

REISE ZUM URKNALL

Fortsetzung von Vorlesung 1

ZWEI FUNDAMENTALE FRAGEN :

WIE IST DAS UNIVERSUM ENTSTANDEN ?

WORAUS BESTEHT DIE MATERIE MIT IHREN KRÄFTEN ?

BEIDE FRAGEN SIND MITEINANDER VERKNÜPFT :

VERSTÄNDNIS VON DER STRUKTUR DER MATERIE UND IHRER KRÄFTE

↔ BESSERES WISSEN ÜBER IHREN URSPRUNG

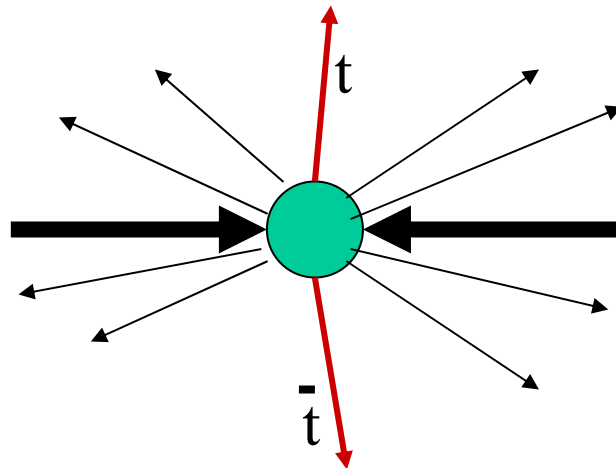
FÜR DIE SUCHE NACH DEN GESETZMÄßIGKEITEN :

SCHAFTE IM LABOR ZUSTÄNDE WIE IN DEN ERSTEN ANFÄNGEN DES UNIVERSUMS

IN DEN ERSTEN MILLIARDSTEL SEKUNDEN DES UNIVERSUMS GAB ES OBJEKTE, DIE HEUTE LÄNGST ZERFALLEN SIND

DIESE KÖNNEN AN TEILCHENBESCHLEUNIGERN IN KLEINEN "URKNALLEN" AUS ENERGIE ERZEUGT WERDEN, z.B.:

Top-Quarks (Entdeckung 1995):



ANWENDUNG: $E = mc^2$ (Albert Einstein):

AUS ENERGIE WIRD EIN MATERIE-ANTIMATERIE PAAR

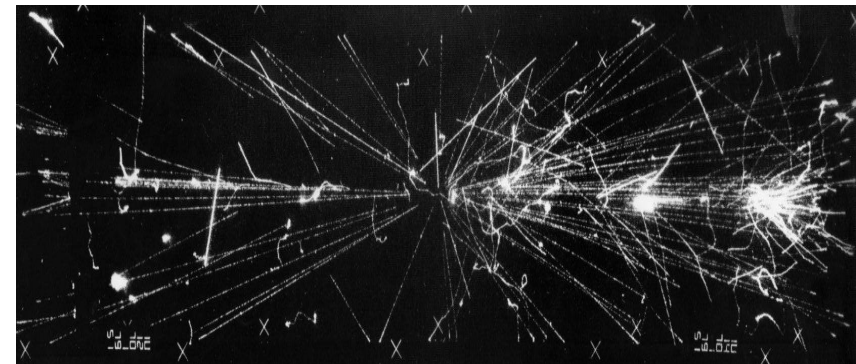
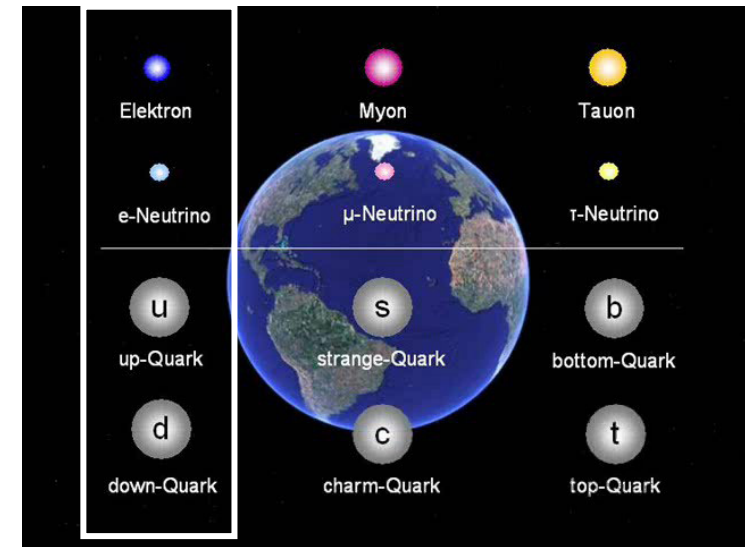
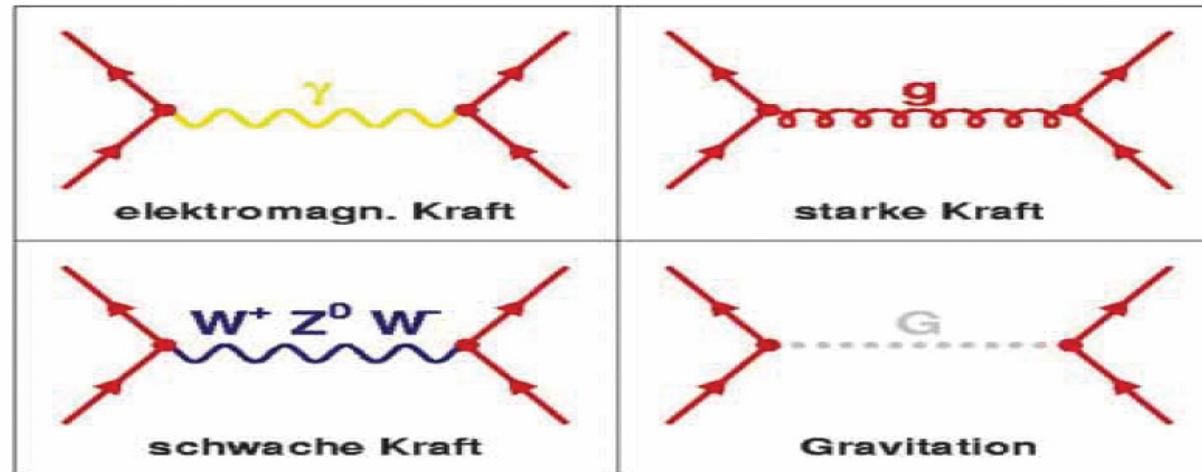


Foto eines „Mini-Urknalls“ 1981

DIE FUNDAMENTALEN NATURKRÄFTE

Entdeckung
am CERN 1984



◆ Gravitation

Anziehung von Massen

Stärke : 10^{-38}

Reichweite: unendlich

◆ Schwache Wechselwirkung

Bewirkt den radioaktiven Zerfall

Stärke : $1/100000$

Reichweite: sehr klein!

◆ Elektromagnetische Wechselwirkung

Gleiche Ladungen stoßen sich ab,
ungleiche ziehen sich an

Stärke : $1/100$

Reichweite: unendlich

◆ Starke Wechselwirkung

Anziehende Kraft zwischen den Quarks

Stärke : 1

Reichweite: $\sim 10^{-15} \text{m}$

UNSER HEUTIGES WELTBILD KENNT

12 FUNDAMENTALE MATERIETEILCHEN: QUARKS UND LEPTONEN

4 FUNDAMENTALE KRÄFTE

Die Teilchen sind höchstens 10^{-19} m groß.

Ob sie zusammengesetzt sind, ist nicht bekannt. Ich halte es für nicht naheliegend.

OFFENE FRAGEN:

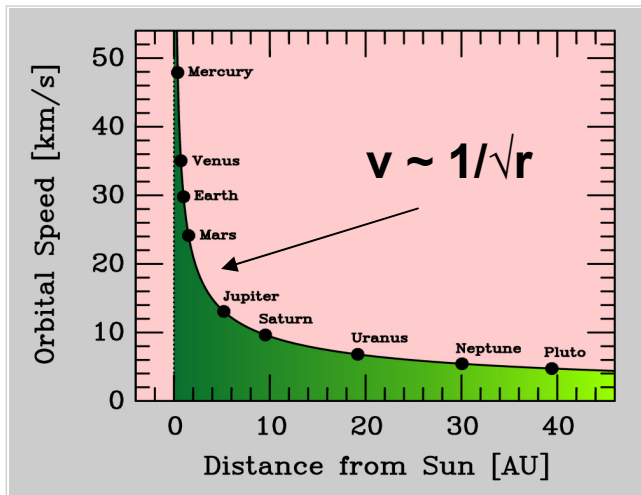
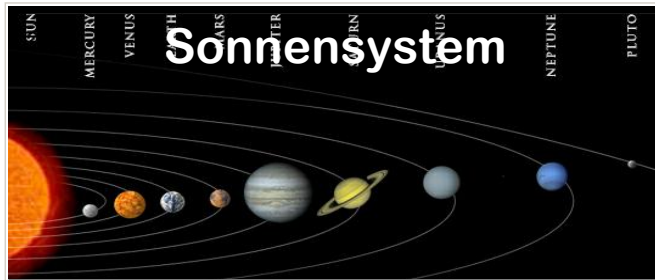
WIE BEKOMMEN TEILCHEN IHRE MASSE ?

WIESO GIBT ES NUR MATERIE IM HEUTIGEN UNIVERSUM ?

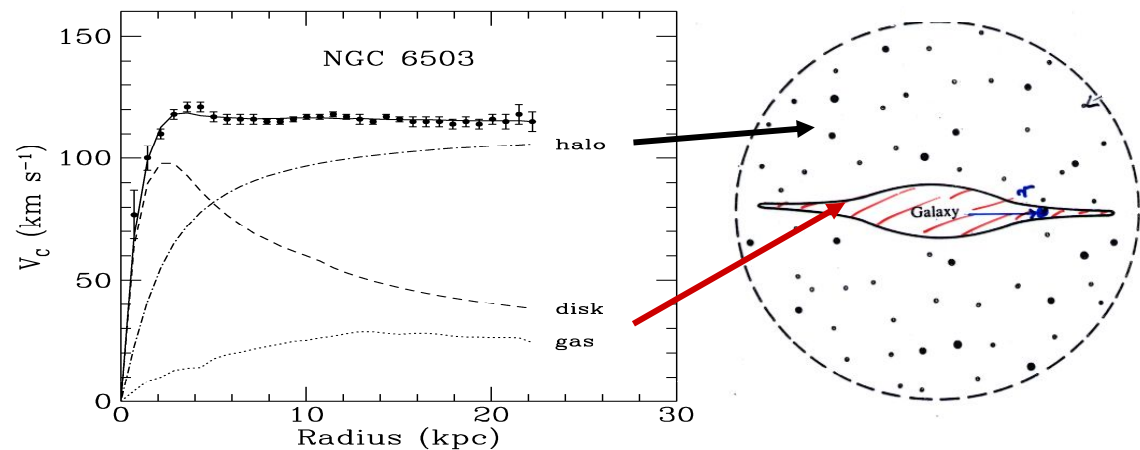
WIE ERKLÄRT SICH DIE VIELFALT DER TEILCHEN UND KRÄFTE ?

UND.....

1. ÜBERRASCHUNG IM UNIVERSUM: DUNKLE MATERIE

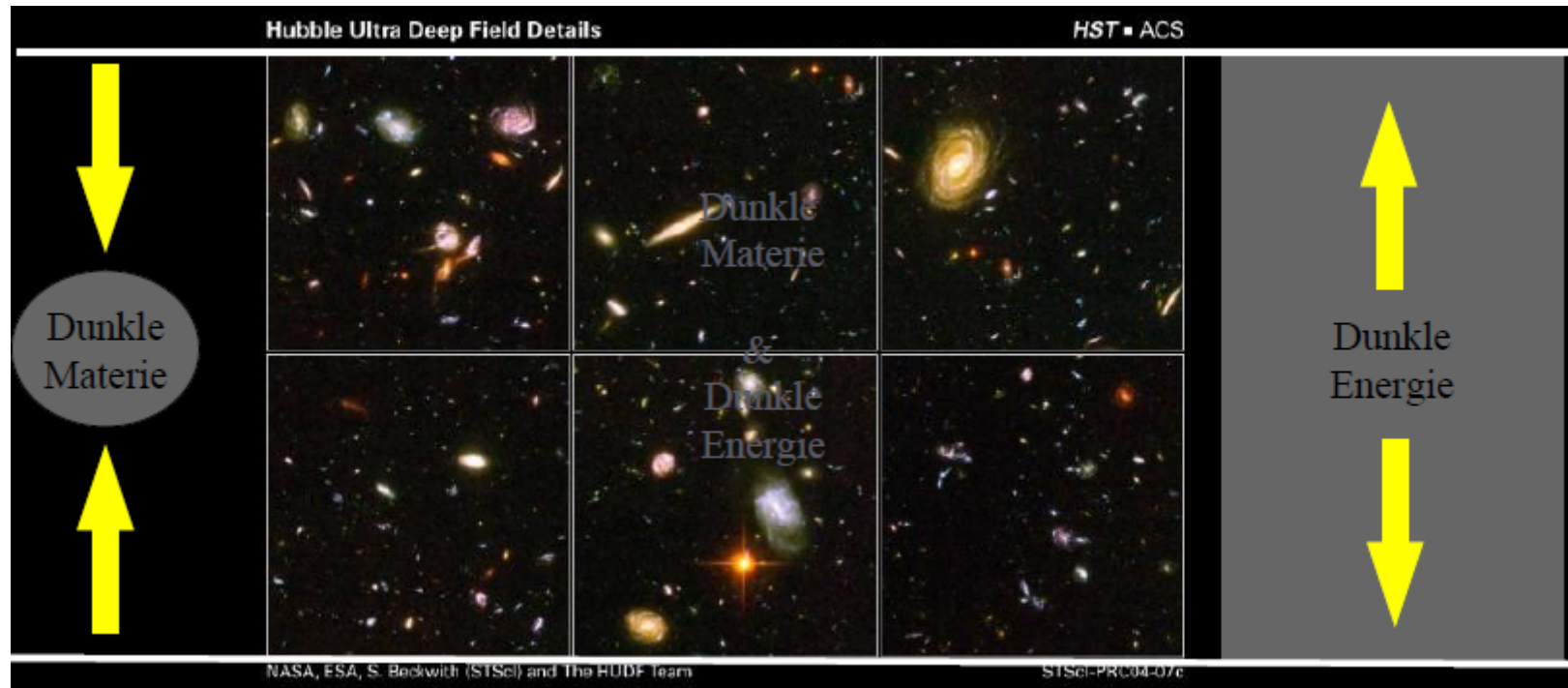


**Im Sonnensystem:
Gültigkeit von Keplers Gesetzen !**



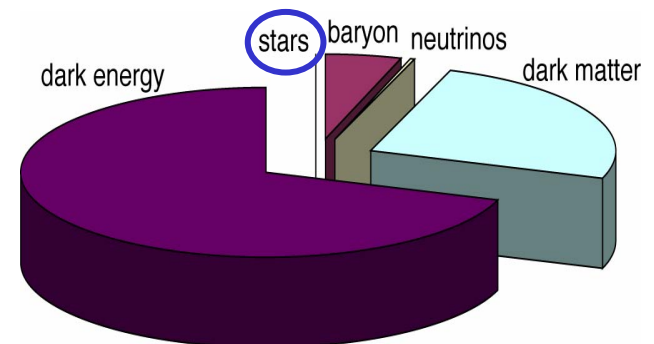
**In Galaxien und Galaxienhaufen:
Neue Form nicht-sichtbarer Masse !**

