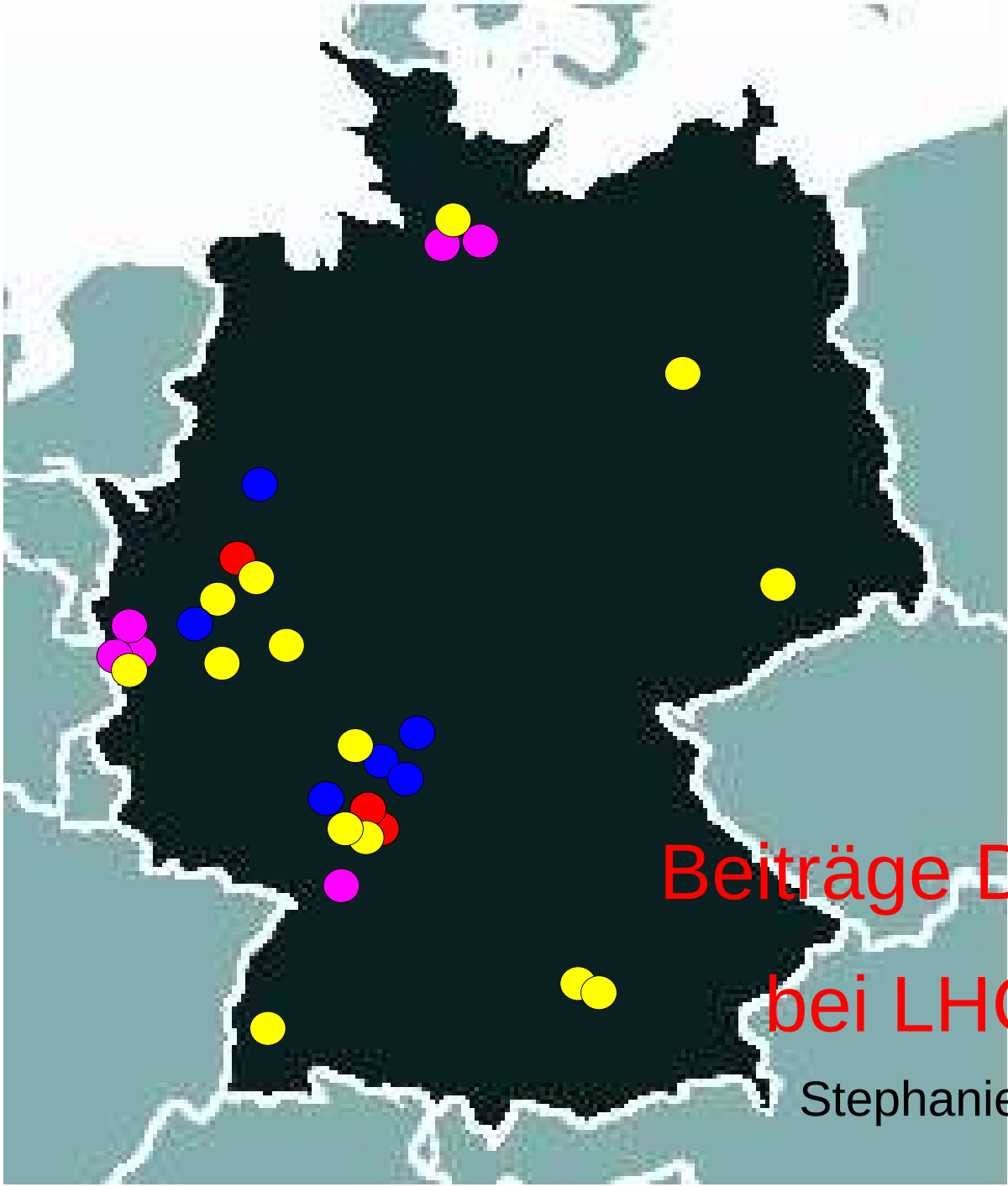


Beiträge Deutscher Gruppen bei LHC Experimenten

Stephanie Hansmann-Menzemer

Deutsche Beteiligung

- 21 Gruppen an Universitäten
- 5 Gruppen an Forschungseinrichtungen:
  Max-Planck-Institute, GSI, DESY
- 220 Wissenschaftler & 150 Doktoranden

Finanzierung durch:

- Länder (Universitätsstellen)
- 3 Forschungsschwerpunkte der BMBF-Verbundsforschung:

BMBF-Forschungsschwerpunkt
ATLAS Experiment
Physics on the TeV-scale at the Large Hadron Collider
FSP 101
ATLAS

BMBF-Forschungsschwerpunkt
"Elementarteilchenphysik mit dem CMS-Experiment"
Physik an der TeV-Skala mit dem Large Hadron Collider
Compact Muon Solenoid
CMS Germany
FSP102

BMBF-Forschungsschwerpunkt
ALICE
Physics on the TeV-scale at the Large Hadron Collider
FSP 201
ALICE

- DFG Graduiertenkollege, Emmy-Noether Gruppen

Deutsche Forschungsgemeinschaft
DFG

- seit kurzem Helmholtz-Allianz: Physik an der Teraskala

Deutsche Beteiligung

- 21 Gruppen an Universitäten
- 5 Gruppen an Forschungseinrichtungen:
  Max-Planck-Institute, GSI, DESY
- 220 Wissenschaftler & 150 Doktoranden

Finanzierung durch:

- Länder (Universitätsstellen)
- 3 Forschungsschwerp[illegible]ndsforschung:

62 Millionen Euro und 2000 Mann-Jahre in gut 10 Jahren

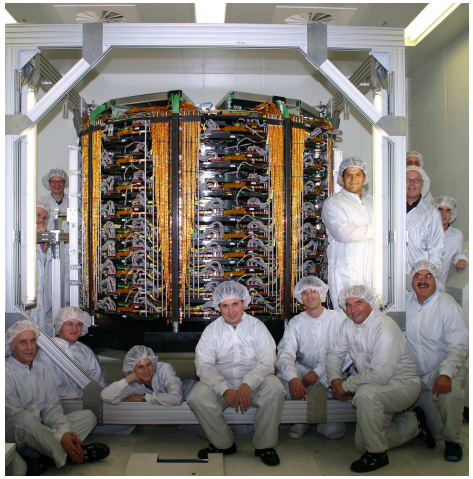
LHC ist Schwerpunkt der deutschen Kern- & Teilchenphysik

[illegible]ertenkollege, Emmy-Noether Gruppen

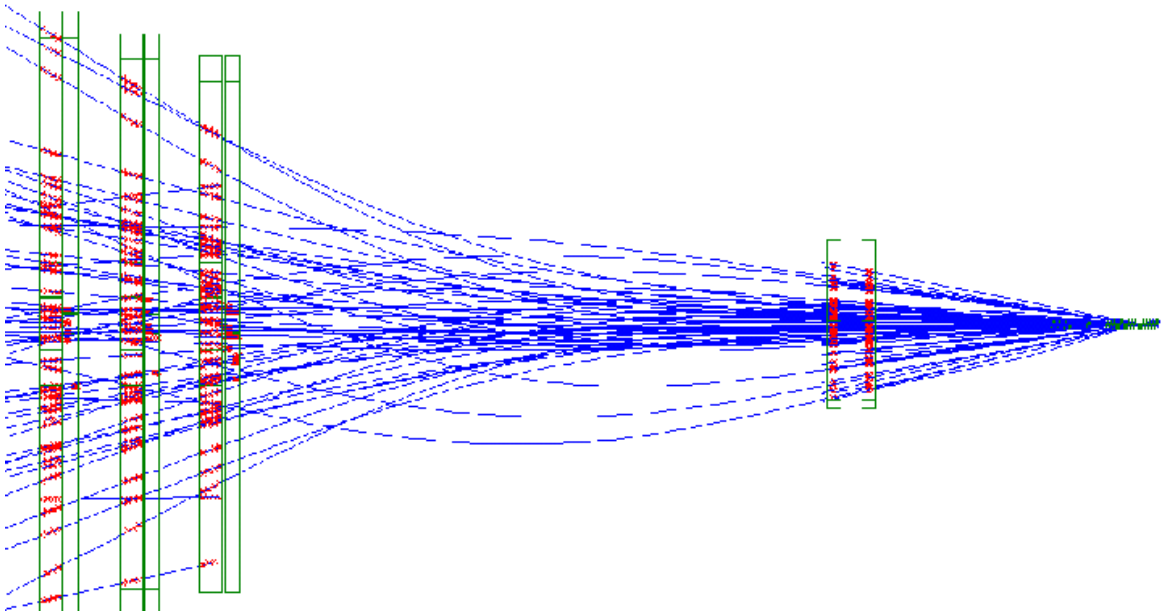
Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG

- [illegible]kurzem Helmholtz-Allianz: Physik an der Teraskala

Deutsche Beiträge



- Entwicklung, Produktion und Test von Detektorkomponenten und Ausleseelektronik
- Computing
  CPU-Leistung, Speicherplatz, Entwicklung von GRID-Infrastruktur
- Entwicklung von Rekonstruktions- & Analysesoftware:
  z.B. Spurrekonstruktion, Alignment



Deutsche Gruppen stark an Detektorentwicklung & Bau beteiligt

Silizium−Spurdetektor	RWTH Aachen (Ib+IIb), Hamburg, Karlsruhe
Myon−Spurdetektor	Aachen IIIb
Online Computing	DESY
Zeitprojektionskammer	GSI, PI Heidelberg
Ubergansstrahlungsdetektor	PI Heidelberg, U. Munster
High Level Trigger	KIP Heidelberg
Silizium−Pixel−Detektor	U. Bonn, U. Dortmund, U. Siegen, U. Wuppertal
Magnet−Toroid	U. Bonn, U. Freiburg, U. Mainz,
Flussig−Argon−Kalorimeter	U. Dresden, U. Mainz, MPI Munchen, U. Wuppertal
Myon−Spektrometer	U. Freiburg, LMU+MPI Munchen
Silizium−Streifen−Detektor	U. Freiburg, MPI Munchen
DAQ	U. Mannheim
First Level Trigger	KIP Heidelberg, U. Mainz
High Level Trigger	U. Berlin, U. Mainz, U. Hamburg
L1 Buffer Board	U. Dortmund
Beetle Chip fur Siliziumdetektoren	MPI Heidelberg
Auslesehybride	MPI Heidelberg
Aussere Spurkammer + Readout	PI Heidelberg
Beam−Monitoring	U. Dortmund

Einige Beispiele im Folgenden ...

Hardwareentwicklung

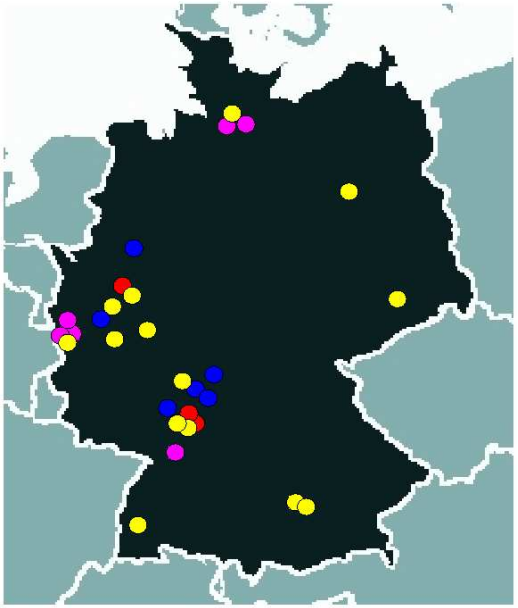
Entwicklung von Detektoren in enger Kooperation mit anderen beteiligten Instituten im In− & Ausland

