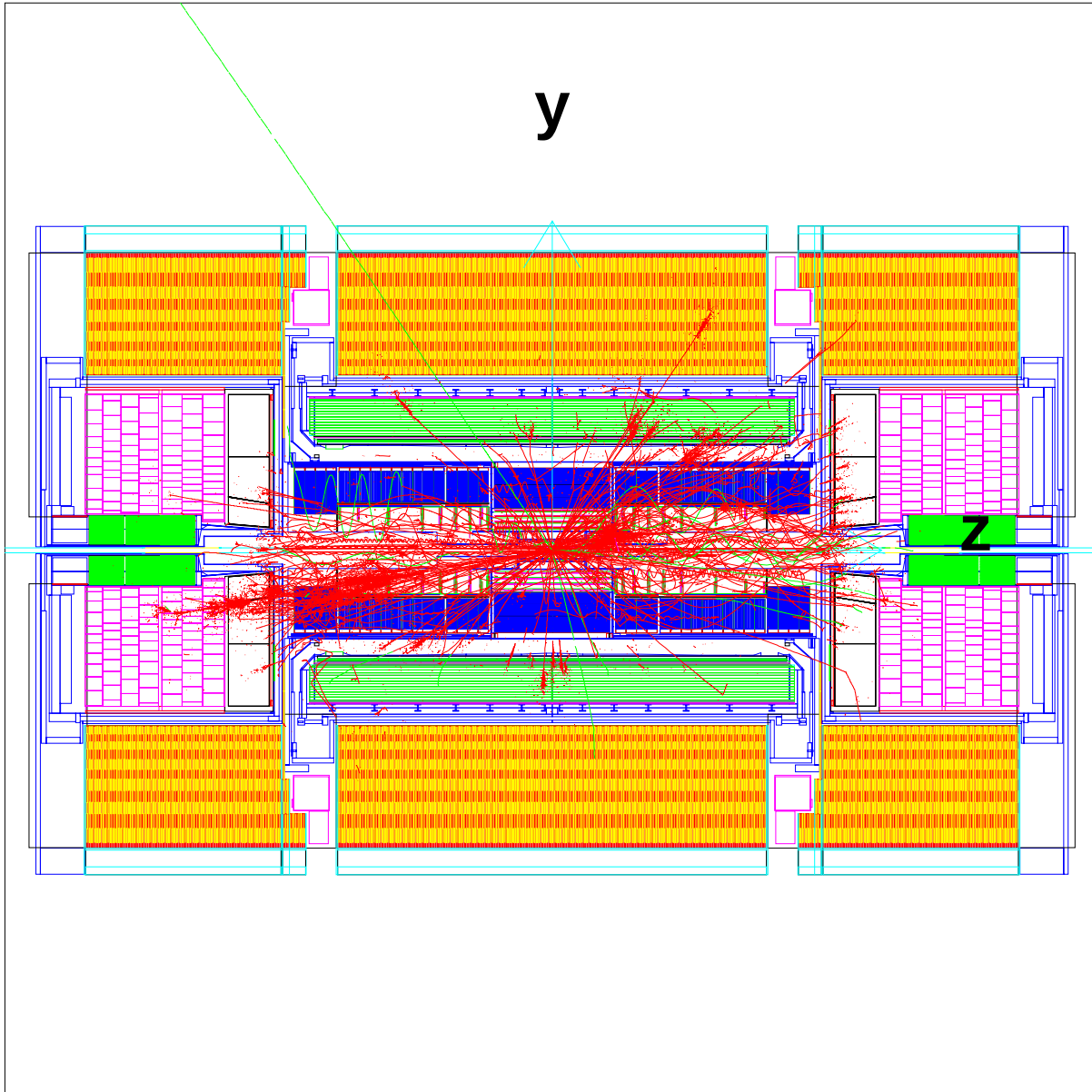


● MPI: R&D für das Endcap-Alignment.