2. ÜBERRASCHUNG IM UNIVERSUM: DUNKLE ENERGIE

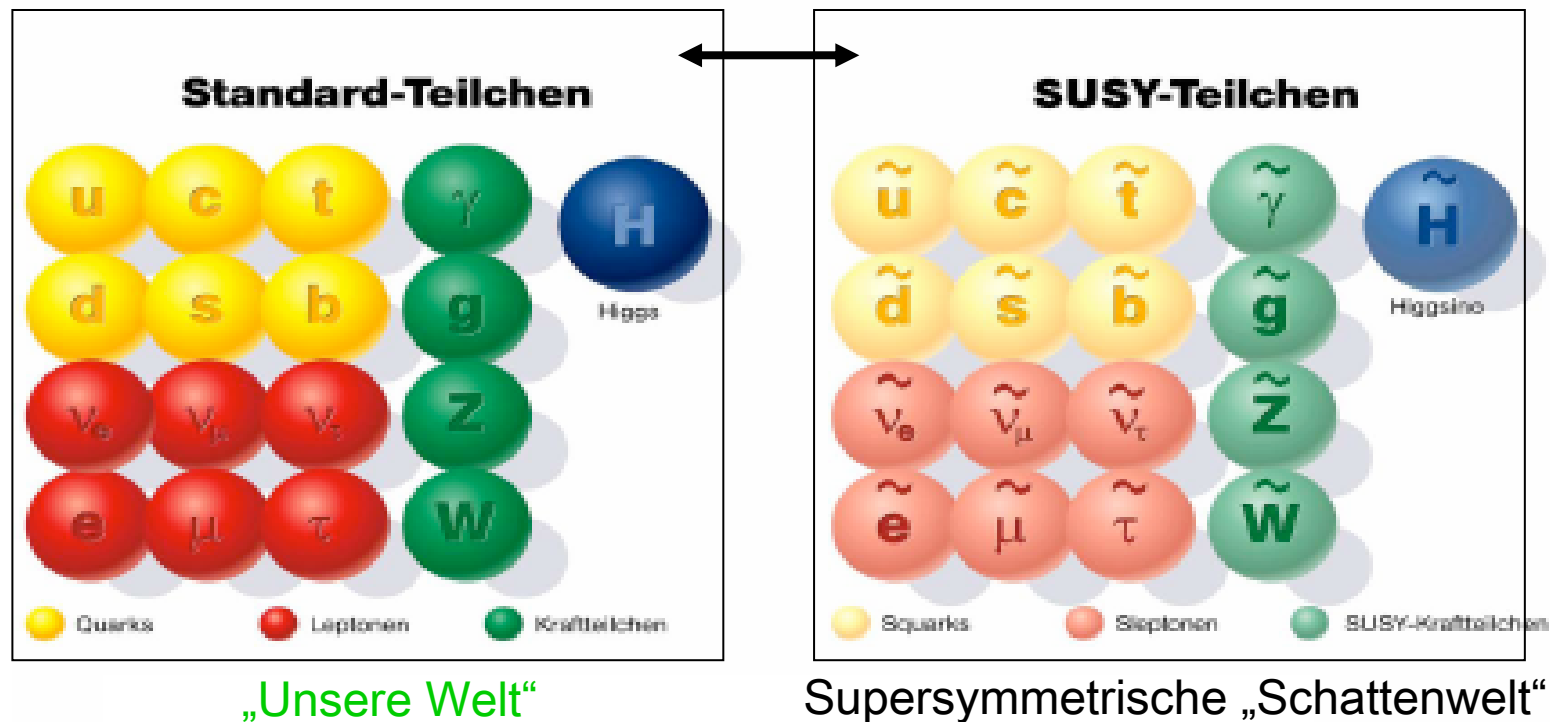


Das Universum dehnt sich immer schneller aus !

Die uns vertraute Materie macht nur 4,5 %
der Gesamtmasse des Universums aus!
Der Rest ist dunkel!

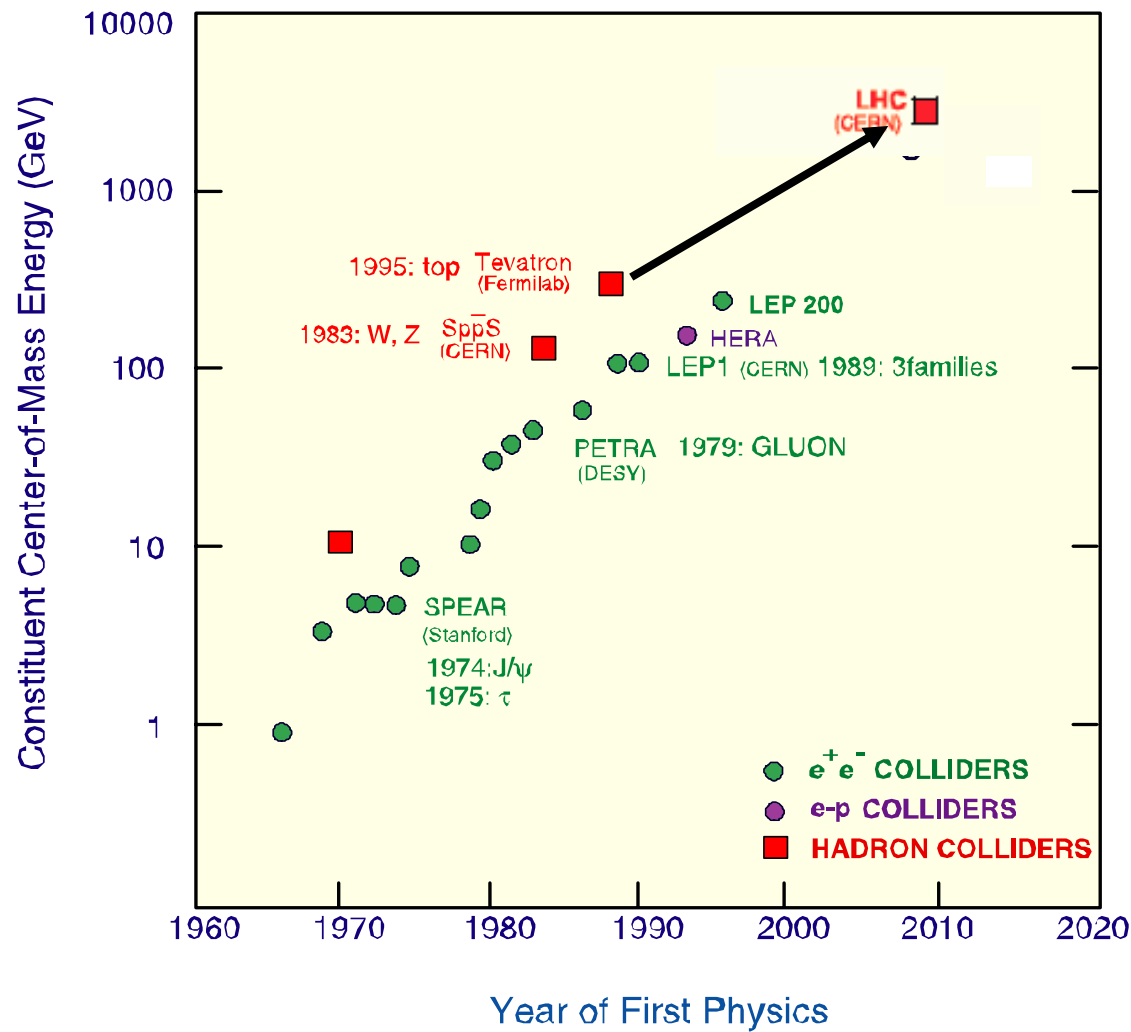


Supersymmetrie



Wenn es diese Teilchen gibt, müssen sie sehr schwer sein!
 Deren leichtestes würde die Dunkle Materie bilden.
 Die derzeitigen Beschleuniger sind zu „schwach“, es zu erzeugen

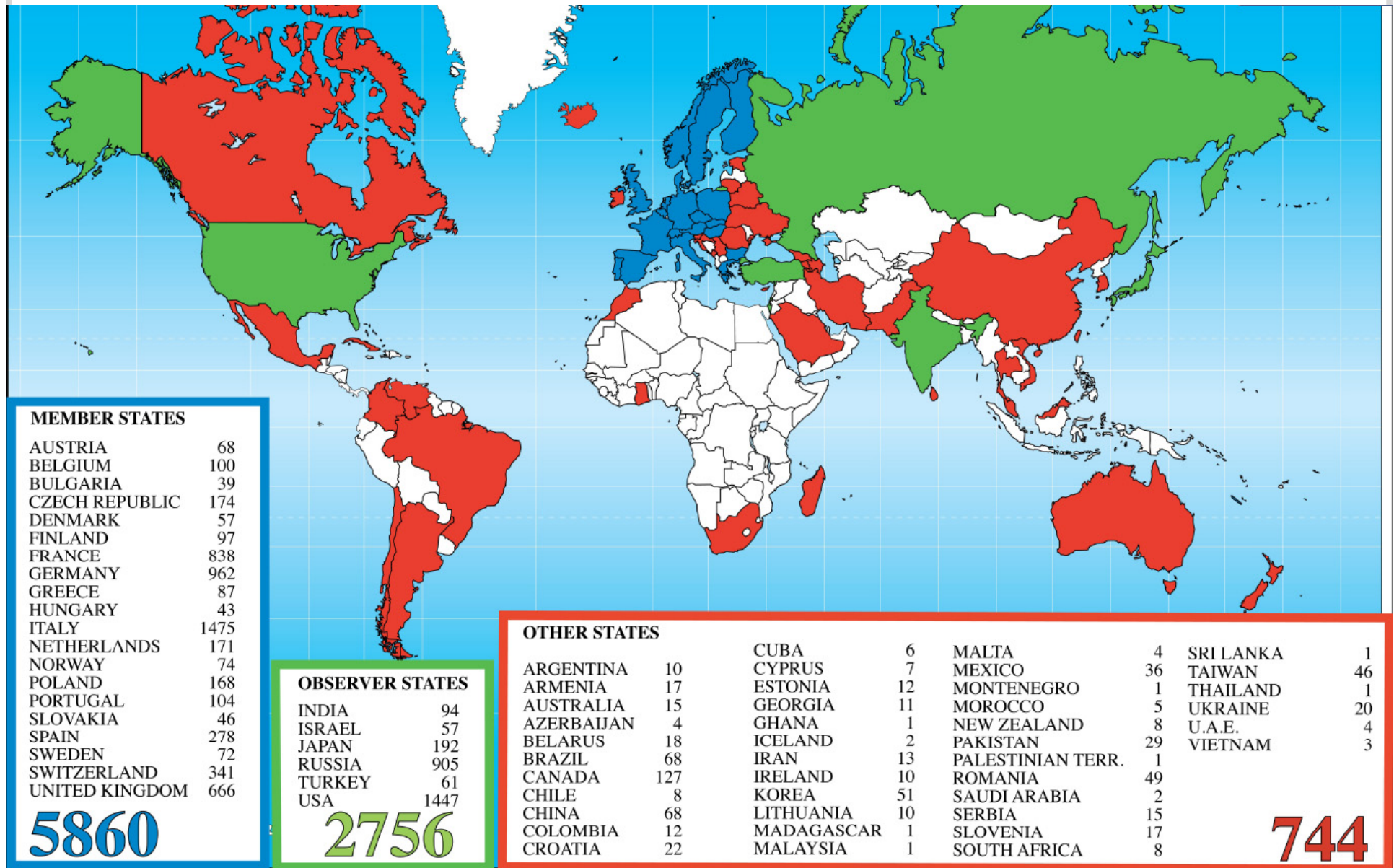
Zur Klärung dieser Fragen: deutlicher Leistungssprung der Beschleuniger nötig !