Bau & Test von Prototypen

→ Auftrag zur Massenproduktion an Industrie

Massentest der produzierten Detektoren

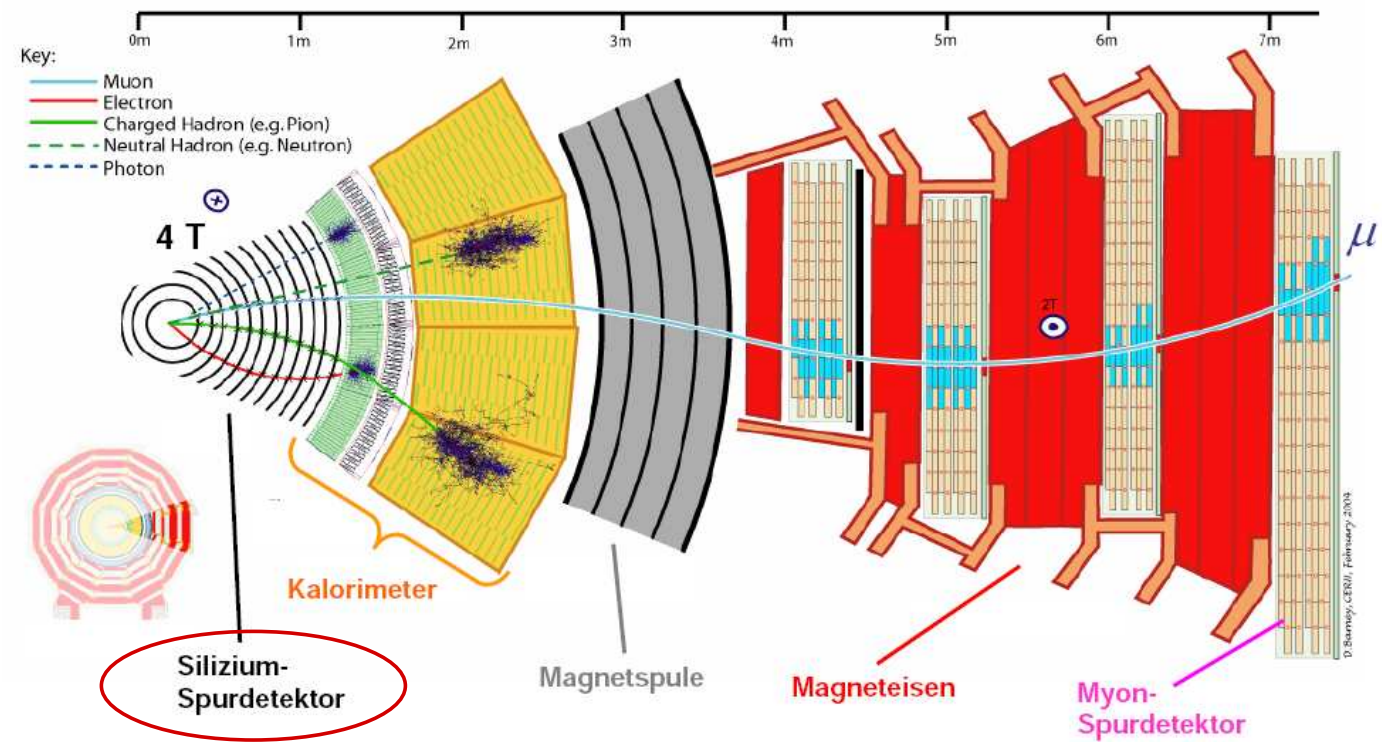
Zusammenbau von Detektorkomponenten



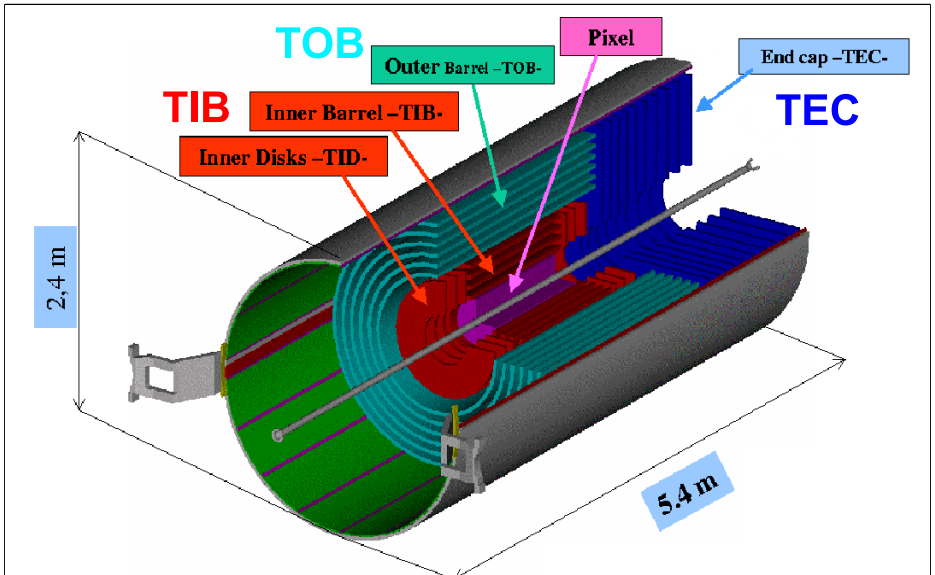
vollst. Zusammenbau

Installation unter Aufsicht von deutschen Experten

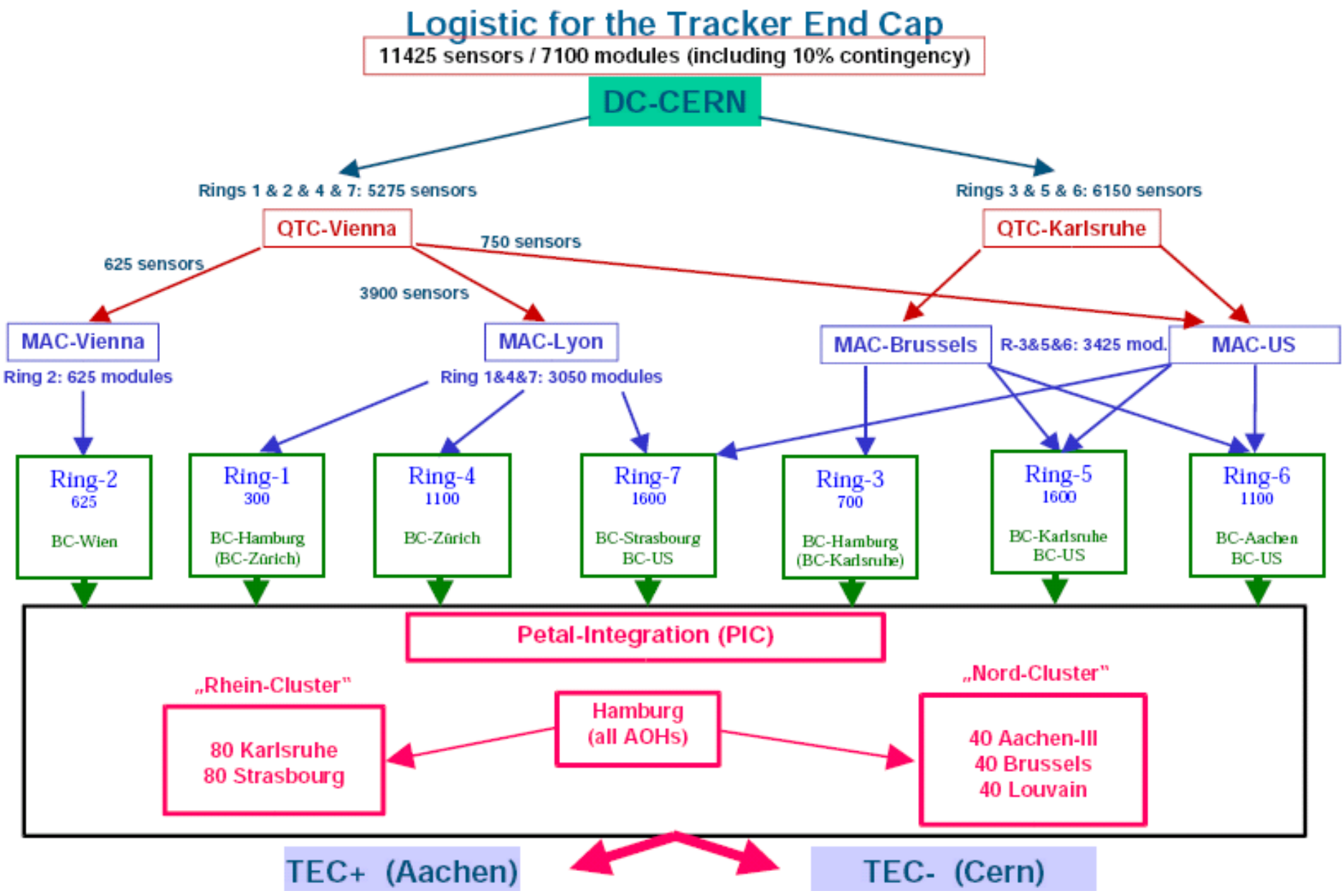
CMS Tracker-Endkappe



Eine Endkappe in Deutschland gebaut = 1/4 Detektorfläche

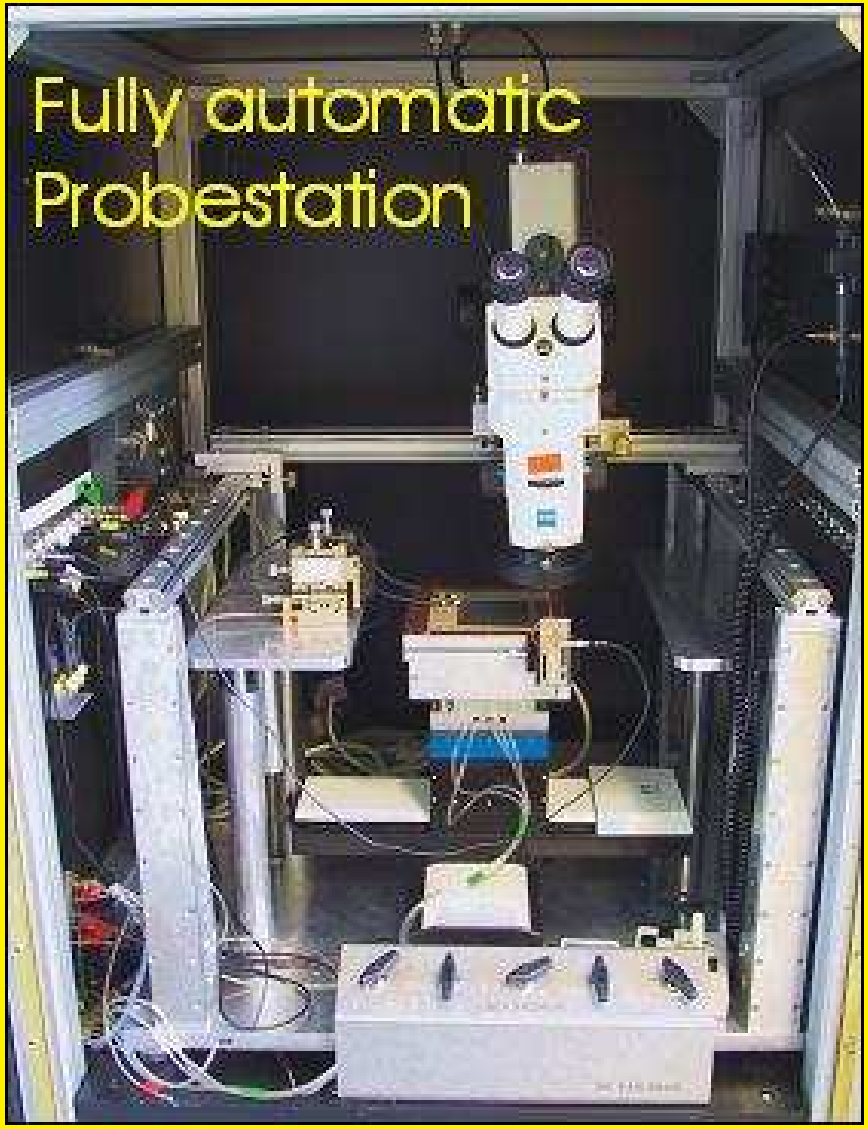


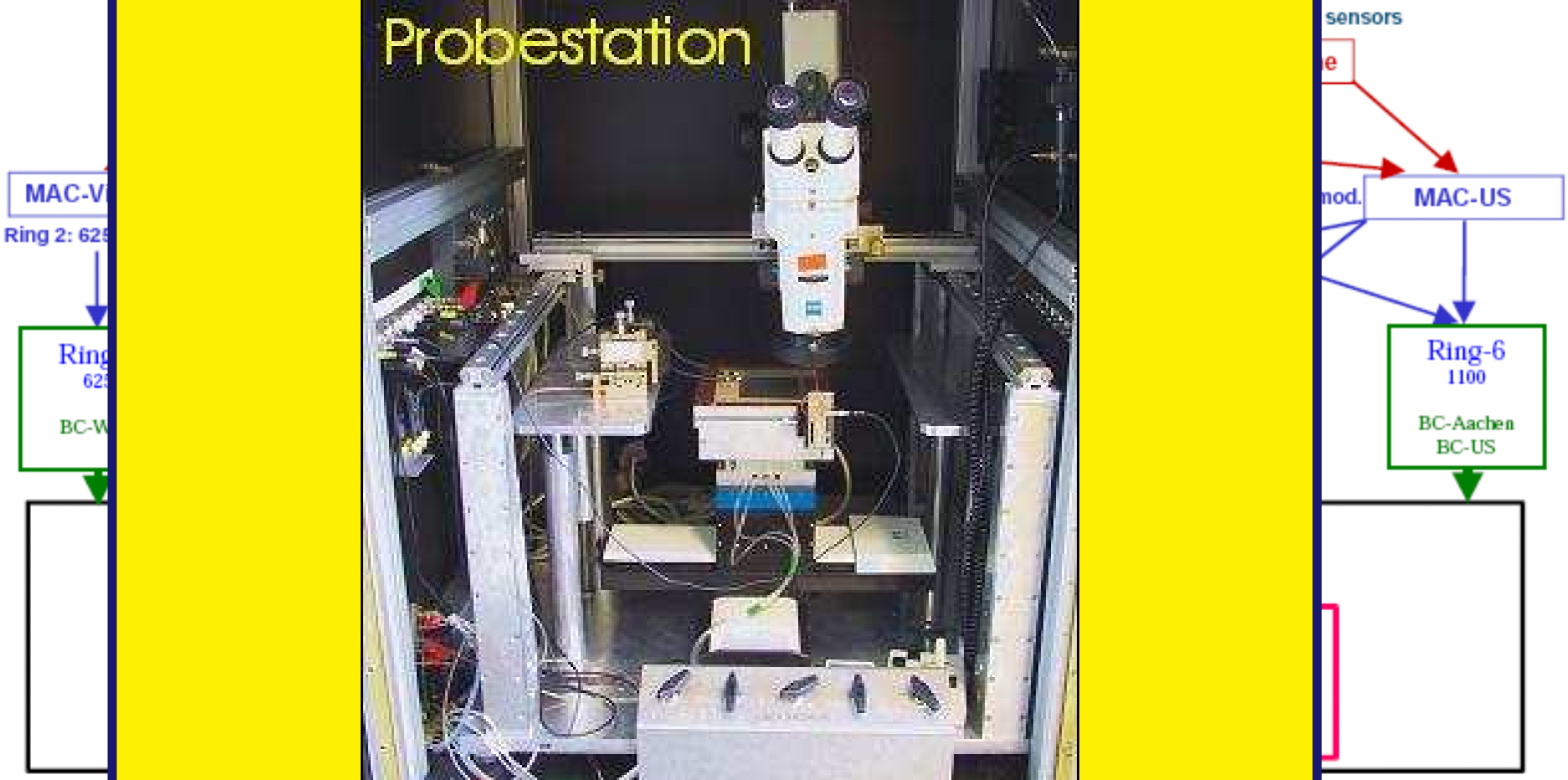