MPI Aktivitäten: Physik Simulation

- ATLAS Software ist im Institut installiert worden
- Beste Leistung/DM auf LINUX PC's



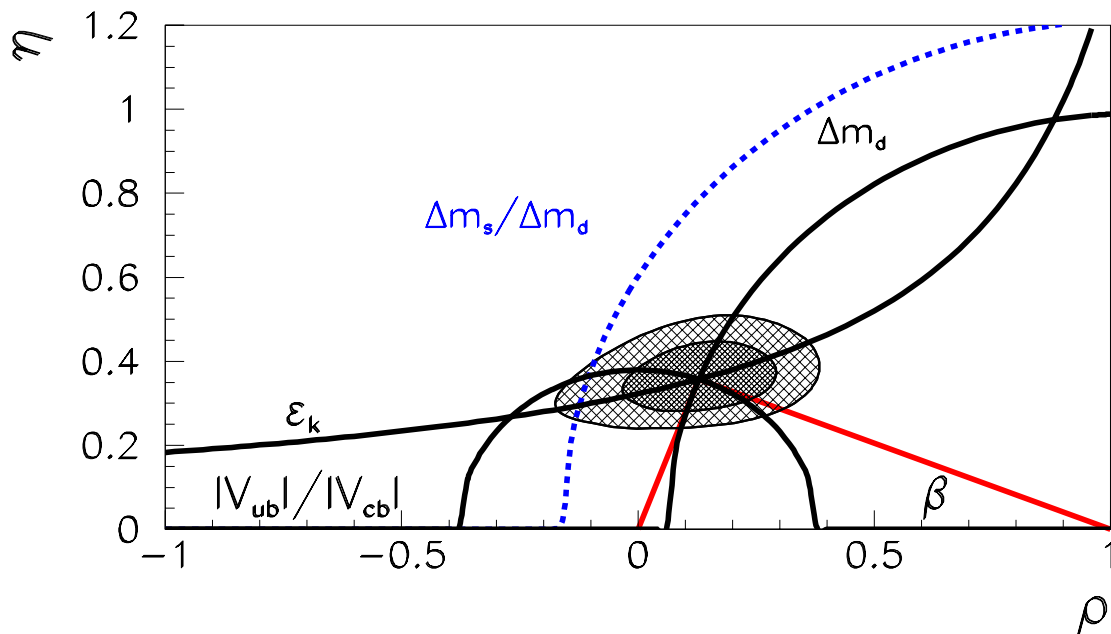
- Für ein $t\bar{t}$ Ereignis brauchen wir 20 min/CPU
- Pro PC (5000 DM) bekommen wir 5000 $t\bar{t}$ Ereignisse/Monat
- Wir werden ein PC-Farm am Institut aufbauen.

Top Physik

- Messung von m_{top} : $\Delta m_{top} \approx 2 \text{ GeV}$ mit dem Zerfall $t\bar{t} \rightarrow (l\nu b)(j\bar{j}b)$
- Messung des Top-Produktionswirkungsquerschnittes
- Suche nach Top-Zerfällen: $t \rightarrow Wb$, $t \rightarrow Ws$, $t \rightarrow bH^+$, $H^+ \rightarrow \tau\nu_\tau$

Bottom Physik

- Wir werden $J/\Psi \rightarrow \mu^+\mu^-$ und $Z \rightarrow \mu^+\mu^-$ Zerfälle benutzen um die Muon-Kammern zu kalibrieren.



- 1998: $\sin(2\beta) = 0.67 \pm 0.11$
- ATLAS: $B_d^0 \rightarrow J/\Psi K_s^0$, erwartete Genauigkeit $\Delta \sin(2\beta) = 0.02$
- Seltene Zerfälle: $BR(B_d^0 \rightarrow \mu^+\mu^-) = 10^{-10}$ and $BR(B_s^0 \rightarrow \mu^+\mu^-) = 10^{-9}$.

Higgs Physik