**LHC: Energie 7 X
Rate 100 X
mehr als Tevatron !**



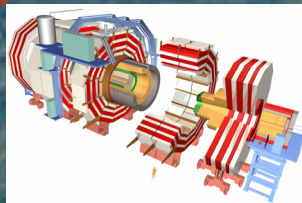
UND WEIL SICH DAS UNIVERSUM IMMER
WEITER AUSDEHNT, BRAUCHEN WIR EBEN
EIN GRÖßERES TELESKOP !



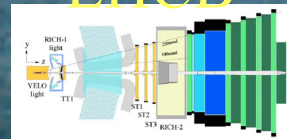
III. DER LARGE HADRON COLLIDER

- 1984 Erste Ideen für den LHC
- 1988 Beginn mit konkreten Plänen für Detektoren
- 1995 Beginn der Teilnahme der Universität Karlsruhe
- 2000 Beginn der Konstruktion der Detektorelemente,
Vorbereitung Datenanalyse
Gründung des GridKa am FZK
- 2005 Beginn Zusammenbau des CMS-Detektors am CERN
- 2008 LHC - Detektoren betriebsbereit, Strahl lief herum
- 2009 Proton-Proton-Kollisionen

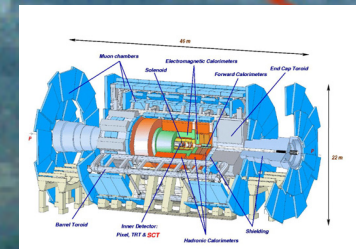
CMS



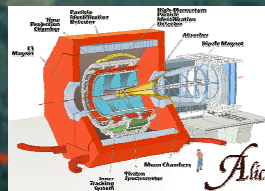
LHCb



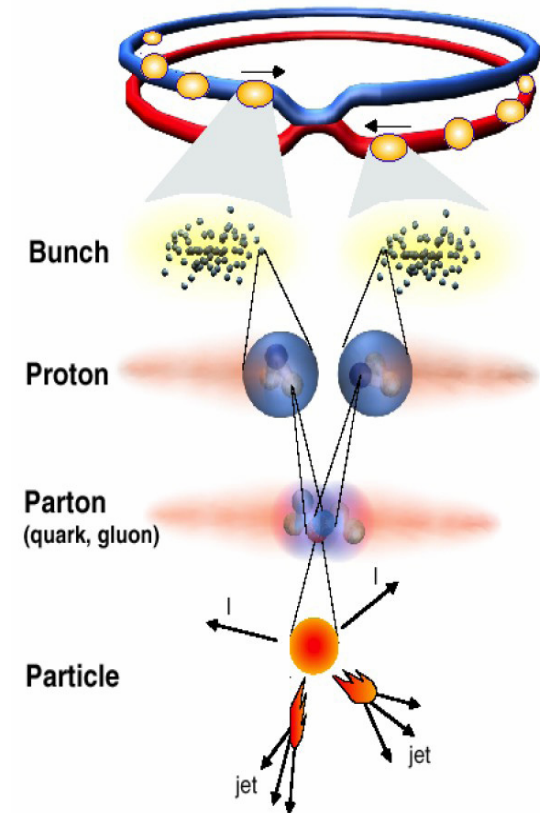
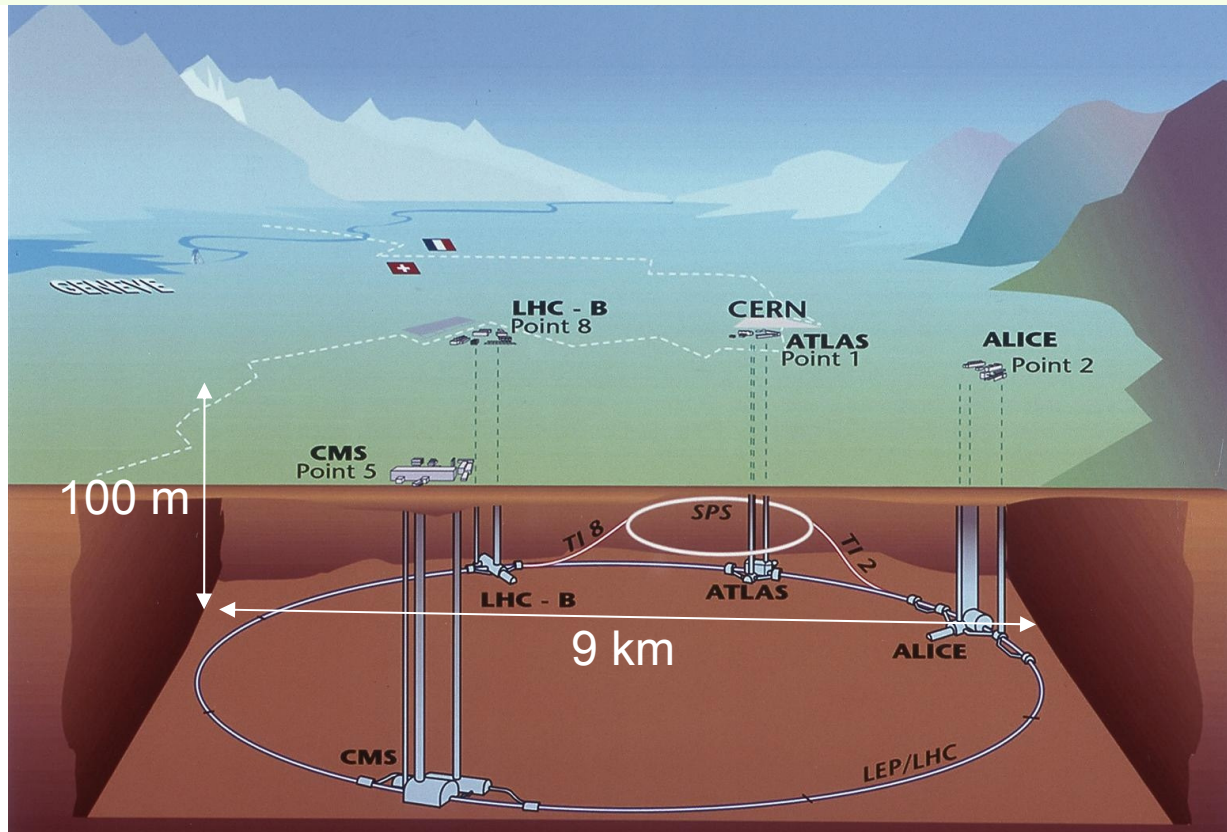
Atlas



Alice



Proton-Proton-Kollisionen bei 14 TeV Schwerpunktsenergie
Kollisionsraten bis 10^9 / s
Umfang 27 km



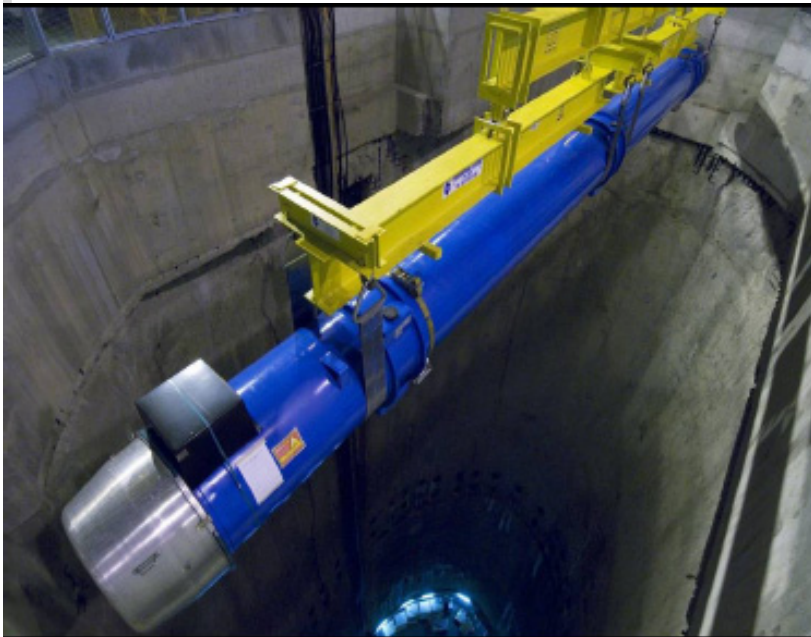
Die Strahlen haben die Energie eines ICE in voller Fahrt !



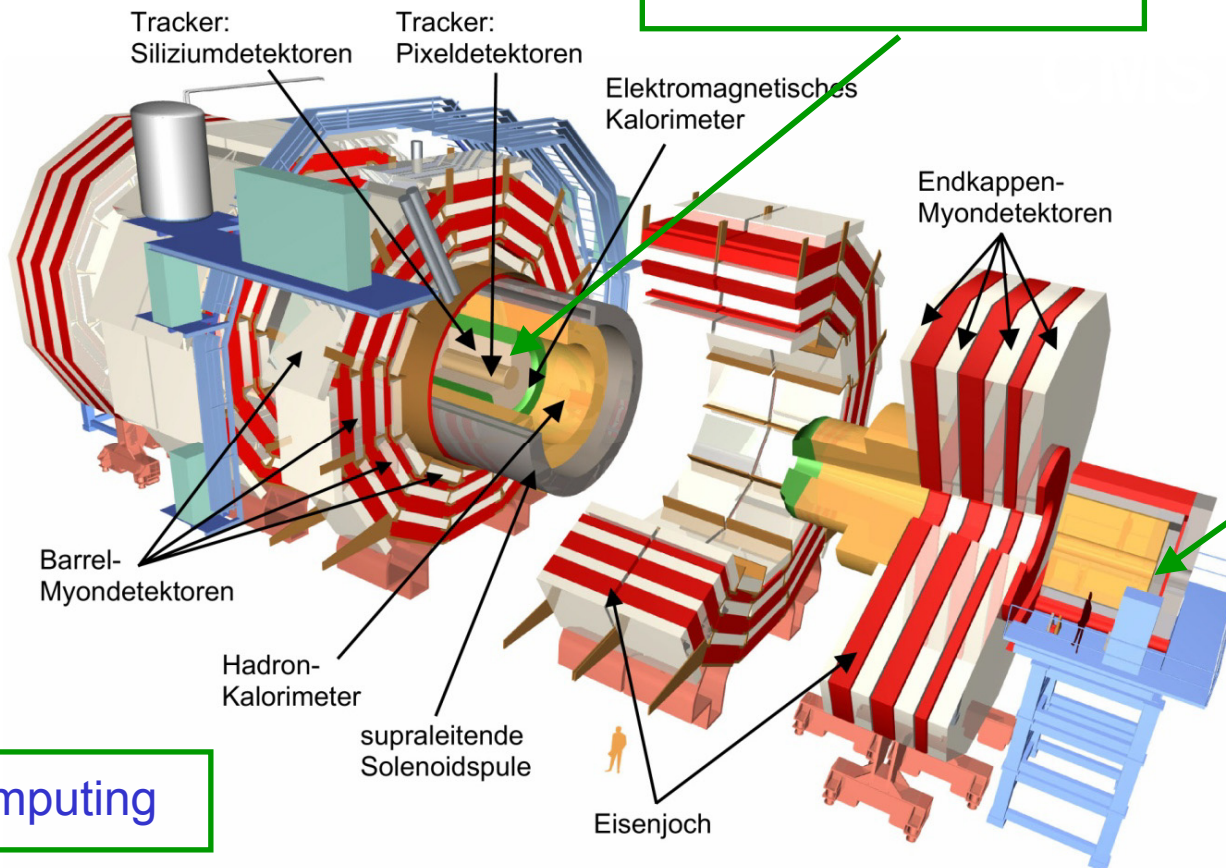
- Magnetfeld von 8,3 Tesla
- insgesamt 1232 Stück, 15 m lang
- 270'000 km Kabelstränge mit 6400 7µm dicken supraleitenden Filamenten
- Strom von 11'700 A
- Betriebstemperatur von 1.9 K

Betrieb bei einer Temperatur von -271°C





**Bau der Einzelteile an
teilnehmenden Instituten,
Zusammenbau am CERN**



CMS-Detektor:

**25m lang, 16m Höhe
12500 Tonnen
Nettokosten 550 MSFr**

Strahlmonitor

CMS-Kollaboration:

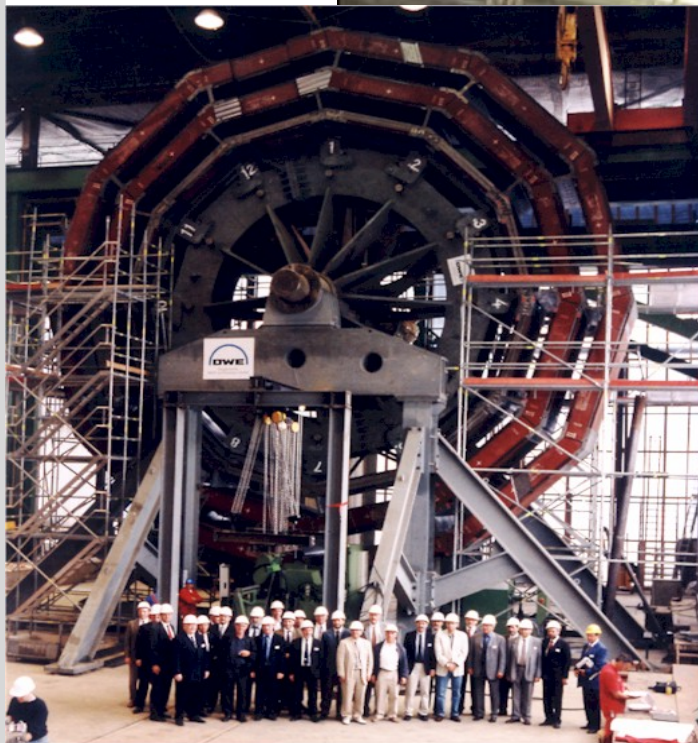
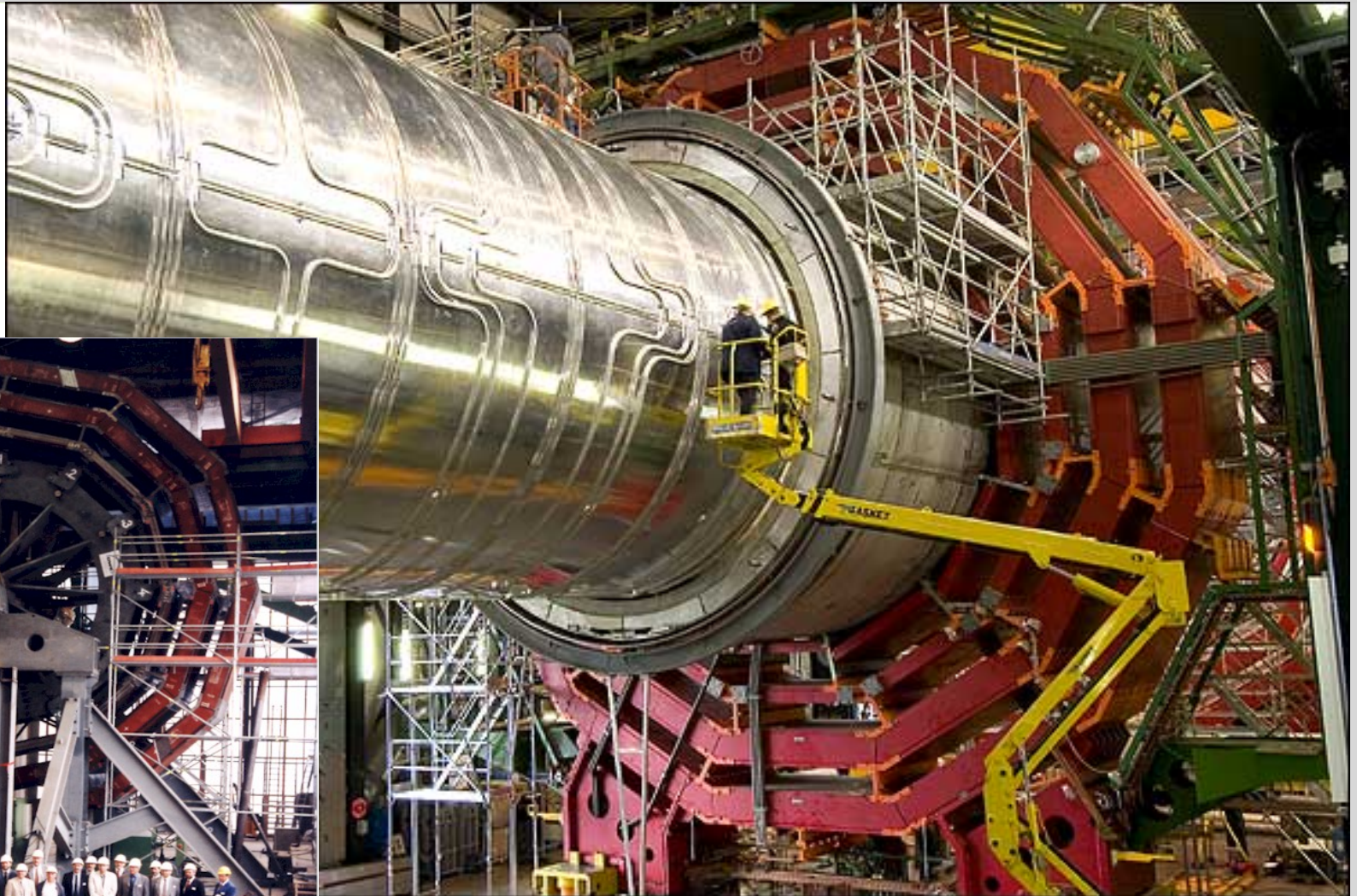
**2310 Wissenschaftler
38 Staaten
175 Institute**

Computing

Software / Datenanalyse

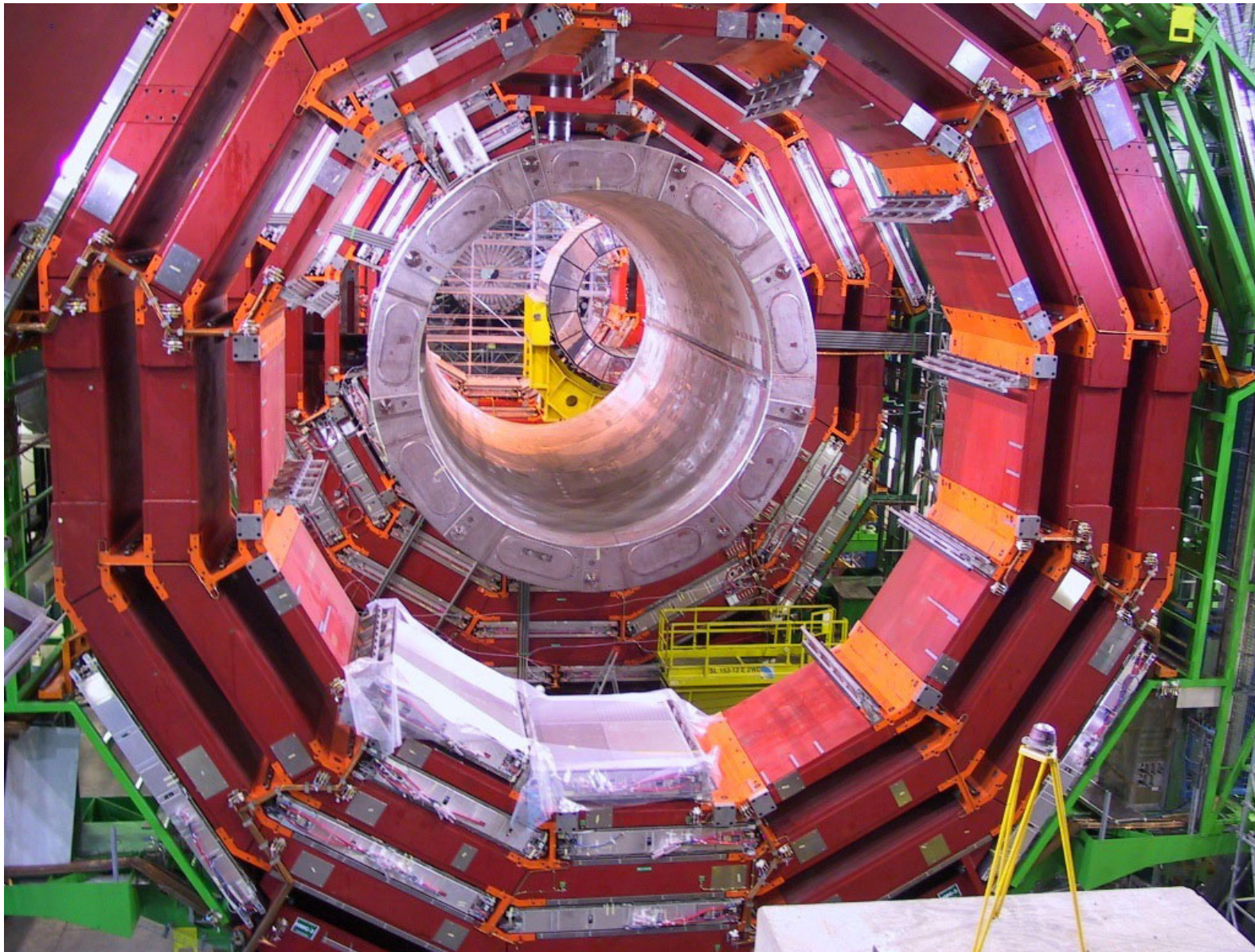
IEKP Karlsruhe: 55

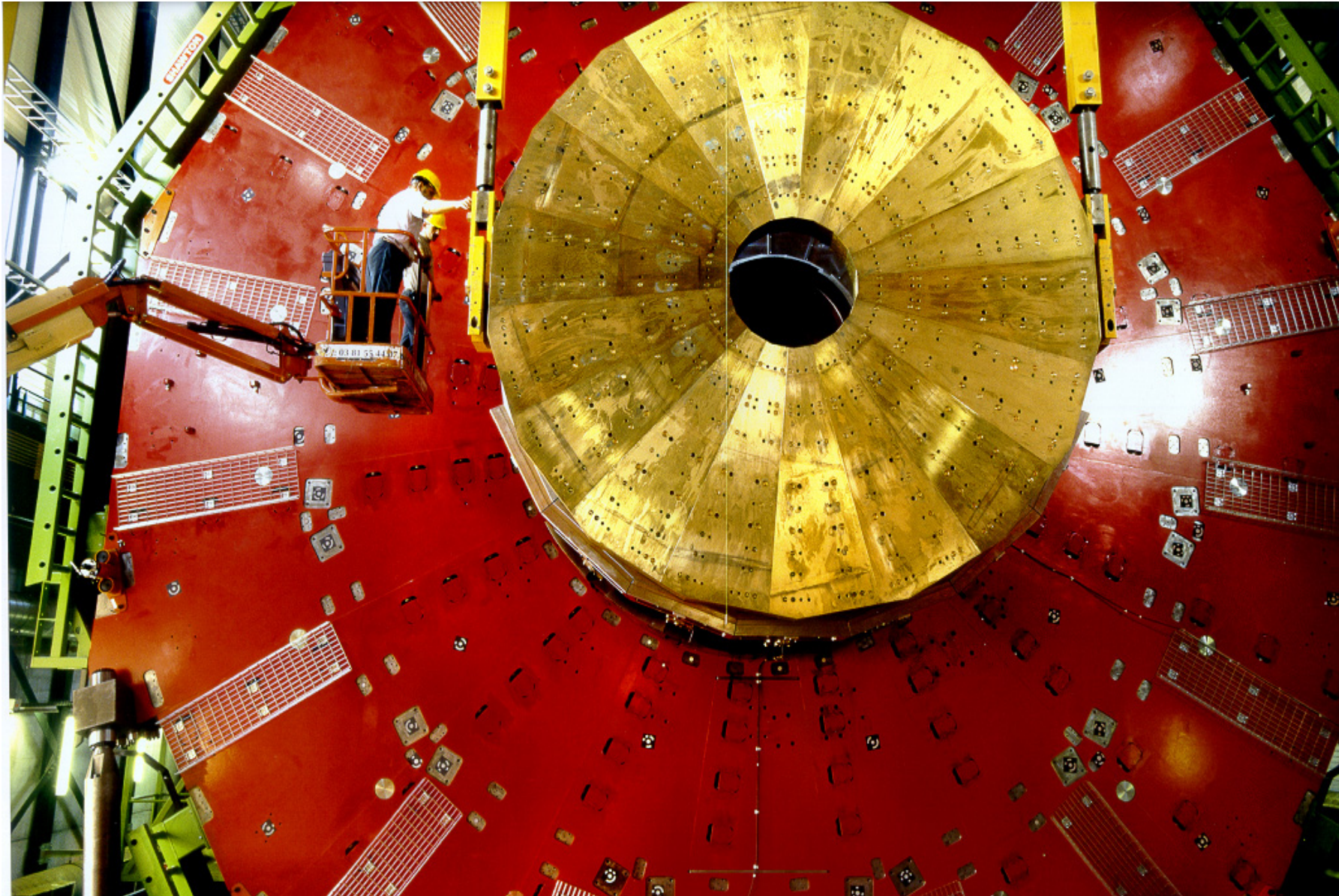
Einschub der
inneren
Kryostatwand



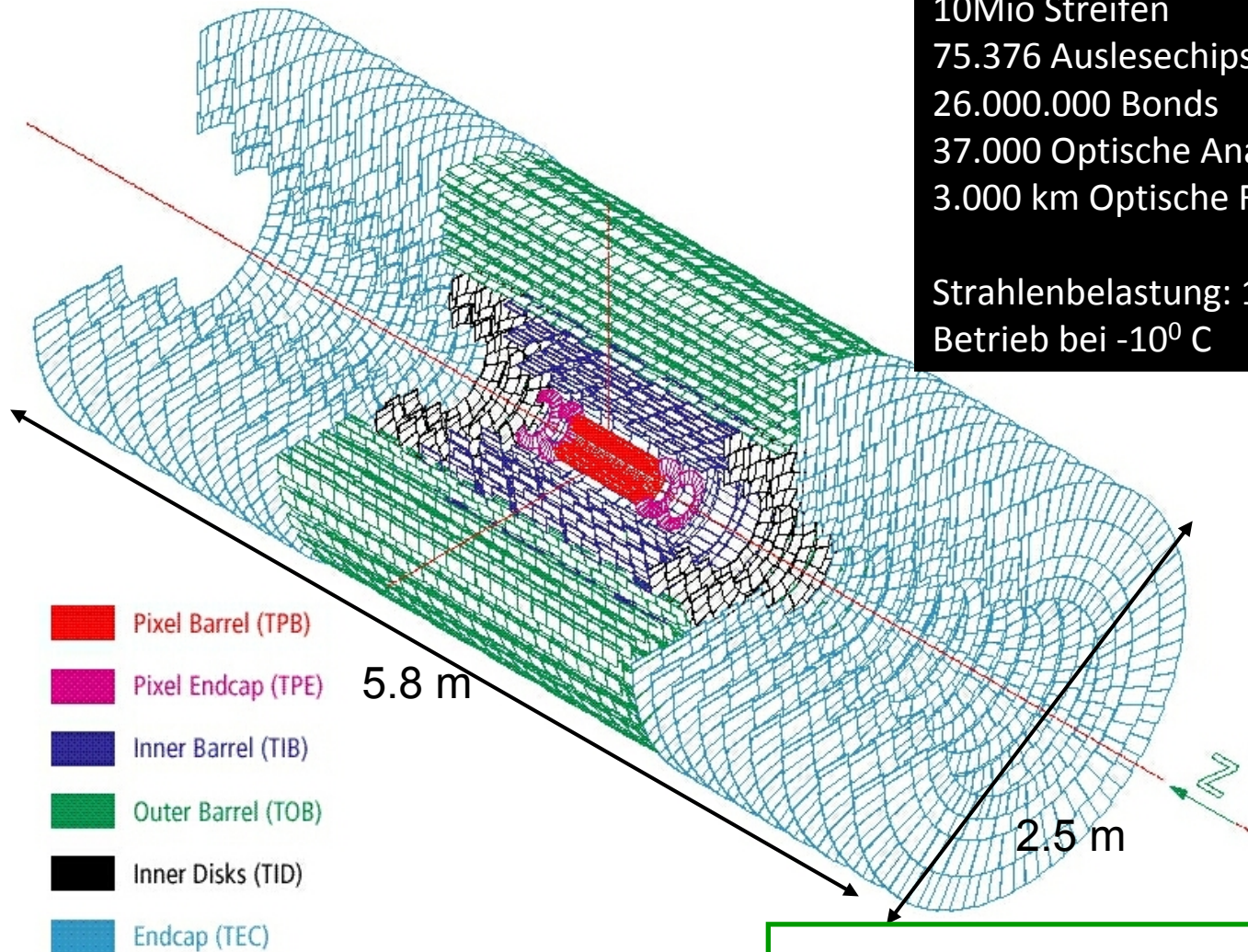
Bau des Eisenjochs in der DWE-Werft

GRÖßTER SUPRALEITENDER MAGNET DER WELT:
4T (100000 mal Erdmagnetfeld)
13m lang, 6m Durchmesser