11.500 Sensoren ⟶ 1 Endkappe



11.500 Sensoren ⟶ 1 Endkappe

Qualitätskontrolle: 25% in Karlsruhe getestet





11 500 Sensoren ⟶ 1 Endkappe

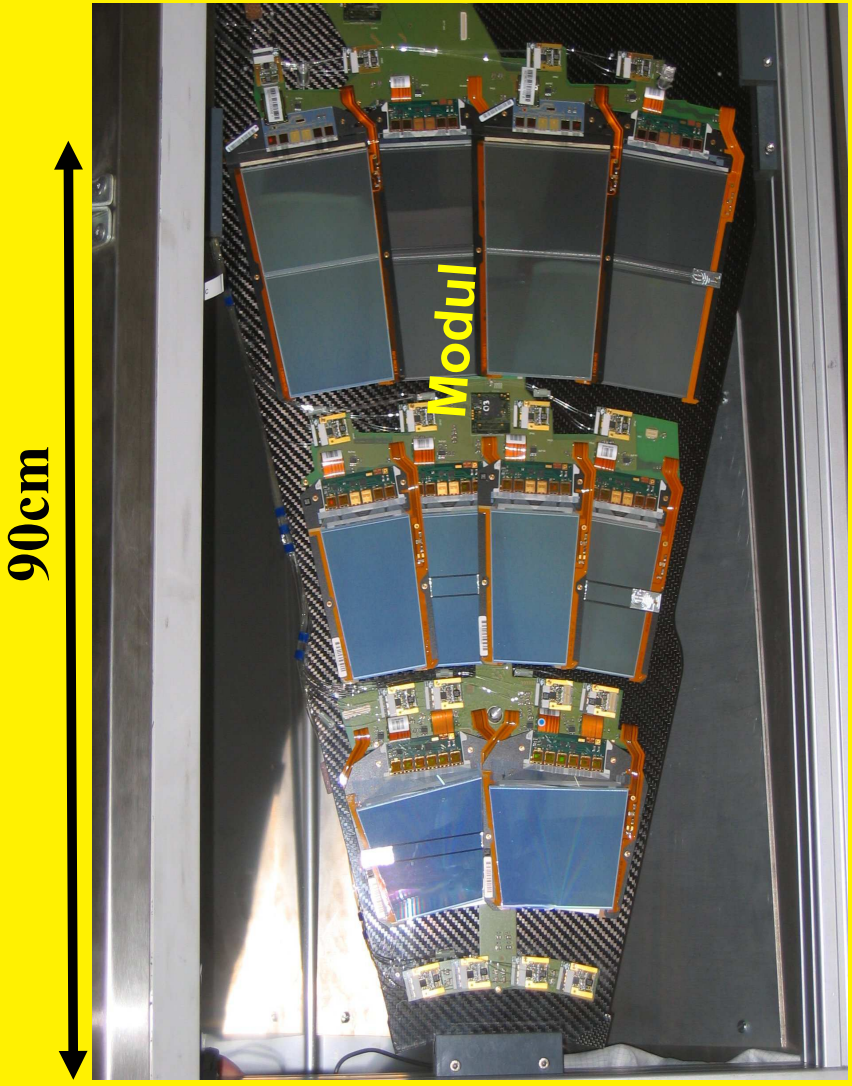
Entwicklung & Installation der Ausleseelektronik

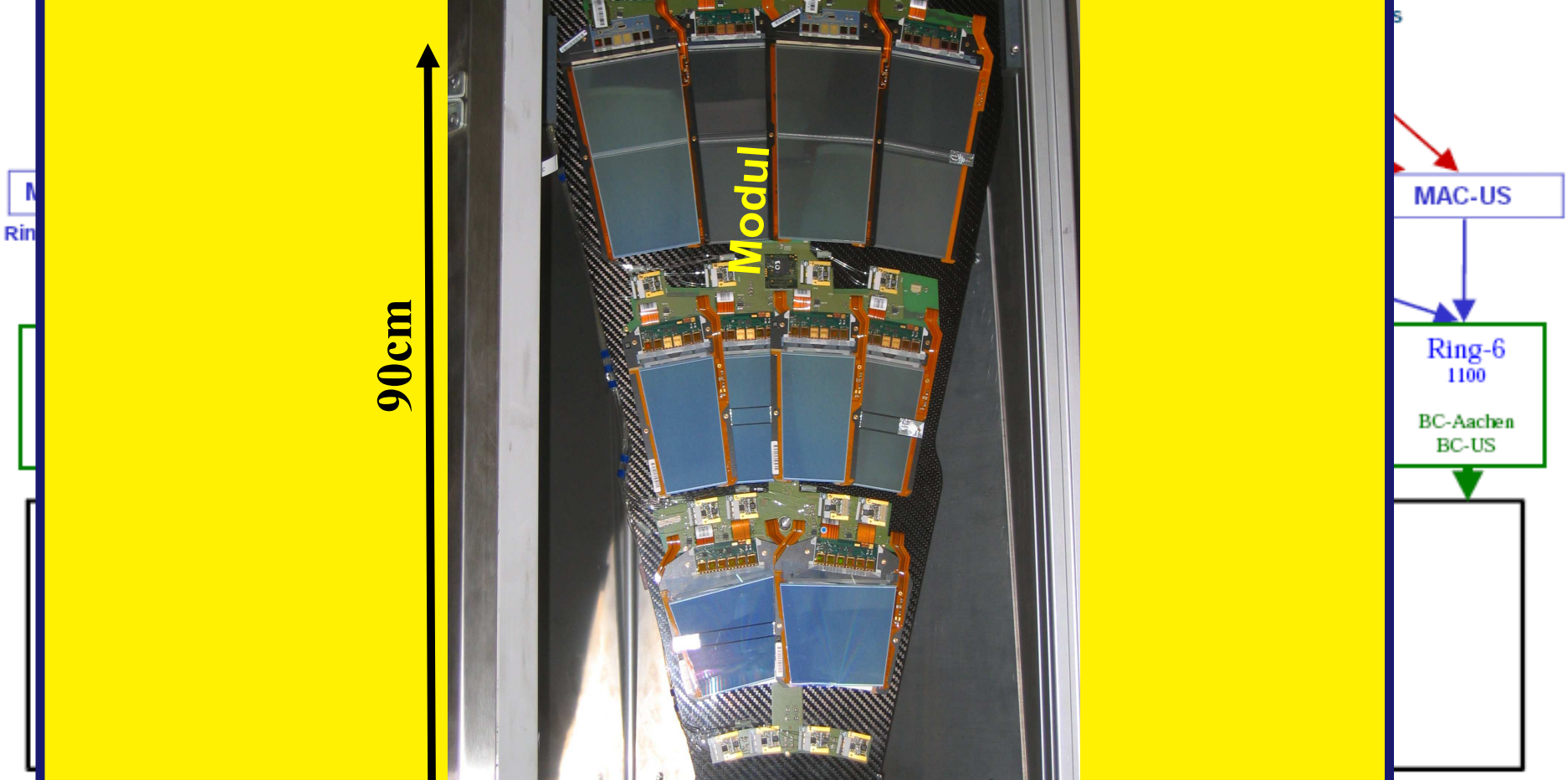
(RWTH Aachen (IIIb), U. Hamburg, U. Karlsruhe)

11.500 Sensoren ⟶ 1 Endkappe

Zusammenbau & Test der Supermodule an

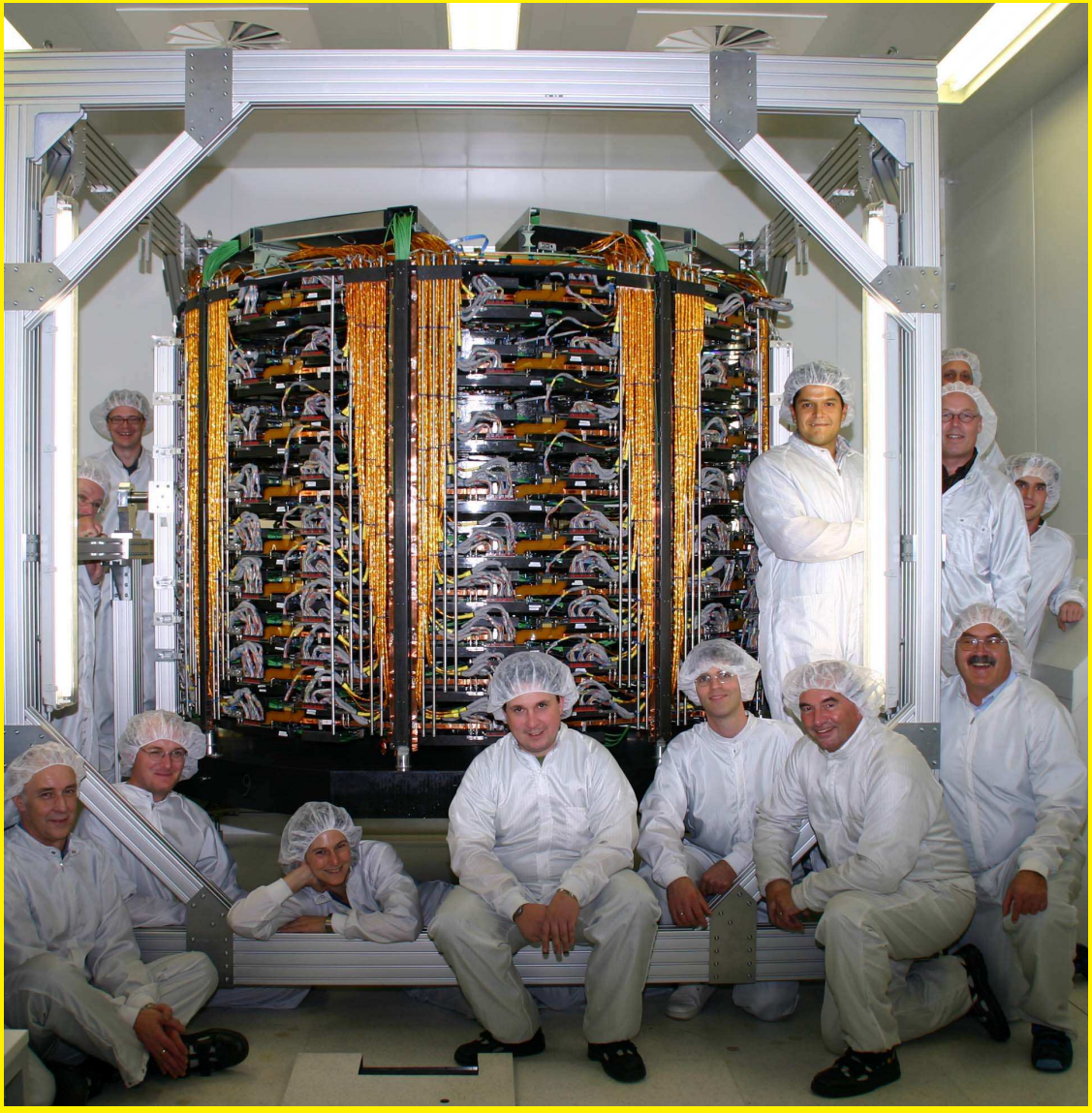
RWTH Aachen (Ib+IIIb) + U. Hamburg + U. Karlsruhe





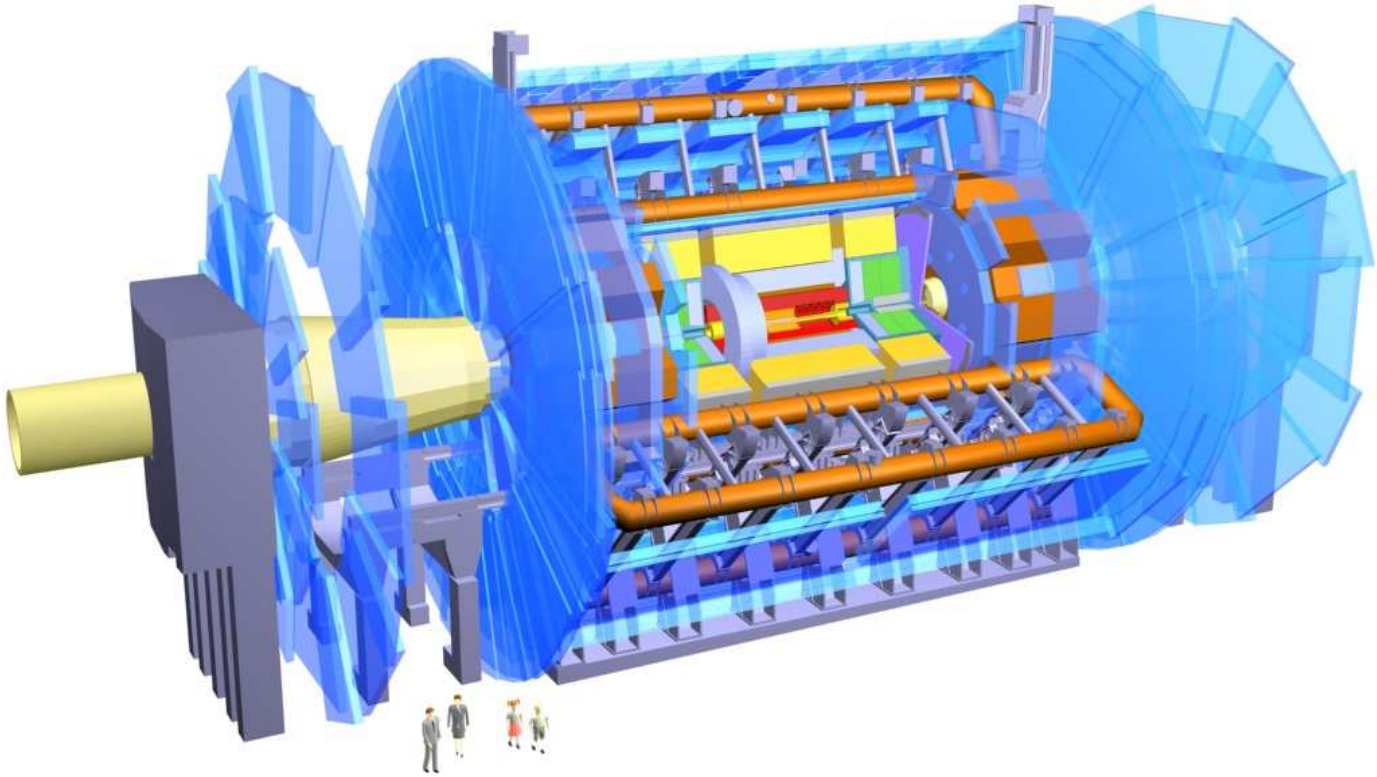
11.500 Sensoren ⟶ 1 Endkappe

Endkappe mit 133 Supermodulen (RWTH Aachen (Ib))



Atlas-Detektor

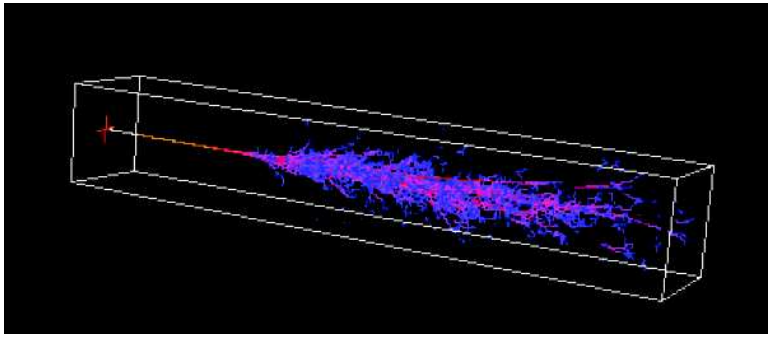
Myon-Rekonstruktion wichtig für die Entdeckung des Higgs-Boson & für viele Signaturen neuer Physik.

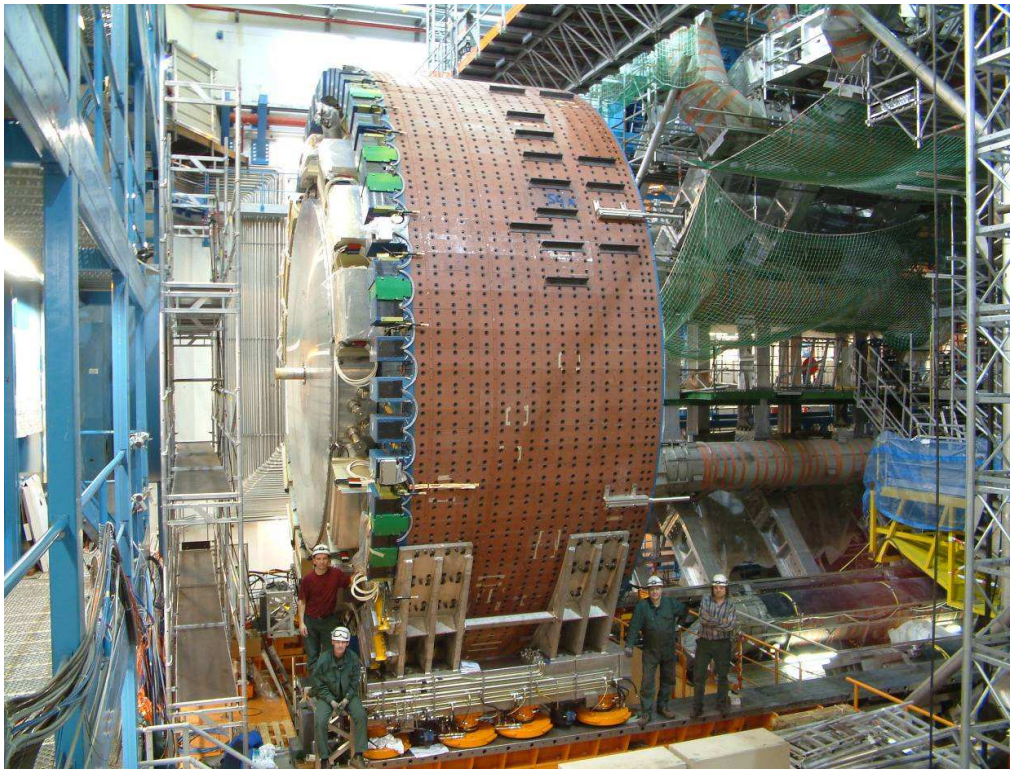


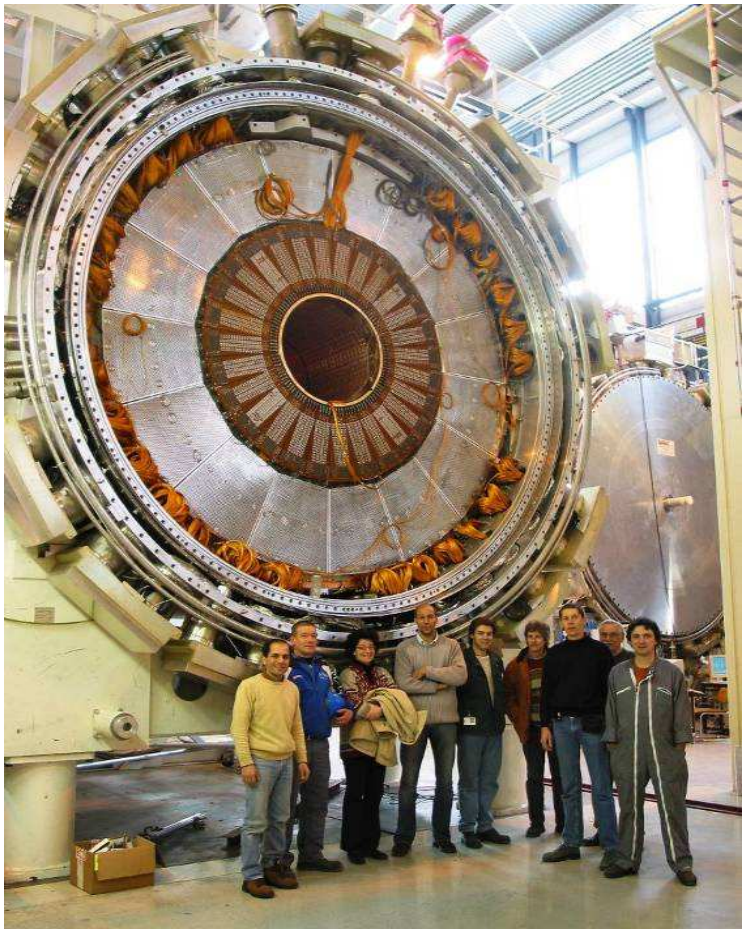
Myon fliegen ungehindert durch den ganzen Detektor
$\longrightarrow$ einzige Teilchen, die die Myonkammern (blau) erreichen.
Anderen Teilchen verlieren gesamte Energie im Kalorimeter (gelb)

Hadronisches Endkappen-Kalorimeter

In massiven Detektoren - sogenannten Kalorimetern - schauern Teilchen auf und hinterlassen ihre gesamte Energie