Der weltgrößte Siliziumdetektor:



206 m² (Streifen) + 1 m² (Pixel)

25.000 Siliziumsensoren

10Mio Streifen

75.376 Auslesechips

26.000.000 Bonds

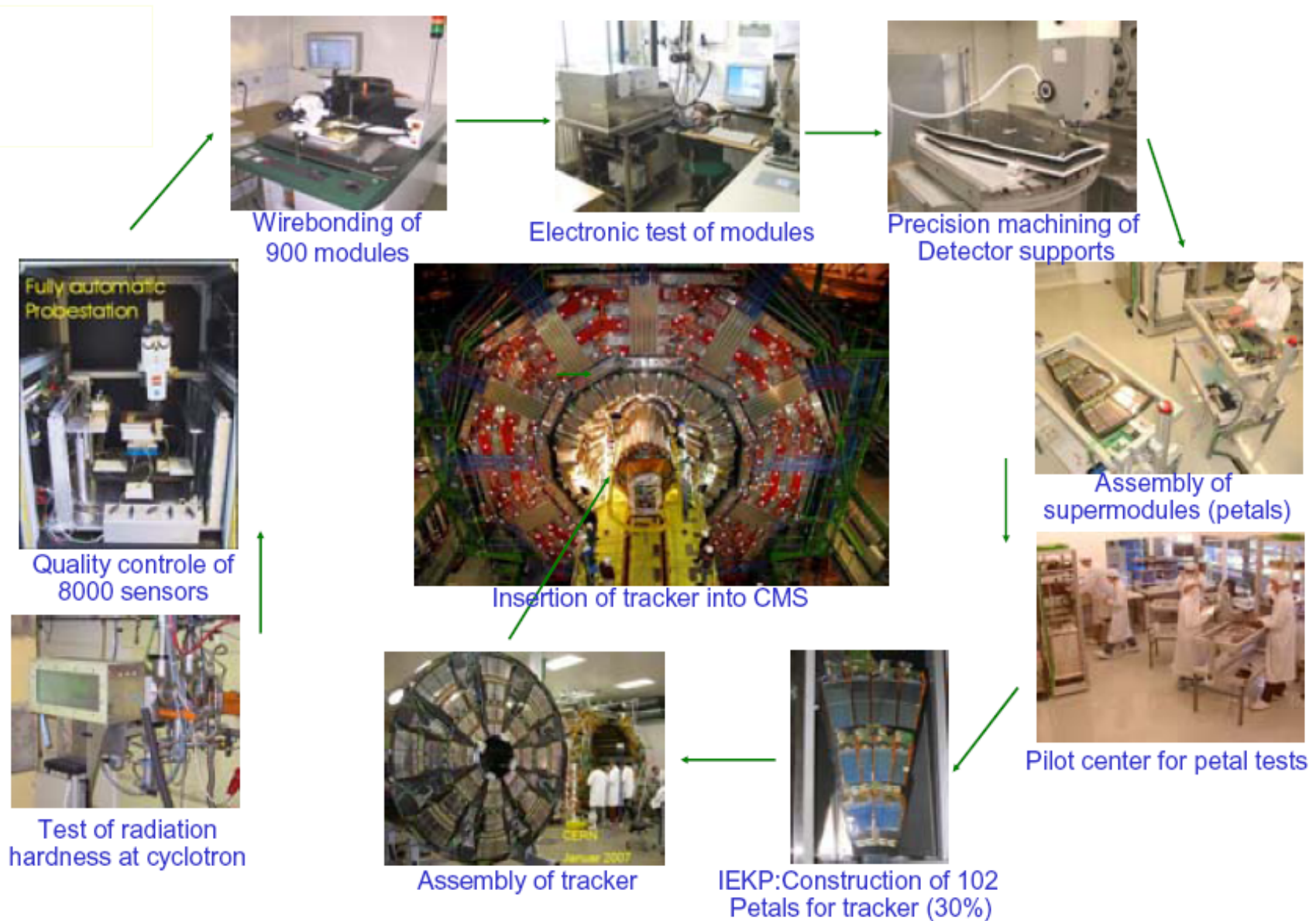
37.000 Optische Analogverbindungen

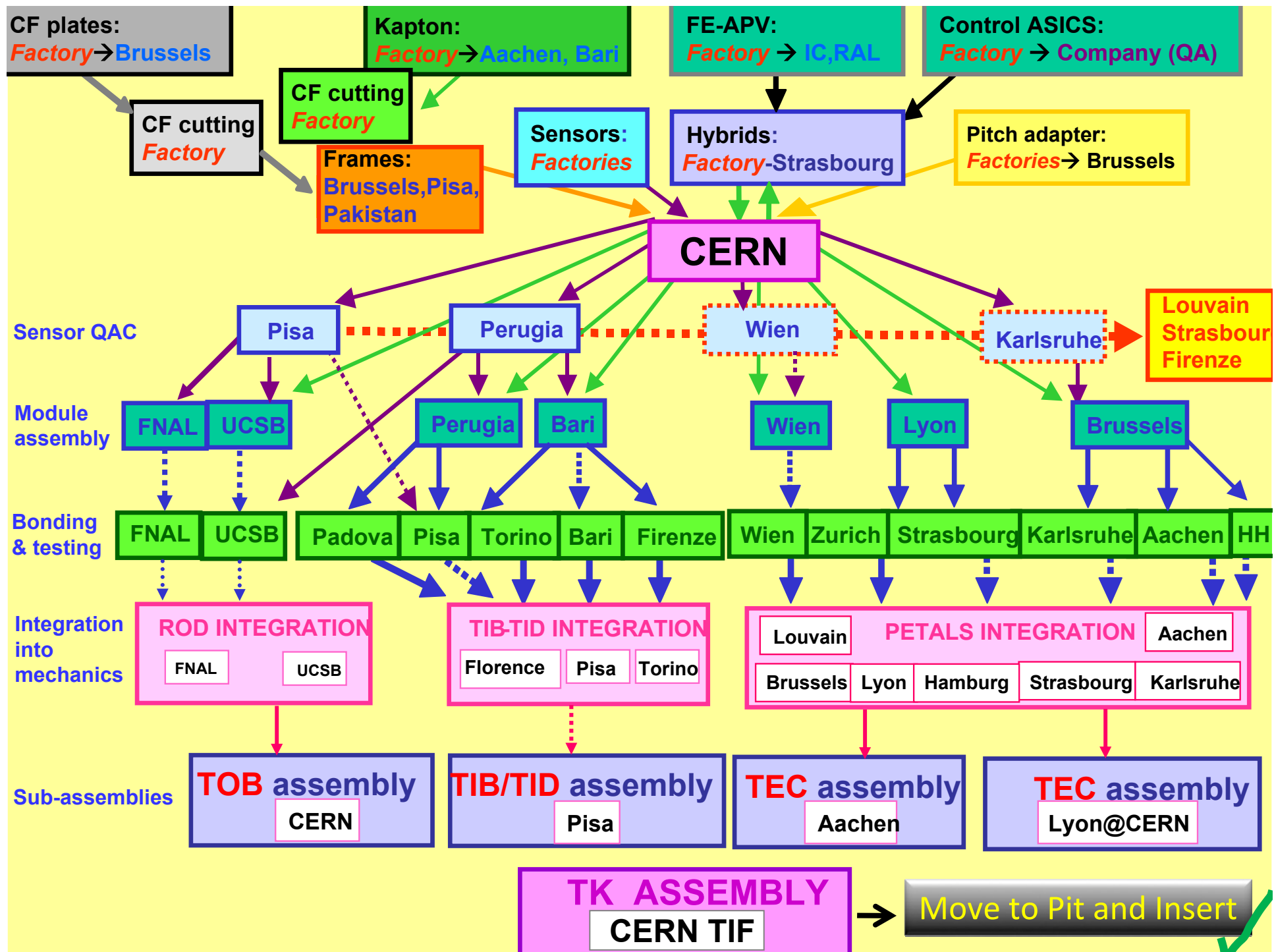
3.000 km Optische Fibern

Strahlenbelastung: $10^{13} - 10^{15} \text{ n}_{\text{eq}}/\text{cm}^2$

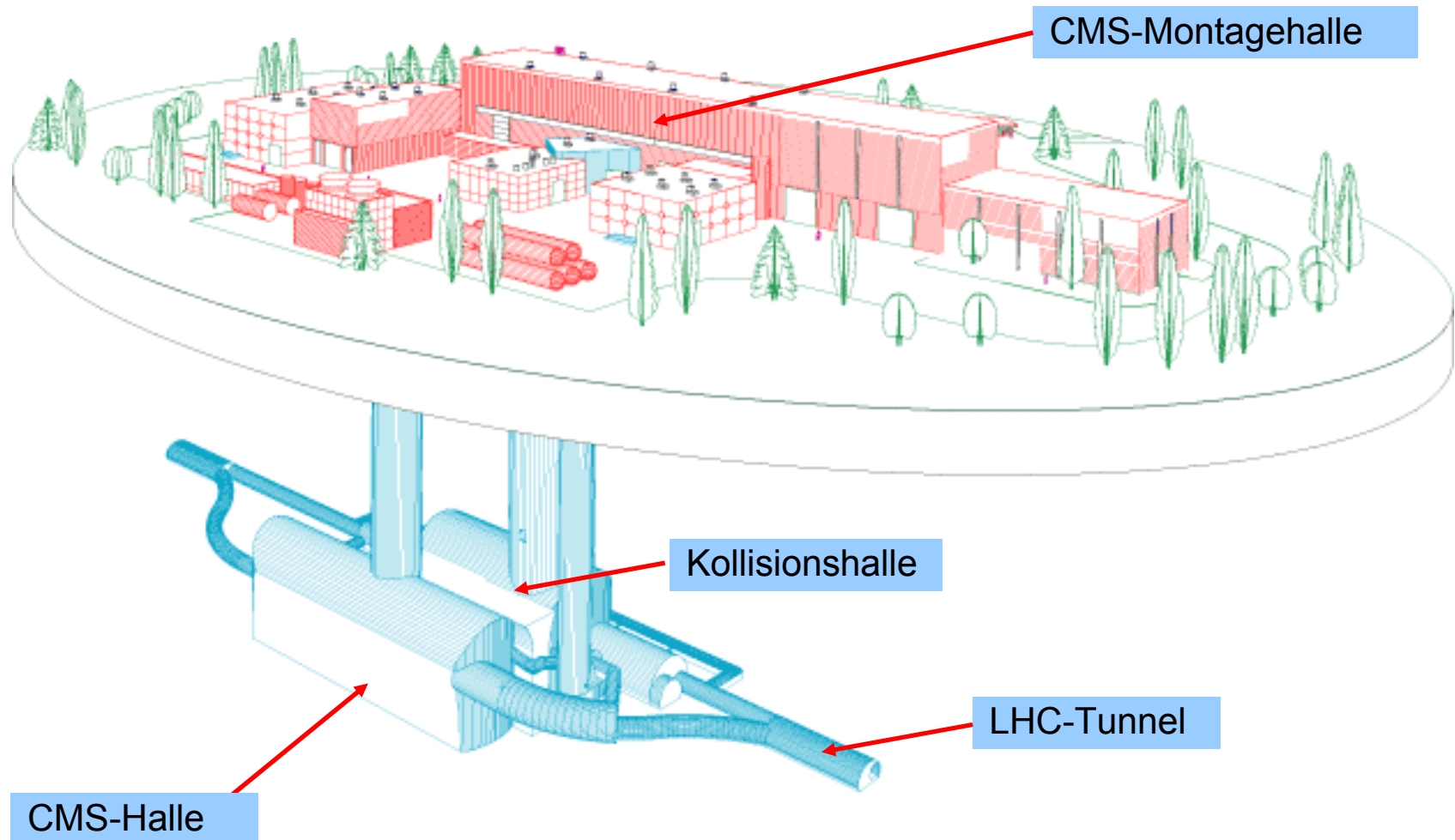
Betrieb bei -10⁰ C

Karlsruhe: signifikanter Anteil am Tracker





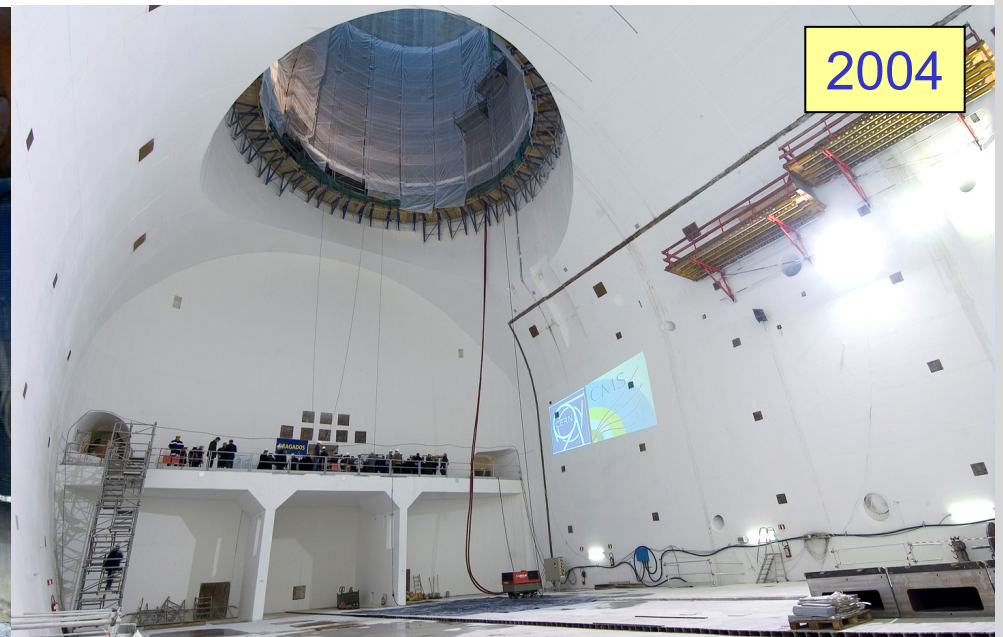
Auf dem Papier...