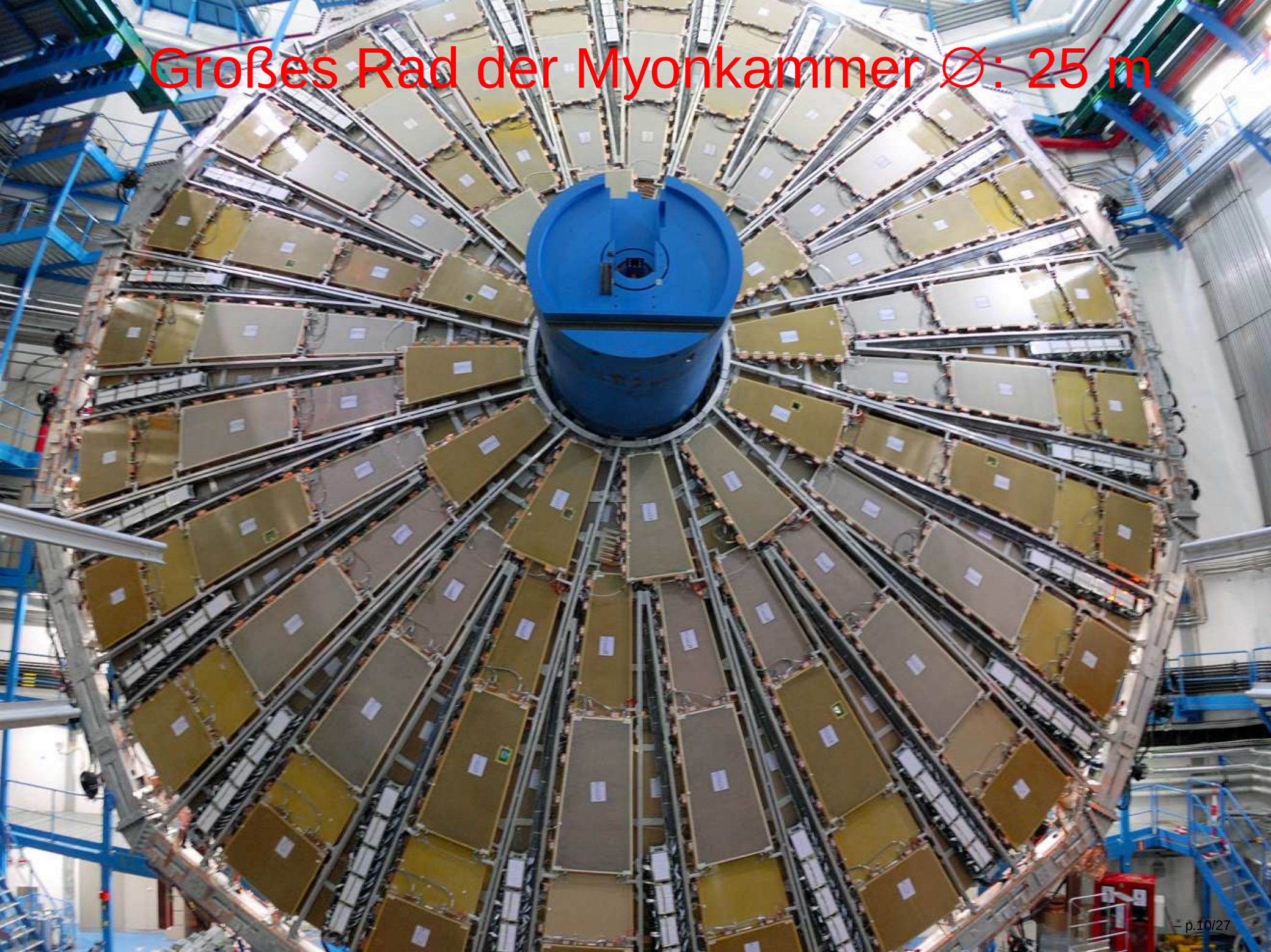






MPI München, Dresden, Mainz, Wuppertal

Großes Rad der Myonkammer ∅: 25 m



Myon-Kammern

Myonkammern im supraleitenden Magneten

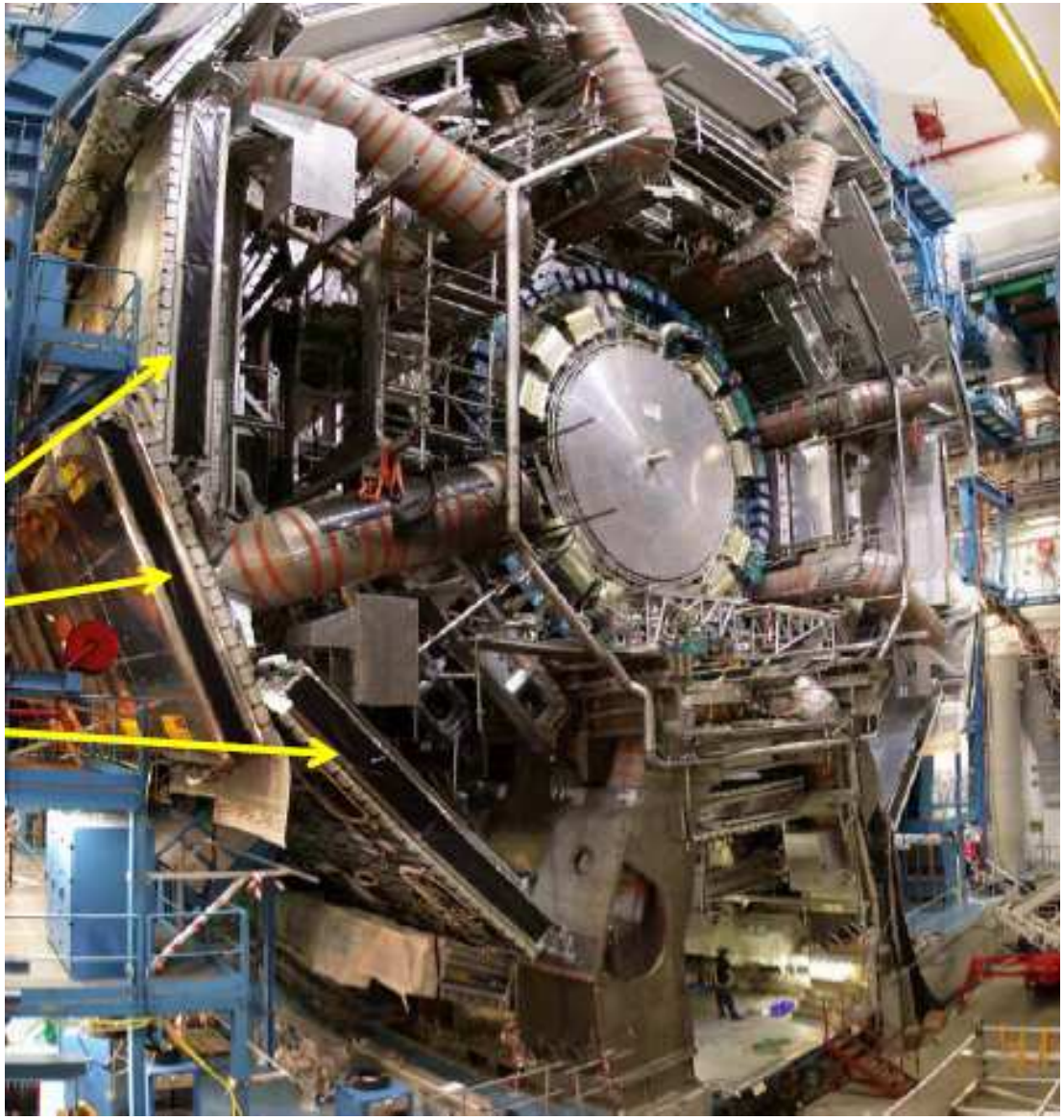
1200 Präzisions-Myonkammer ca. 2 m $\times$ 3.5 m:

Messung der Spur auf 0.05 mm

Kammerausrichtung 0.02 mm

13000 Monitoring-Kameras

2700 Triggerkammern

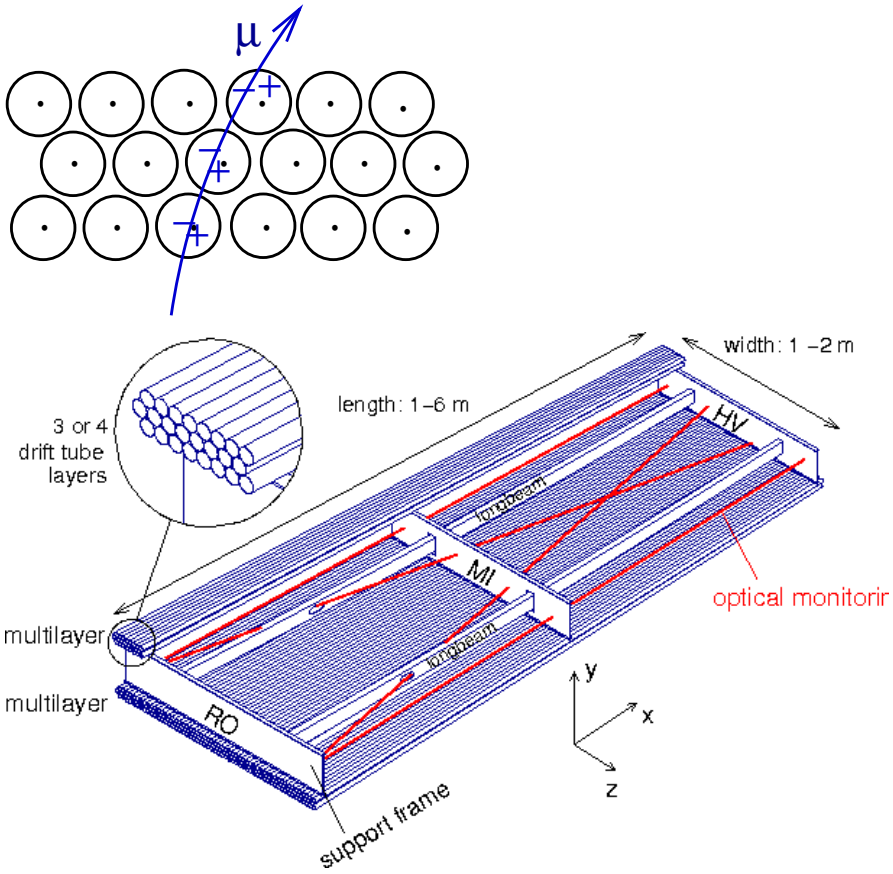


U. Freiburg: Projektleitung; MPI+LMU München maßgeblich beteiligt

Zusammenbau

100 äussere Kammern am MPI München konstruiert.

2 $\times$ 3 Lagen von 40-72 Aluminiumrohre: $\varnothing$ = 3cm

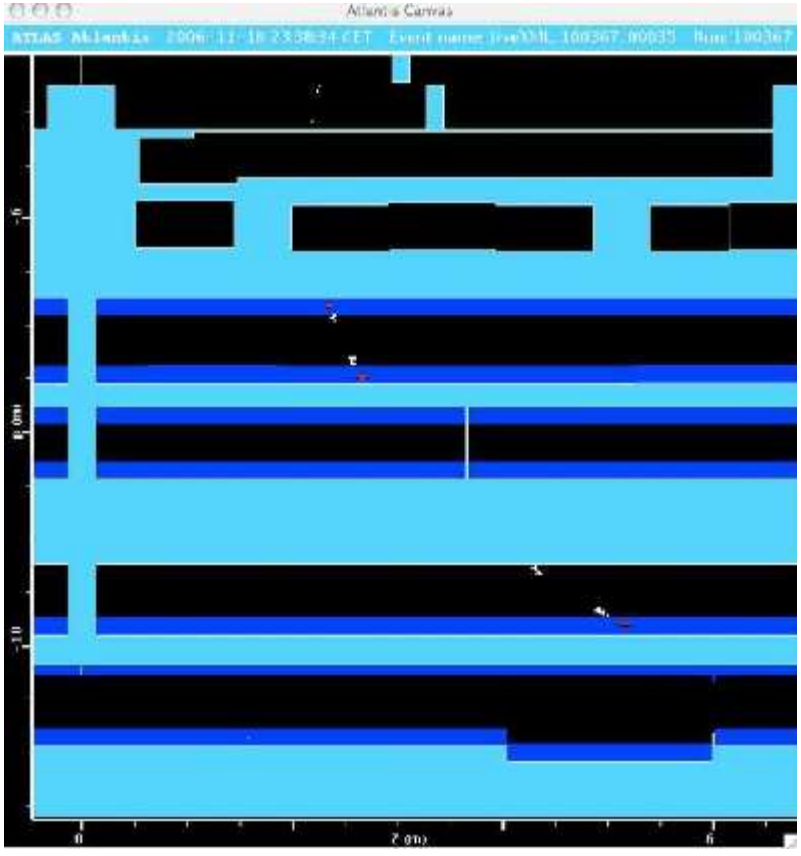


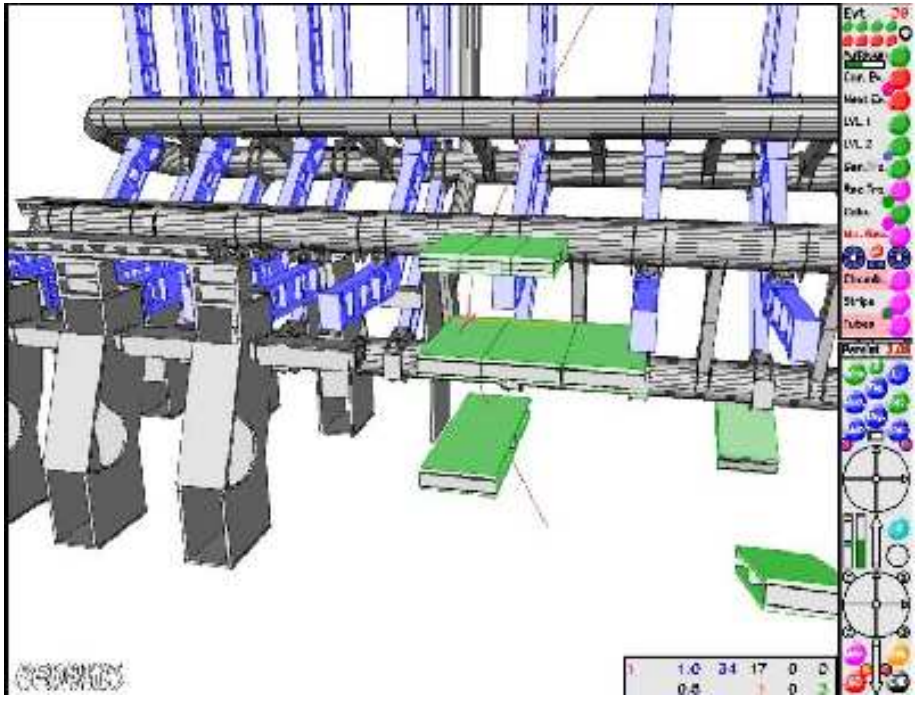
Permanente Überwachung der Detektorausrichtung während dem Zusammenbau (RASNIK).

Kosmische Myonen

November 2006:

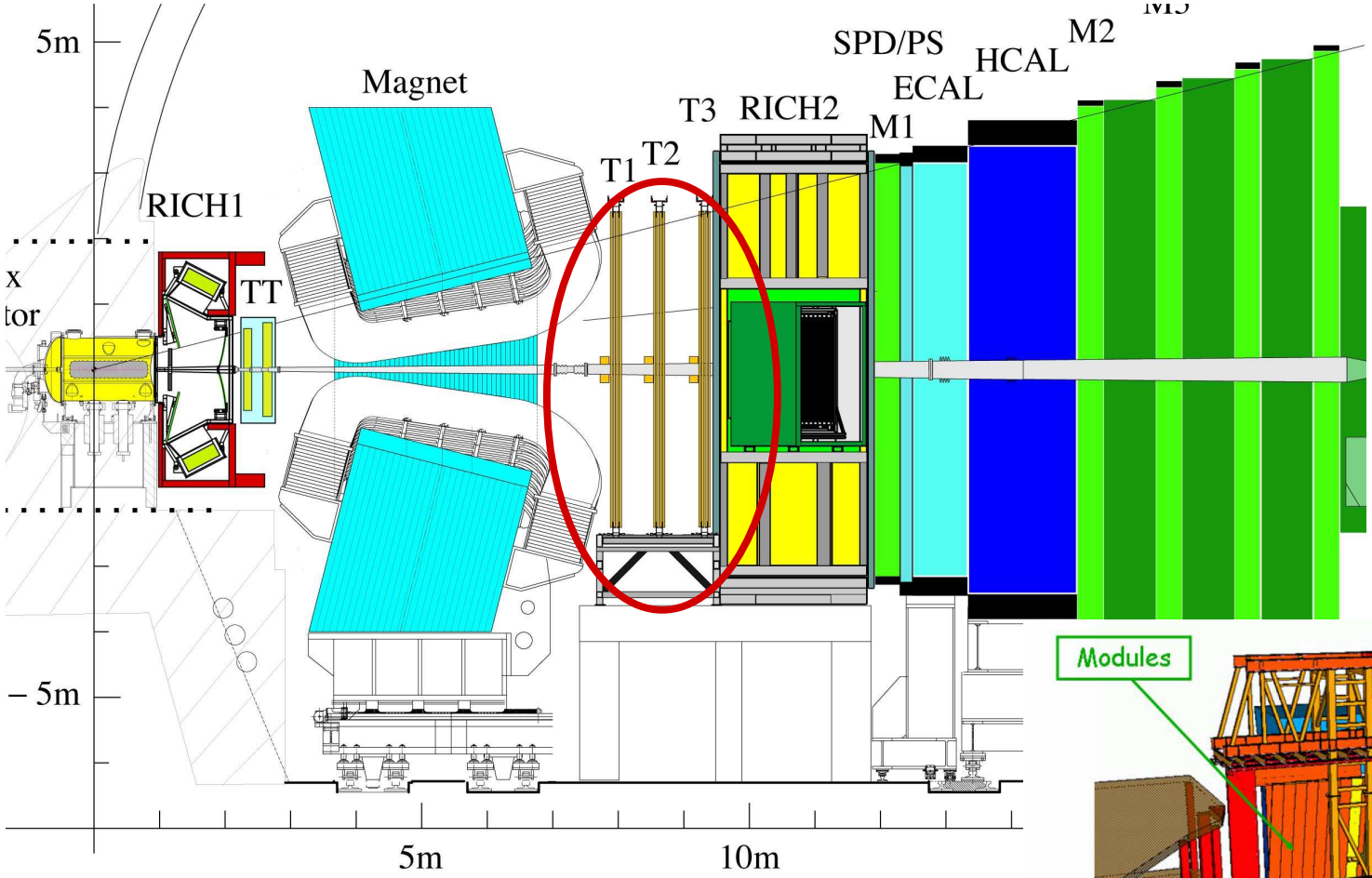
Erste Myonen im Detektor mit Magnetfeld nachgewiesen!

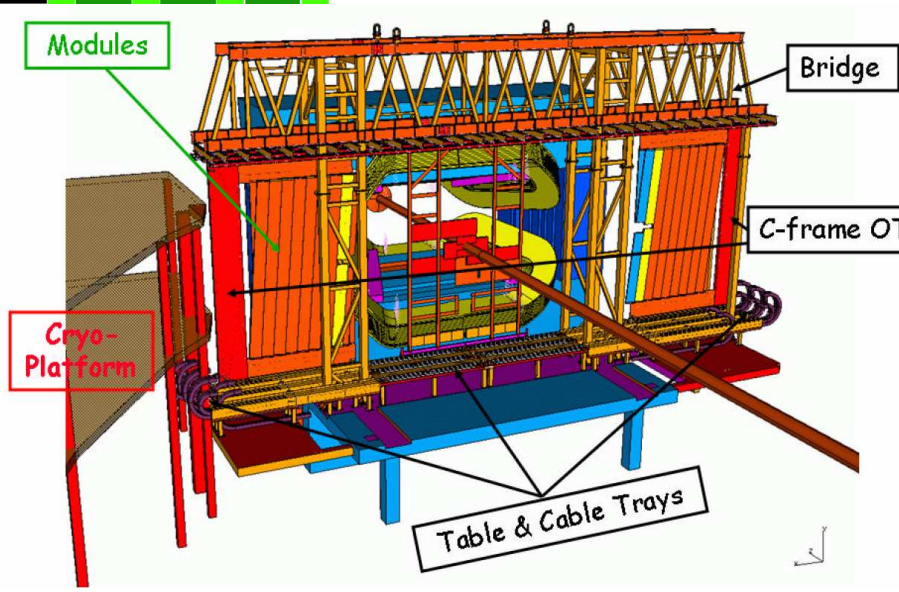




Mittlerweile mehrere Million Ereignisse. Nützlich für Ausrichtung der Detektoren & Verständnis des Magnetfelds.

LHCb-Spurkammern



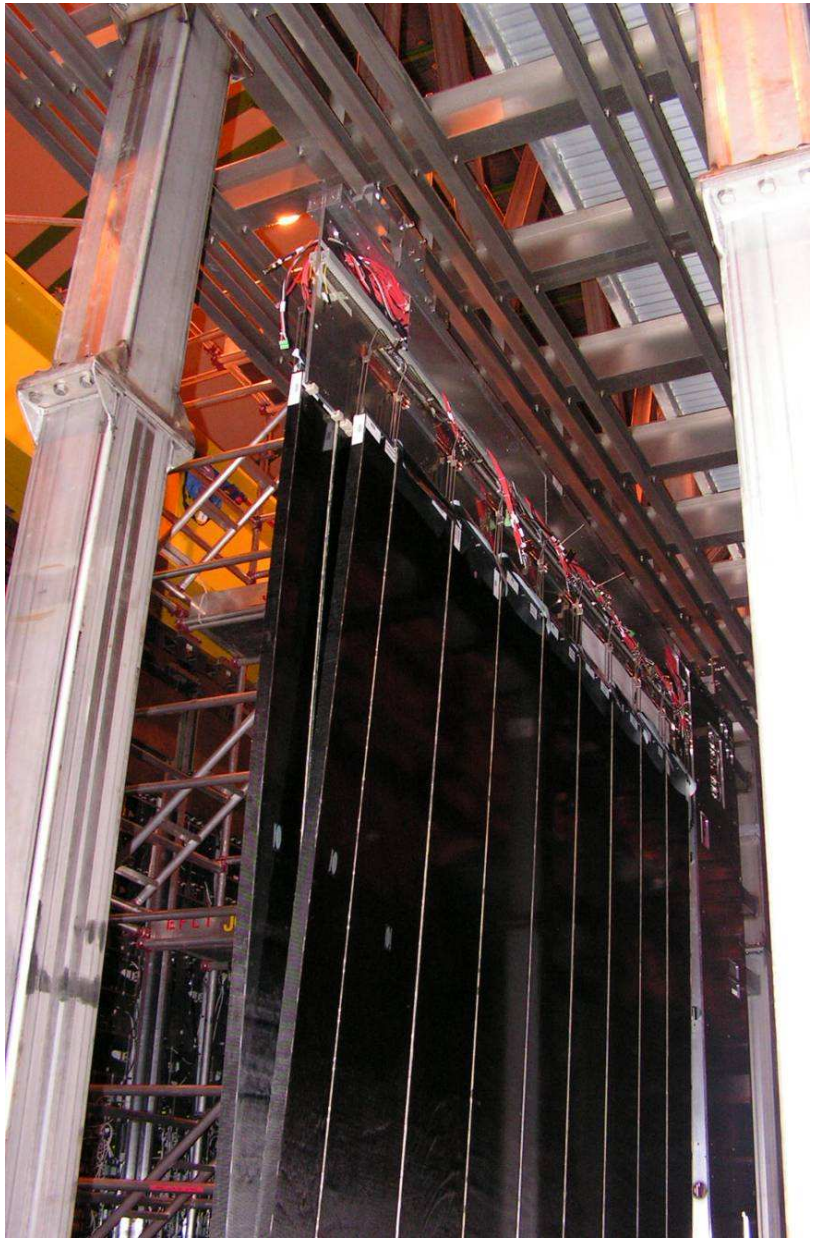


3 Stationen mit je 4 Lagen Detektormodulen

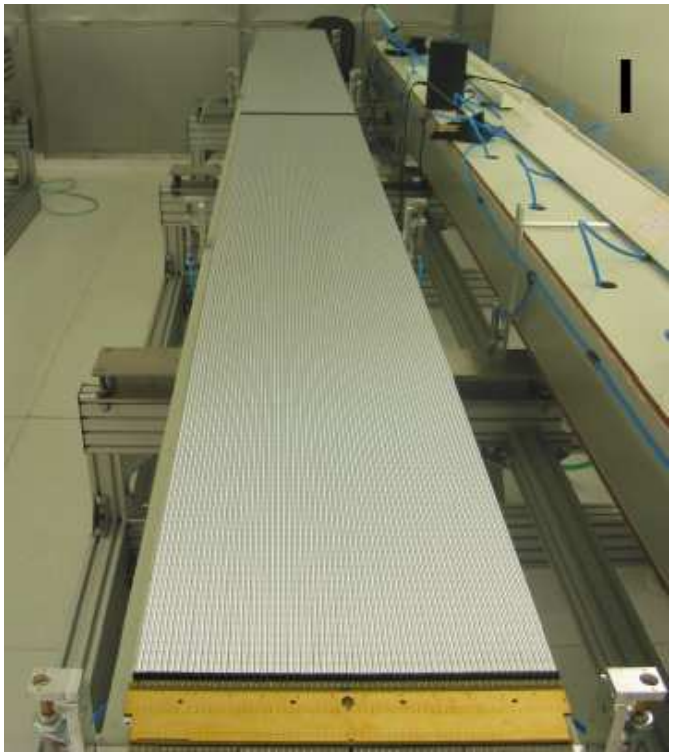
LHCb-Spurkammern

Projekt in enger Kooperation von U. Heidelberg, U. Dortmund, NIKHEF (NL), Warschau

Modul-Entwicklung	NIKHEF, HD
Werkzeuge	NIKHEF, HD
Alterungstests	NIKHEF, HD
Modulbau	NIKHEF, Warschau, HD
OTIS TDC Chip	HD
Frontend Elektronik	NIKHEF, HD
OptischerLink	Dortmund, HD
Auslese/L1 Buffer	Dortmund
Rahmen	NIKHEF
Tragebrücke	NIKHEF
Montagevorrichtung	HD
Installation	NIKHEF, HD
Gasversorgung	HD



Konstruktion

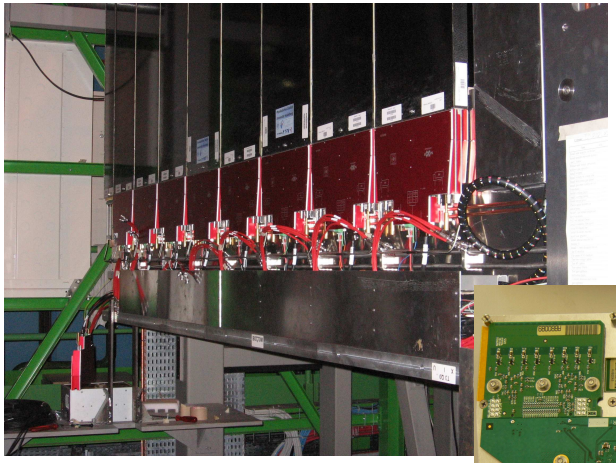


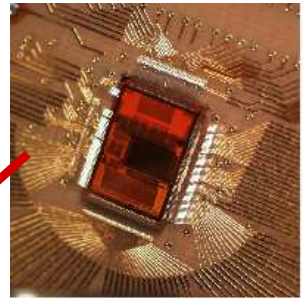
I. 128 Straws auf Tragepanel geklebt und verdrahtet
II. 2 verdrahtete Panels werden zu einem Modul verklebt
III. Fixierung in Modulhalterung

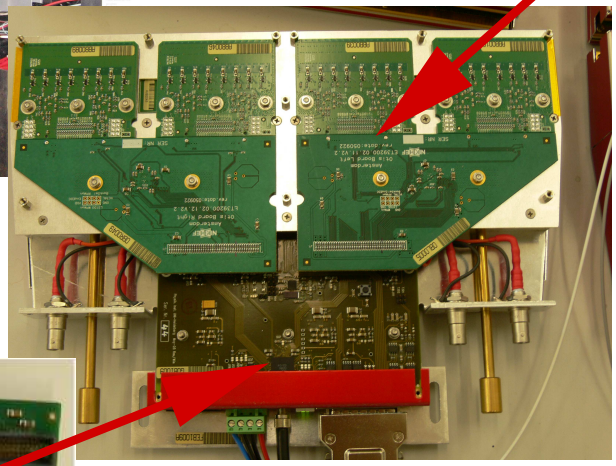
432 Module, 55.000 Straws = 138 km; 30% in U. Heidelberg gebaut