...im Bau

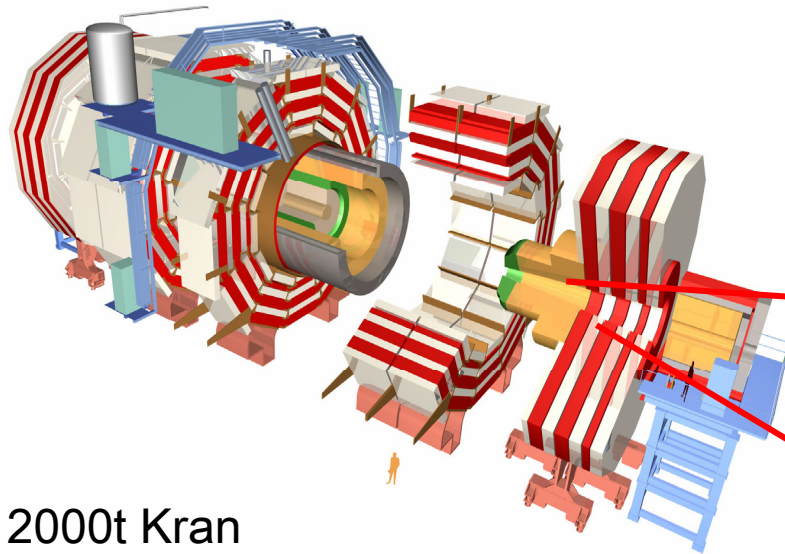


Jan 1999

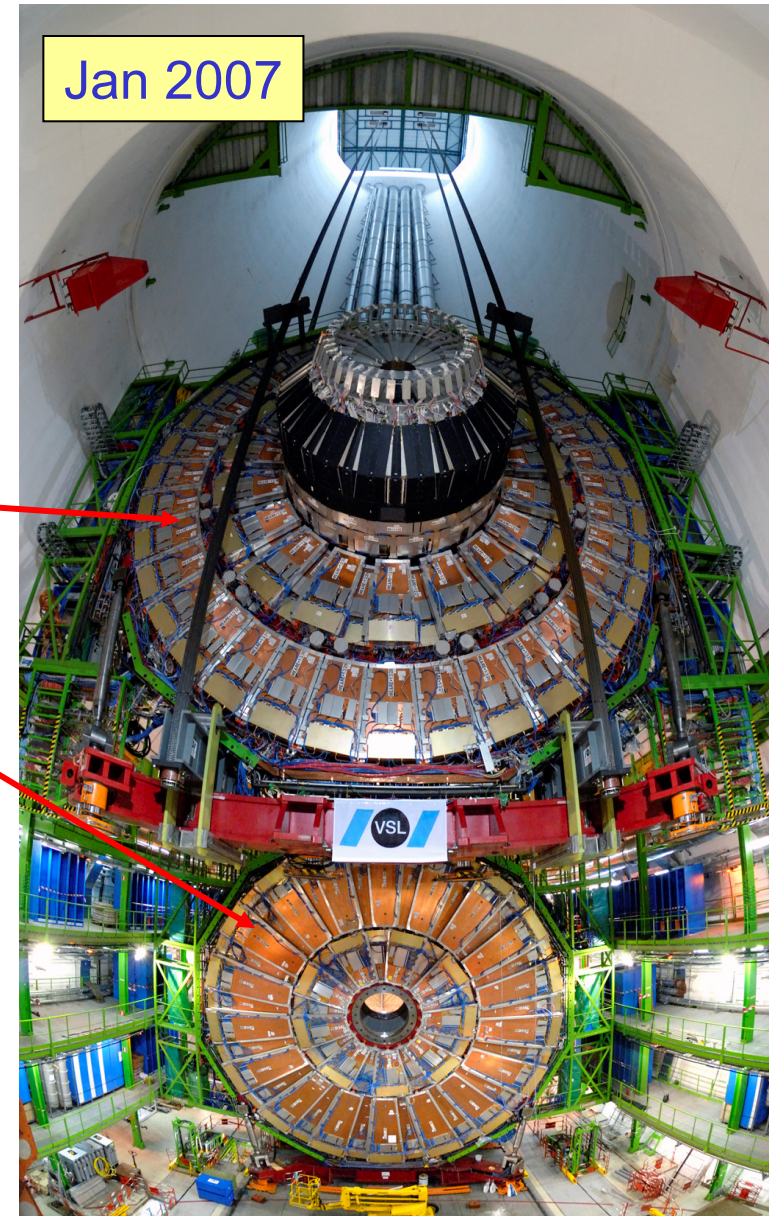


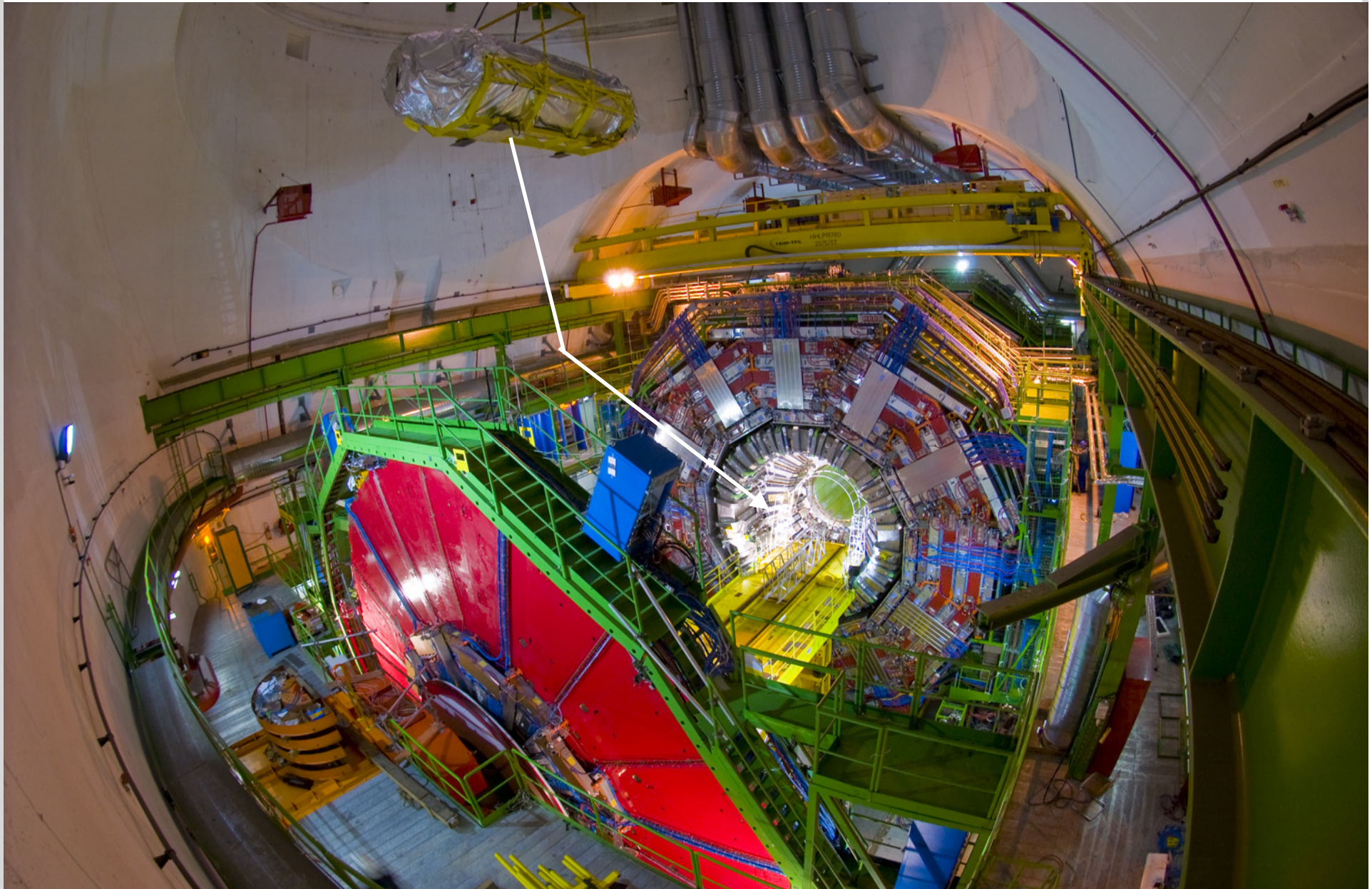


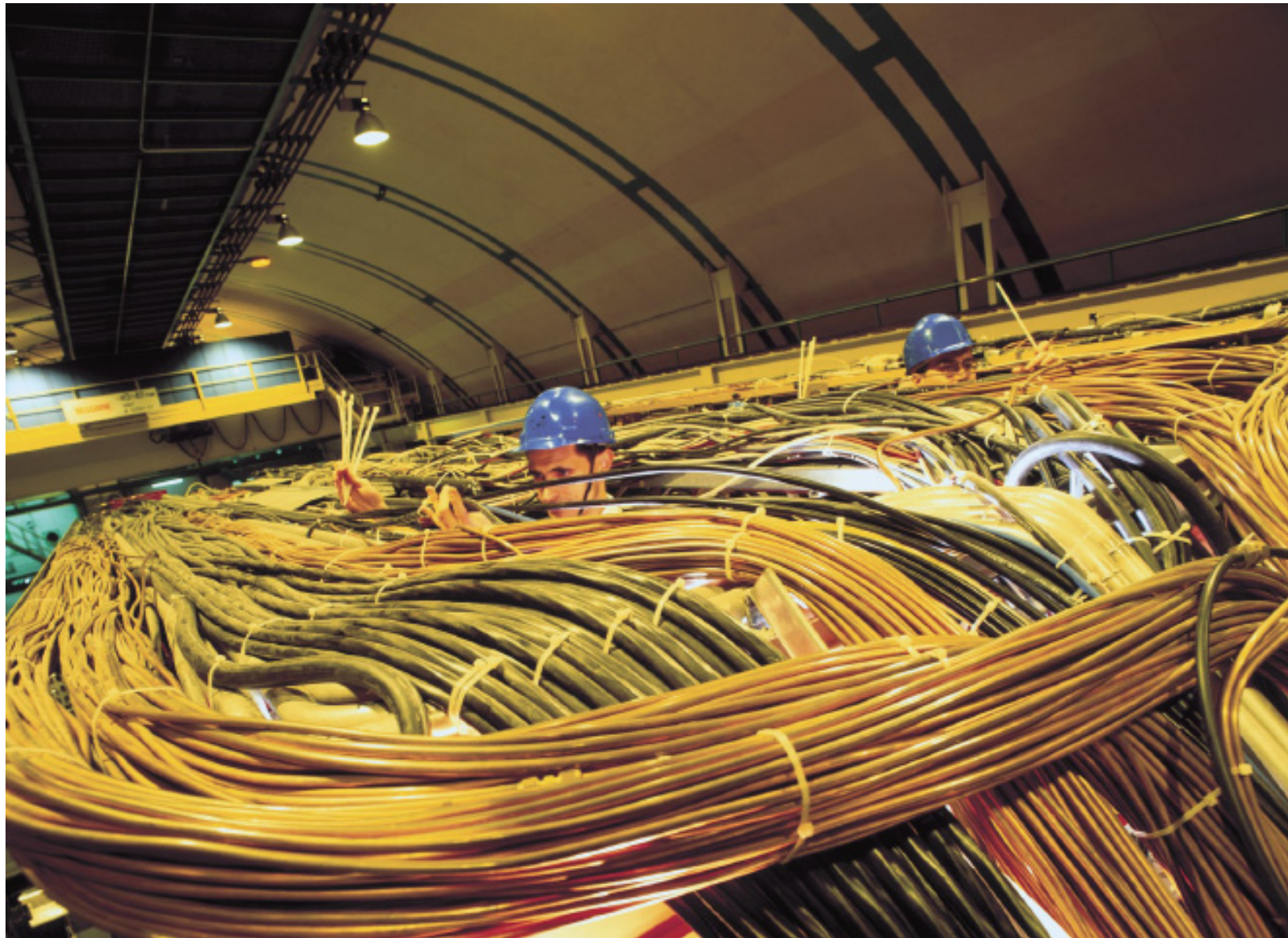
Absenken einer Endkappe



2000t Kran





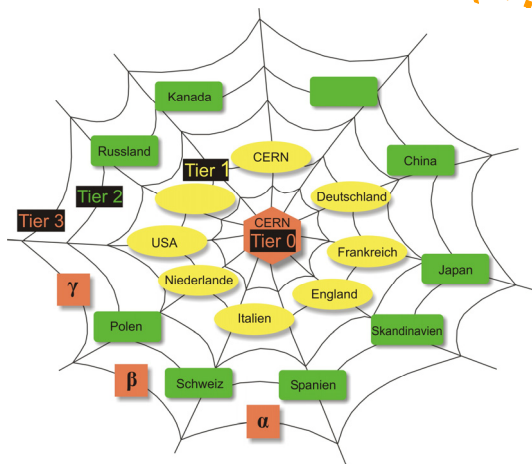
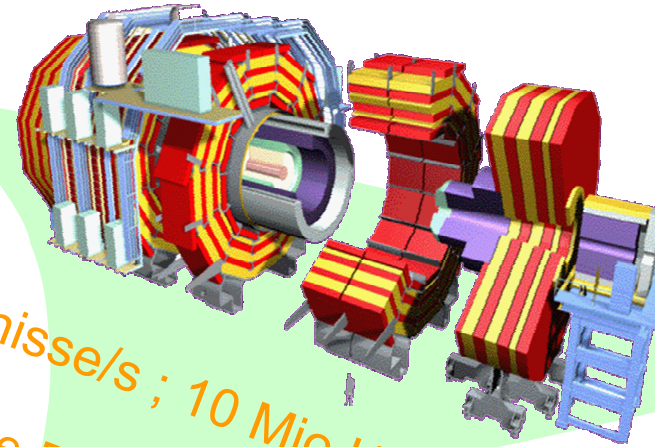


Am CERN wurde das World-Wide Web erfunden.
Das Grid ist eine Weiterentwicklung

40 MHz ; 10^9 Ereignisse/s ; 10 Mio Kanäle $\Rightarrow$ 1 PetaByte/s

Online-Datenreduktion
Datenspeicherung
100 Hz

$\sim$ 1PetaByte/Jahr
(1.4 Millionen CD)

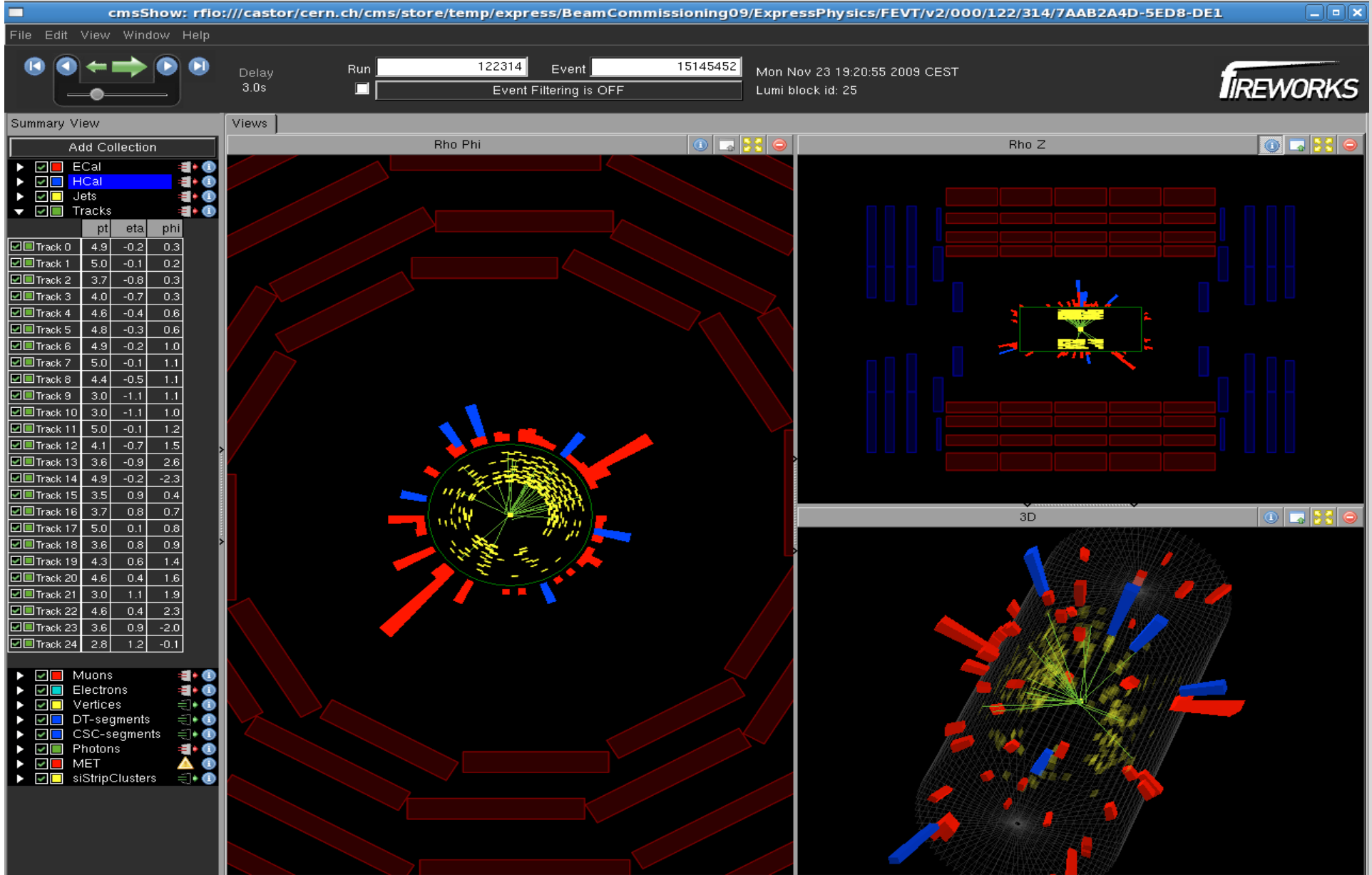


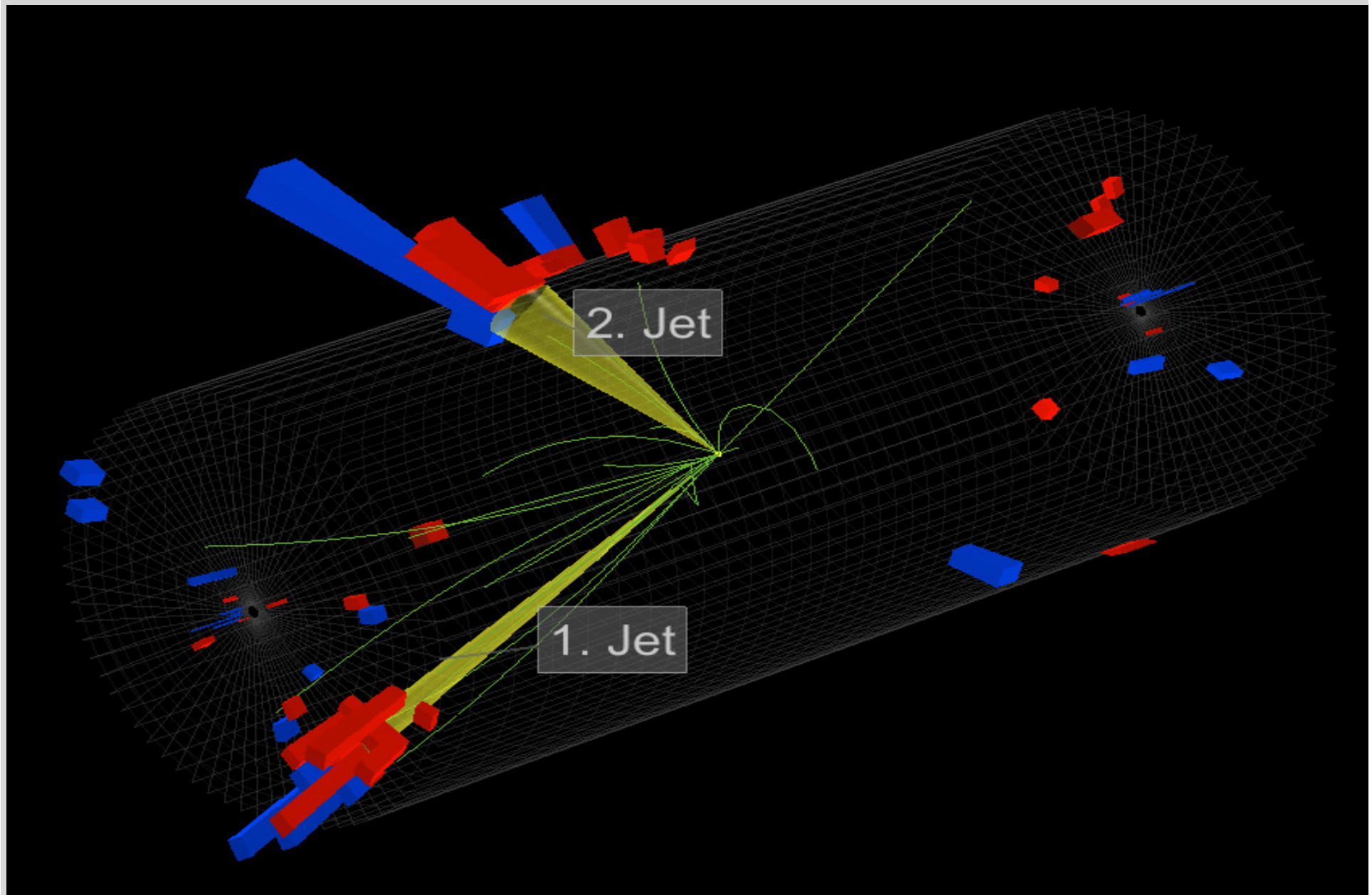
LÖSUNG: DAS GRID



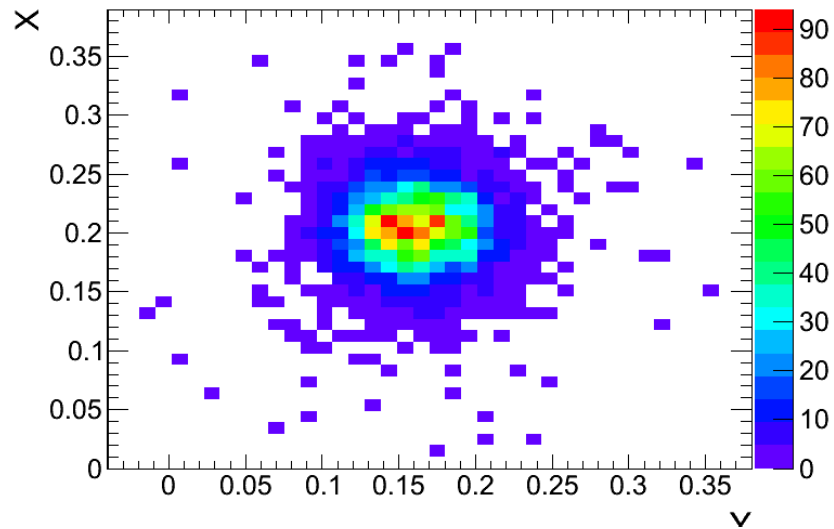
KIT: GridKa (Tier 1)

CampusGrid (Tier 2-3)