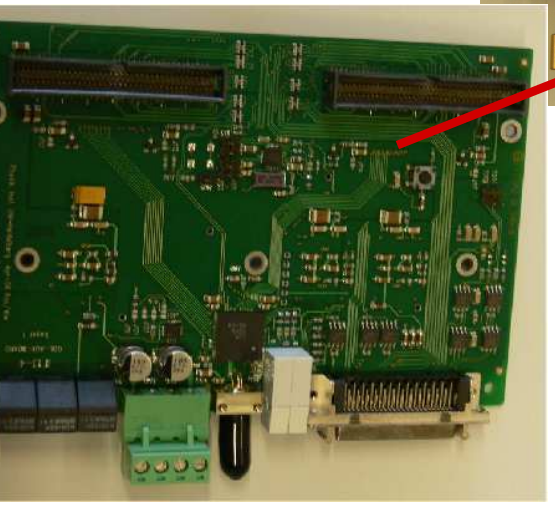
Ausleseelektronik

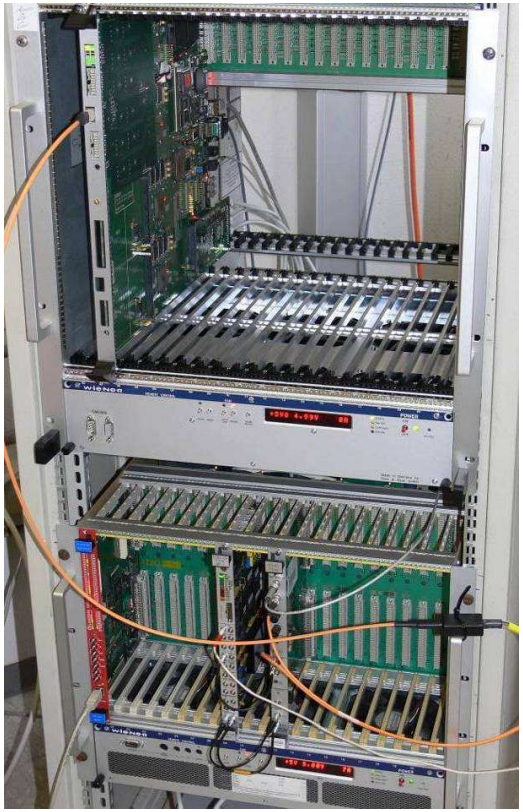
TDC Chip, 320 ps Auflösung











Optische Sendekarte

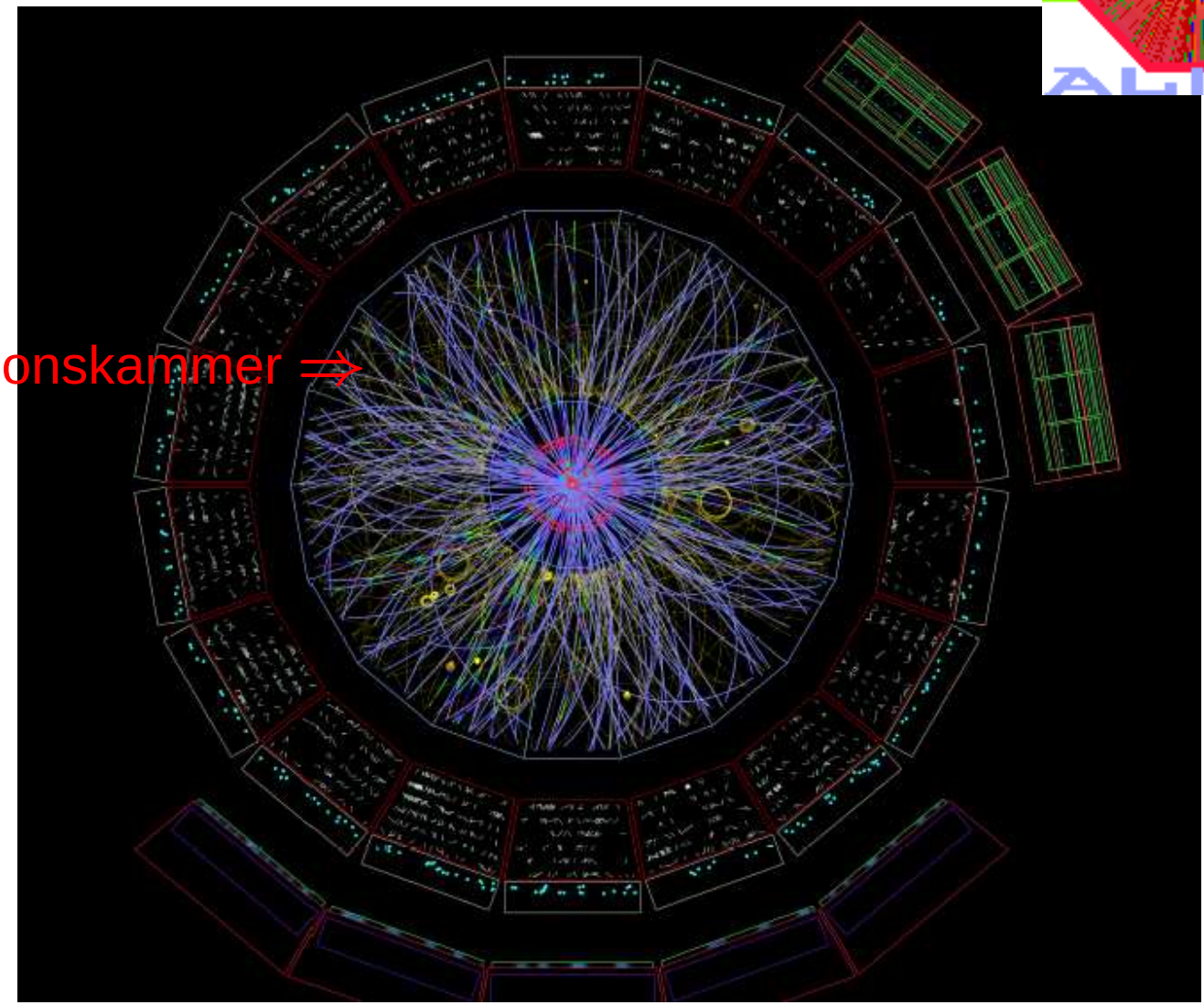
U. Heidelberg, U. Dortmund

Test-Stand Dortmund

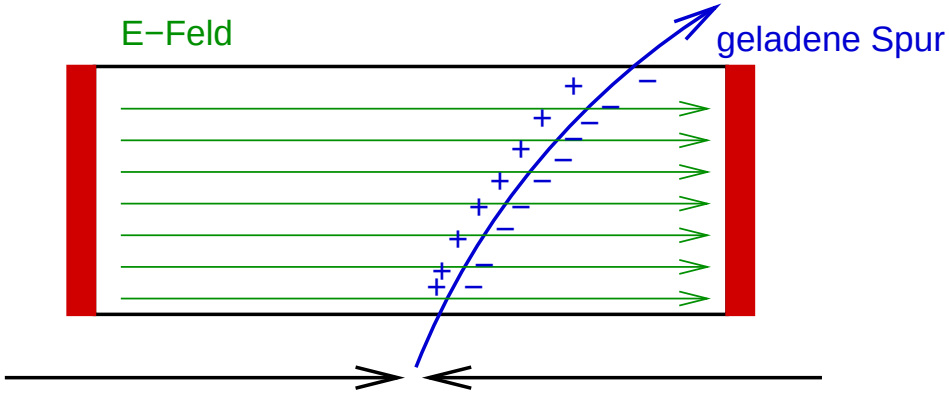
Simuliertes Ereignis von Pb-Pb Collisionen

(1 Grad Segment)

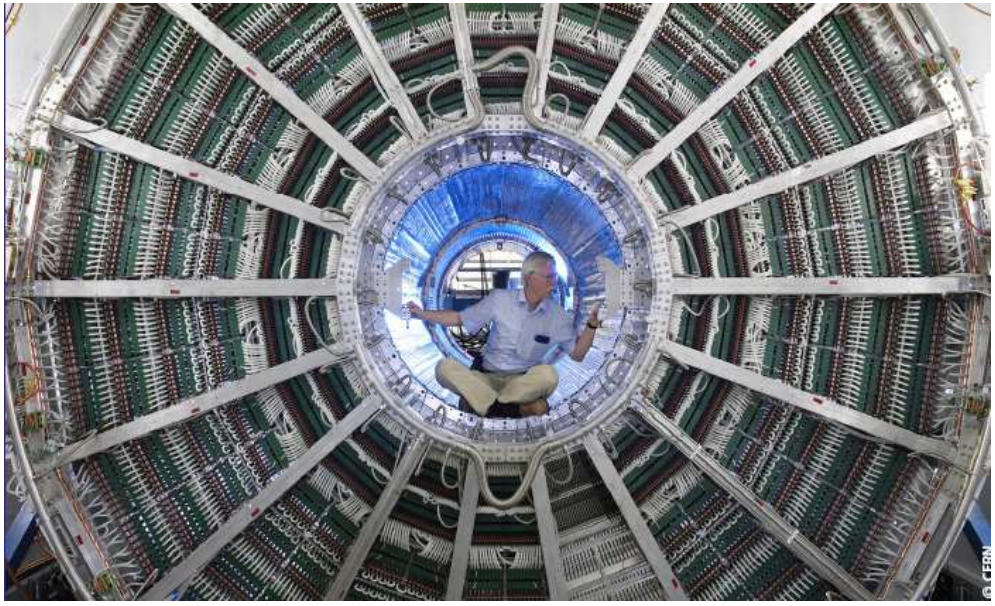
Zeitprojektionskammer ⇒



Zeit-Projektionskammer



Orts− & Zeitauslese der projezierten Spur in Proportionalkammern mit Kathodenpadauslese



72 Kammern,

560 Millionen Auslesepixel

95 m^3, größte je gebaute Kammer

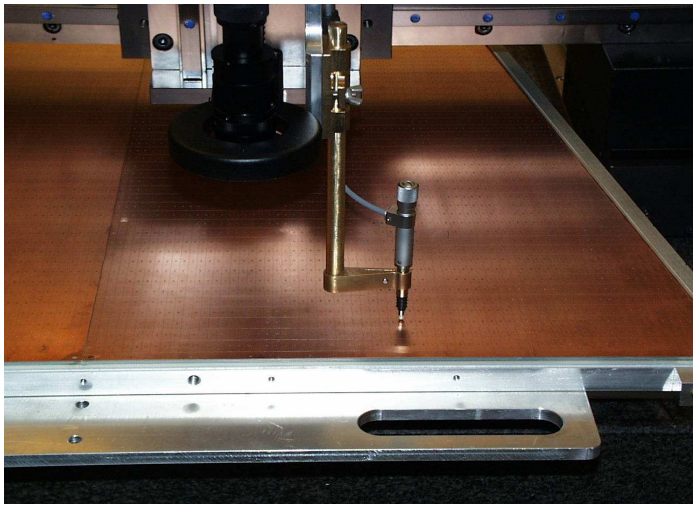
0.5 mm Spurauflösung in allen 3 Dimensionen

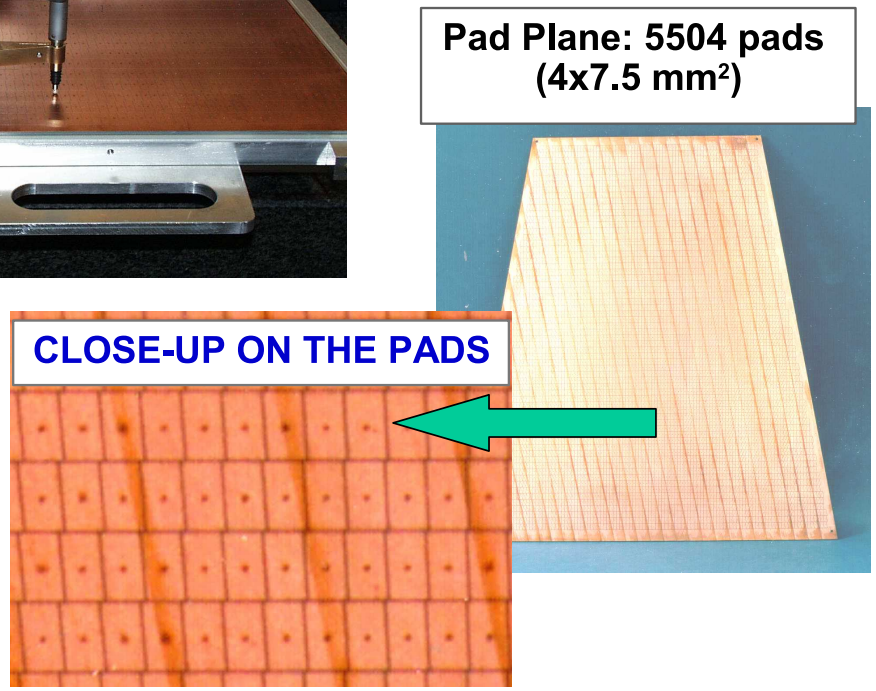
180 Messungen pro Spur

bis zu 15.000 Spuren pro Ereignis

Zeit-Projektionskammer

Bau der Kammern : GSI, U. Heidelberg, U. Bratislava

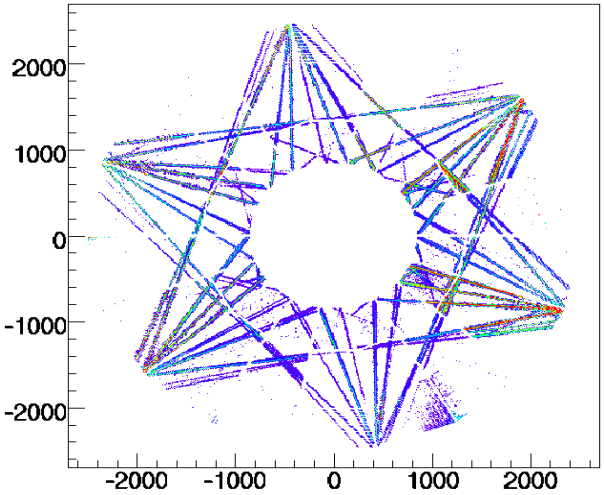




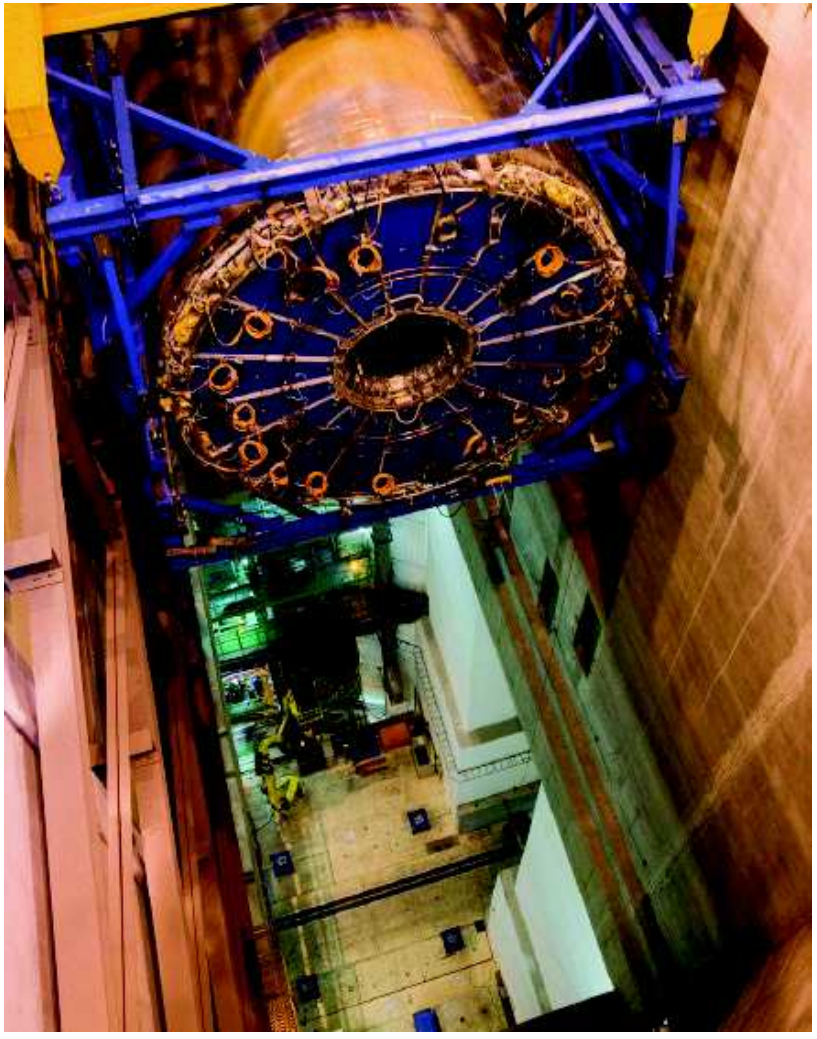
Entwicklung Ausleseelektronik:

GSI, Heidelberg, Darmstadt

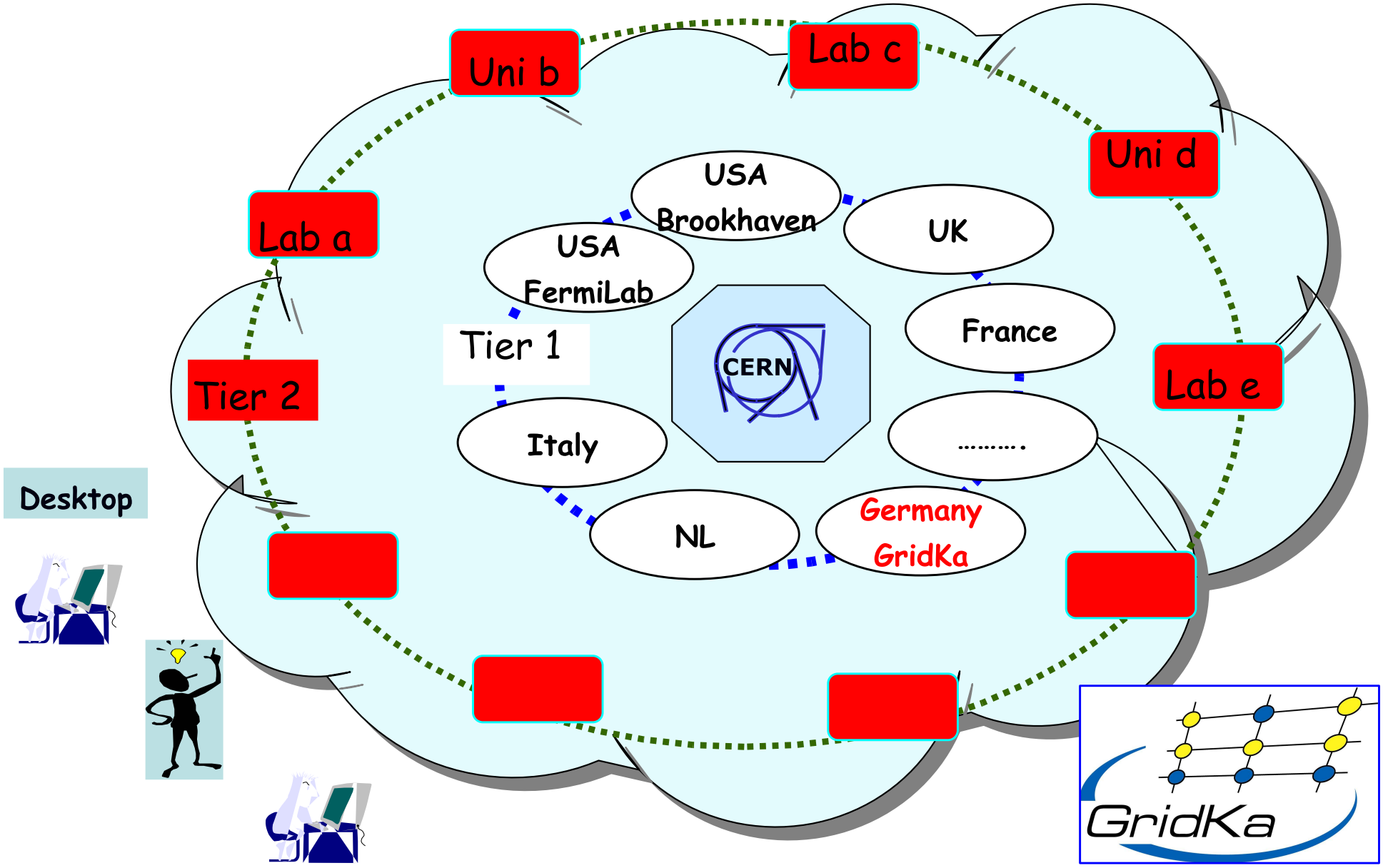
Installation & Test am CERN



Lasertest



Verteiltes Computing

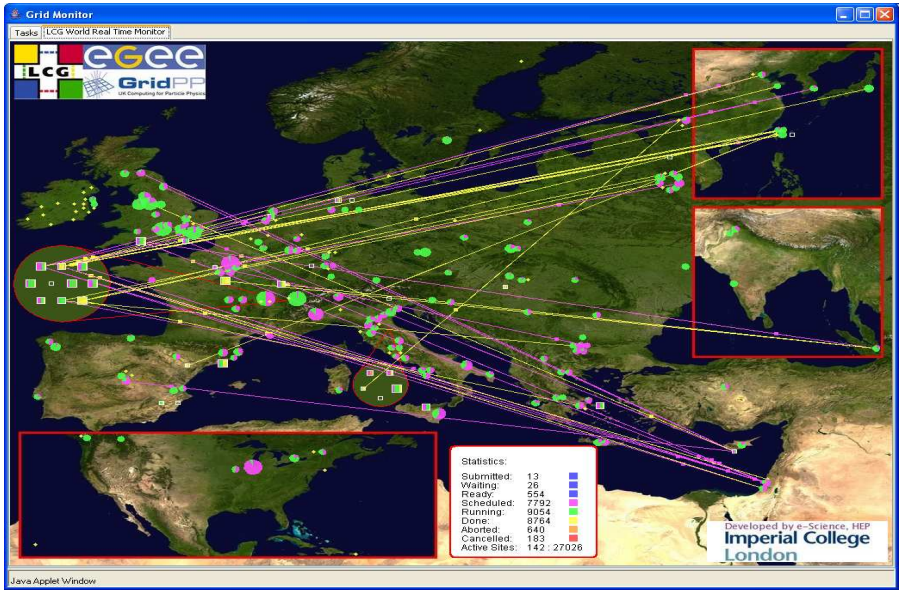


GRID

GridKA:
Tier 1 Zentrum
Forschungszentrum
Karlsruhe

(potentielle) Tier 2 Zentren:
DESY, GSI, Aachen, Freiburg, LMU+MPI München, Wuppertal, Dortmund

Bereits aktiv genutzt!



Aufbau von Computing Infrastuktur an Instituten (einige Tier 3)

Viele deutsche Beiträge zu Entwicklung von Softwarewerkzeugen

GRID Europa:
177 Zentren
30.000 CPUs
15.000 TB Speicher

Spin-off der Teilchenphysik

In 3 Bereichen ist Teilchenphysik führend in der Entwicklung:

Beschleuniger

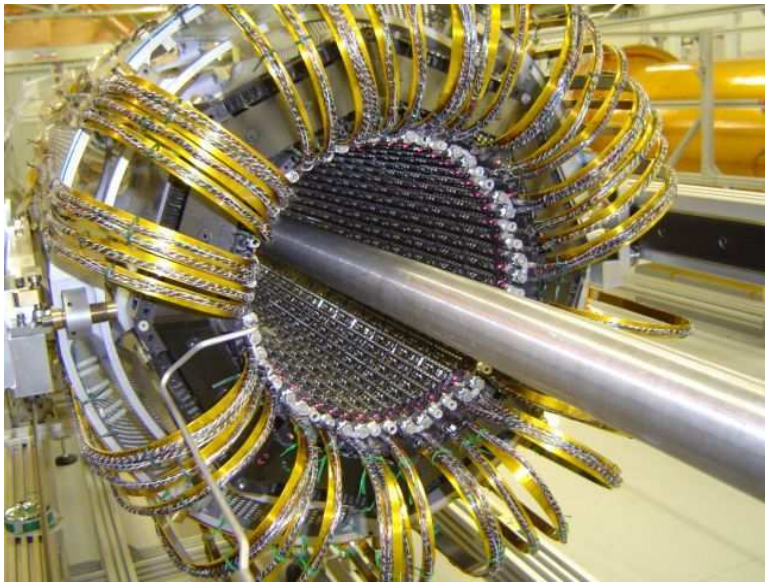
Detektoren

Computing

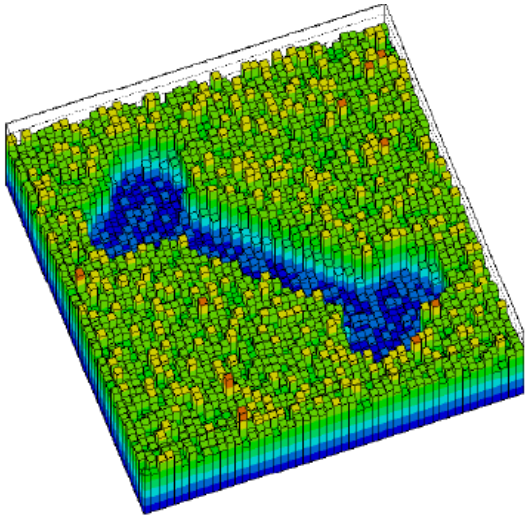
Beispiel: Technologie-Transfer

Digitales Röntgen mit dem ATLAS-Pixeldetektor

(80 Millionen Pixel)



Bonn, Dortmund, Siegen, Wuppertal

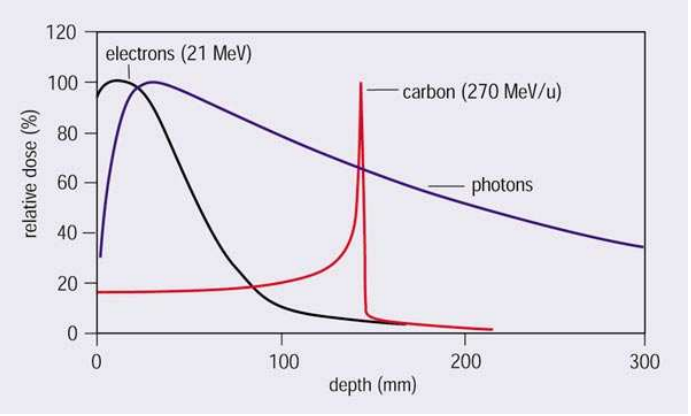


Zählen von Röntgenphotonen

- kürzere Bestrahlungszeit für Patienten
- kein Über-/Unterbelichten
- keine Entwicklungszeit

Beispiel: Tumor-Therapie

- genaue Strahlposition & -energie
- bisher über 300 Patienten in Pilotanlage (GSI Darmstadt + DKFZ Heidelberg)
- Aufbau eines Ionenstrahlzentrums an Uni Klinik Heidelberg
- Vermarktung der schlüsselfertigen Technologie durch Siemens



Press & Media | Recruitment | Technology Transfer | Relations with Industry | for CERN Users

CERN

CERN, the coolest place in the Universe

The world's largest particle physics laboratory

... where the web was born!

CERN's Flagship Project: the LHC

- LHC Milestones: follow the adventure!
- New LHC Schedule
- ATLAS: first end-cap in place

Tout l'Univers dans une enveloppe

About CERN

Visit CERN

Education

News

Spotlight on

Ask an

- Schnelle on-line Prozessoren zur Detektorauslese
- Computer-Cluster
- Simulationswerkzeuge
- Datenanalyse-Methoden & Software
- World-Wide Web
- Grid-Entwicklung