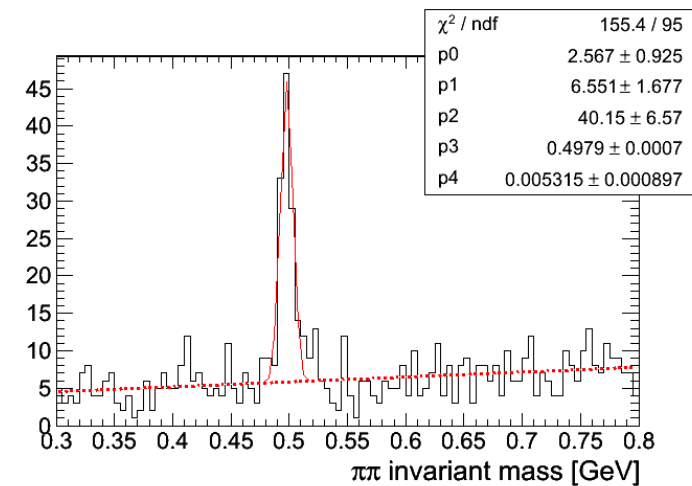




primary vertices

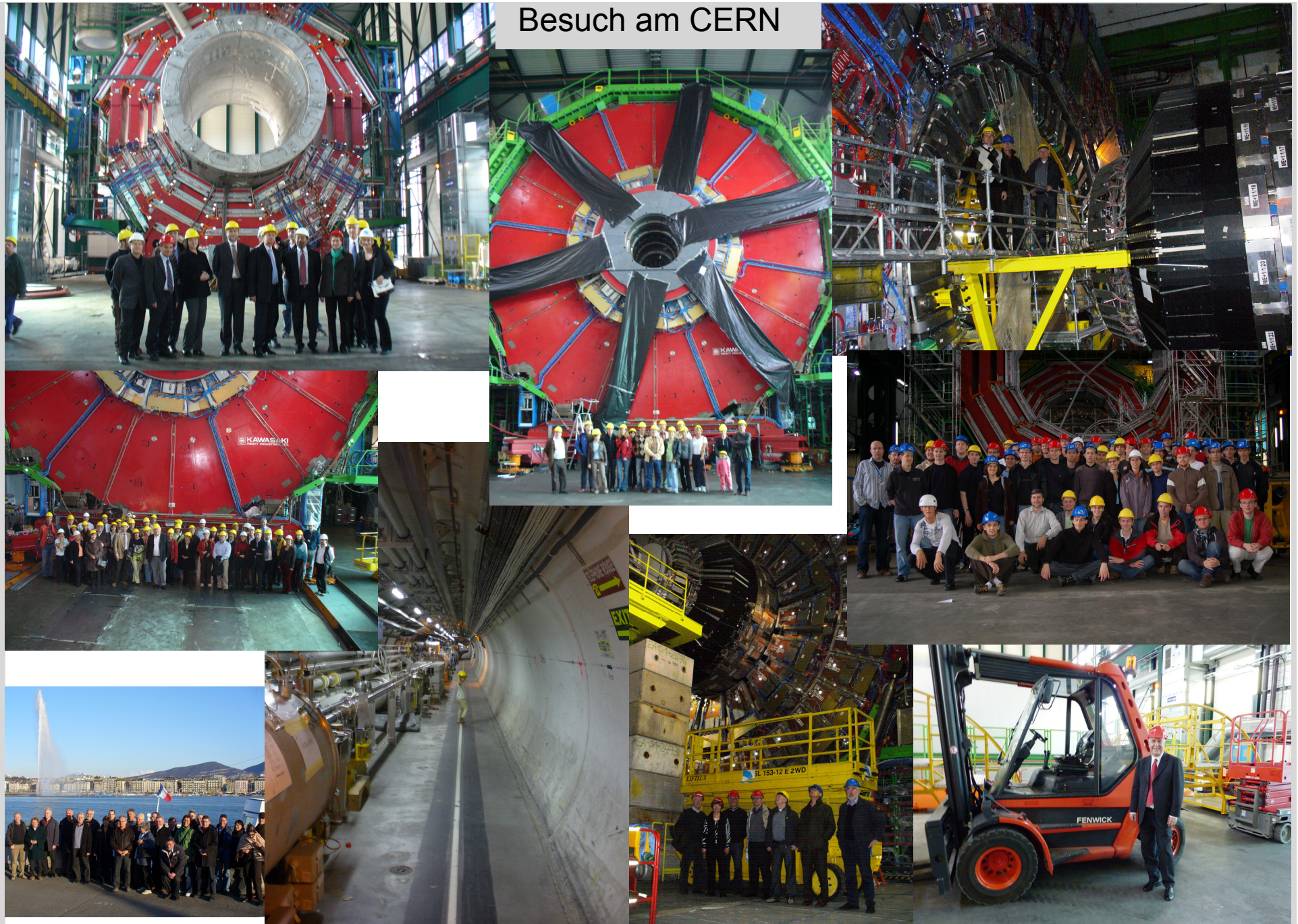


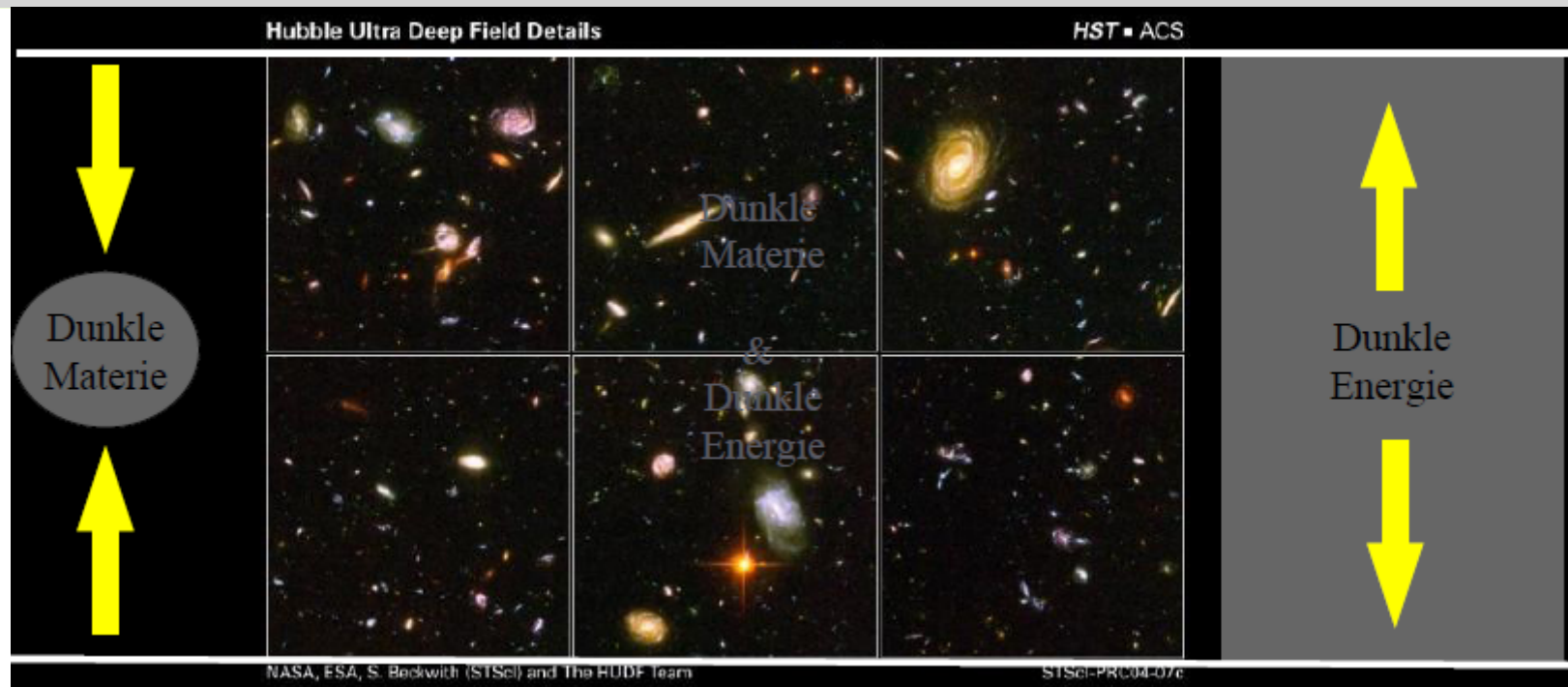
Reconstructed primary vertices
Beam profile



K-Shorts

Besuch am CERN

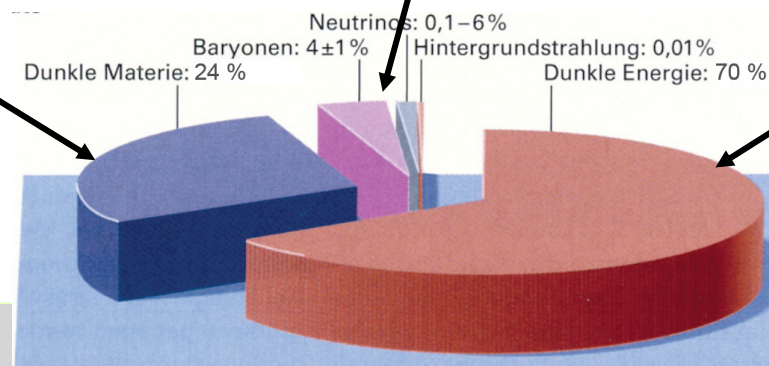




Es besteht die Möglichkeit, Dunkle Materie am LHC zu erzeugen

Heute bekannt

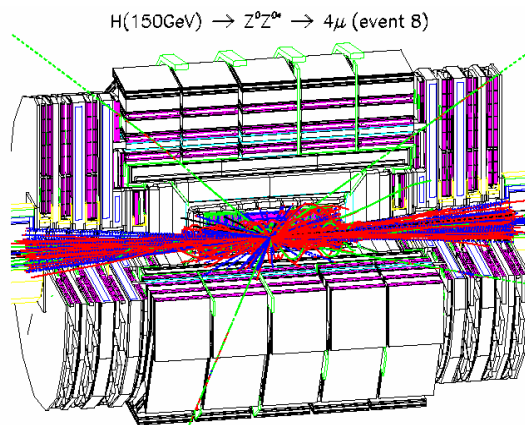
Genaue Kenntnisse vom Higgs-Teilchen: Verständnis von der Dunklen Energie



- 25 Jahre nach der ersten Idee vom Large Hadron Collider haben wir begonnen
- Beschleuniger und Detektoren sind die kompliziertesten Geräte der Menschheit
- **Wir stehen vor einem sehr großen Erkenntnissprung**
- **Unser ausdrücklicher Dank gebührt dem KIT und den Fördereinrichtungen, vor allem aber dem BMBF. Diese Forschung kann nur gelingen, wenn Forscher und Förderer extreme Ausdauer besitzen.**
- **Gegenwert unserer Forschung:**
 1. Erkenntnis
 2. Anschub und Erfindungen
 3. Ausbildung

Film: <http://www.kit.edu/video.php>

Das Karlsruher Team



Simulation eines Higgsbosonereignisses



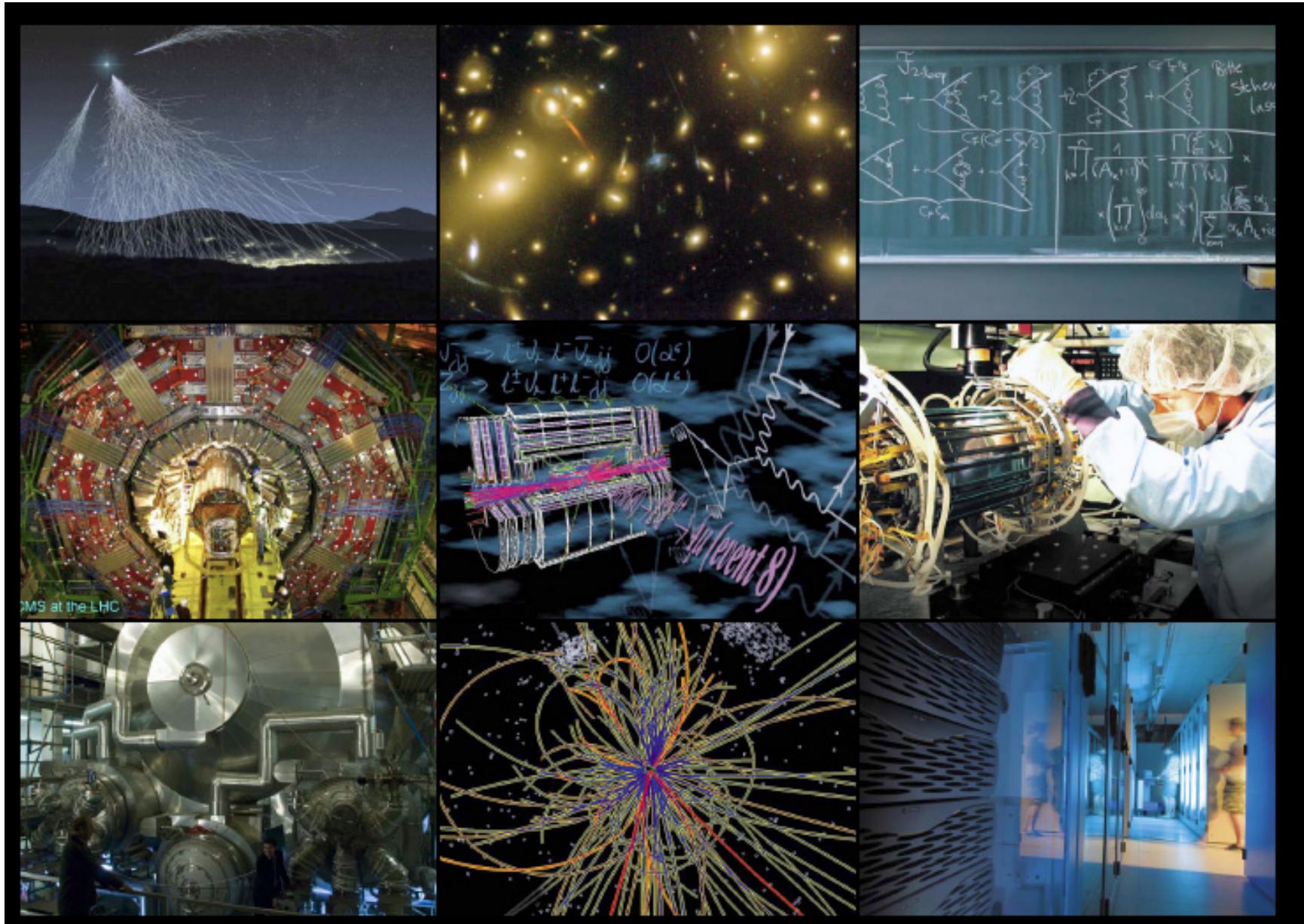


Teilchen und Kräfte im Universum

KIT-ZENTRUM ELEMENTARTEILCHEN- UND ASTROTEILCHENPHYSIK



Die Experimentelle Teilchenphysik findet in Karlsruhe im Rahmen des Zentrums KCETA statt, das alle Aktivitäten der theoretischen und experimentellen Elementarteilchenphysik und Astroteilchenphysik umfasst und vernetzt: www.kceta.kit.edu



С рождеством
Христовым

Cracun Fericit

Gelukkig Kerstfeest

Merry Christmas

Frohe Weihnachten

Vesele Vianoce

Feliz Navidad

Joyeux Noël

Καλα Χριστουγεννα

Buon Natale

