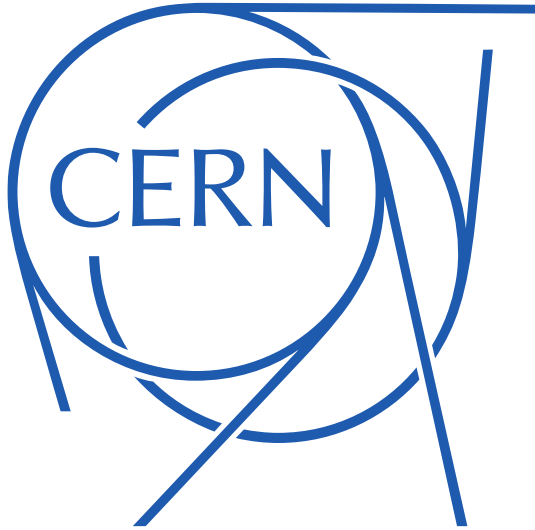


Was ist der / die / das



eigentlich?

# Was heißt «CERN» ursprünglich?

Conseil  
Européen pour la  
Recherche  
Nucléaire

1952

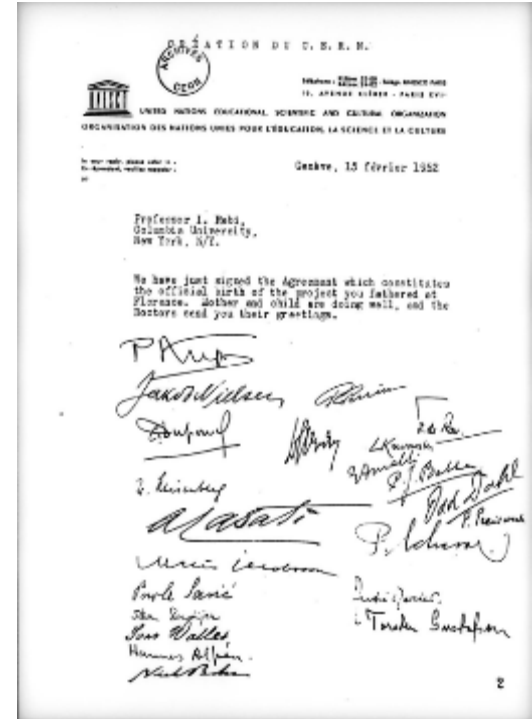


# Der Name CERN blieb erhalten...

# 1954

## 12 Staaten gründen:

Organisation	European
Européenne pour	Organization for
la Recherche	Nuclear
Nucléaire	Research



# CERN wurde 1954 von 12 europäischen Staaten gegründet

## “Science for Peace”

Heute hat CERN 23 Mitgliedsstaaten

~ 2.560 internationale Beamte  
~ 2.490 weitere Angestellte  
~12.000 Nutzer  
Budget (2018) ~1,24 MCHF

**Mitgliedsstaaten:** Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Israel, Italien, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakische Republik, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn

**Assoziierte Mitgliedsstaaten:** Indien, Litauen, Pakistan, Türkei, Ukraine; ... **im Beitrittsverfahren:** Serbien, Slowenien, Zypern

**Beitrittskandidaten:** Australien, Brasilien, Estland, Irland, Kanada, Kroatien, Lettland, Südkorea

**Beobachter im Rat:** Japan, Russland, USA; Europäische Kommission, UNESCO, JINR

# Grundlagenforschung seit 60 Jahren

1957



# Eine richtige kleine Stadt



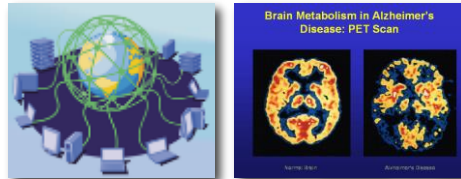
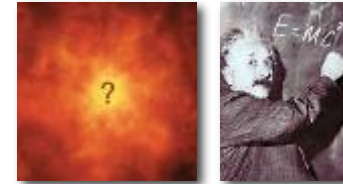
# Die Aufgaben des CERN

Global Collaboration



Education

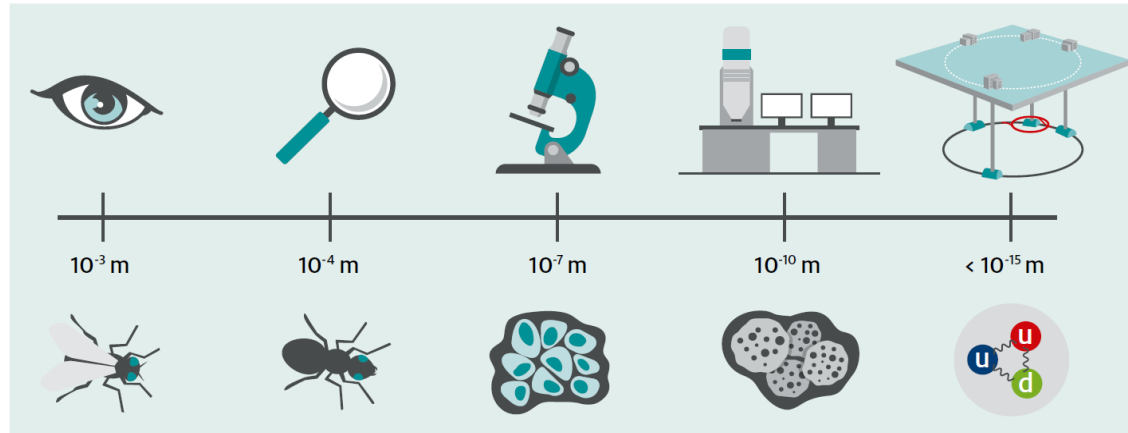
Fundamental Research



New Technologies

# Grundlagenforschung am CERN

*Woraus sind wir und alles andere um uns gemacht?*





# Grundlagenforschung am CERN

	1. Generation	2. Generation	3. Generation	I	Z	$\vec{C}$
elektrisch neutrale Leptonen	$\nu_e$	$\nu_\mu$	$\nu_\tau$	$+\frac{1}{2}$	0	farblos $\vec{0}$
elektrisch geladene Leptonen	$e^-$	$\mu^-$	$\tau^-$	$-\frac{1}{2}$	-1	farblos $\vec{0}$
Quarks	$u$ $u$ $u$	$c$ $c$ $c$	$t$ $t$ $t$	$+\frac{1}{2}$	$+\frac{2}{3}$	blau $\downarrow$ rot $\nearrow$ grün $\nwarrow$
	$d$ $d$ $d$	$s$ $s$ $s$	$b$ $b$ $b$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	blau $\downarrow$ rot $\nearrow$ grün $\nwarrow$
	starke Wechselwirkung elektromagnetische Wechselwirkung schwache Wechselwirkung		starke Wechselwirkung elektromagnetische Wechselwirkung schwache Wechselwirkung			



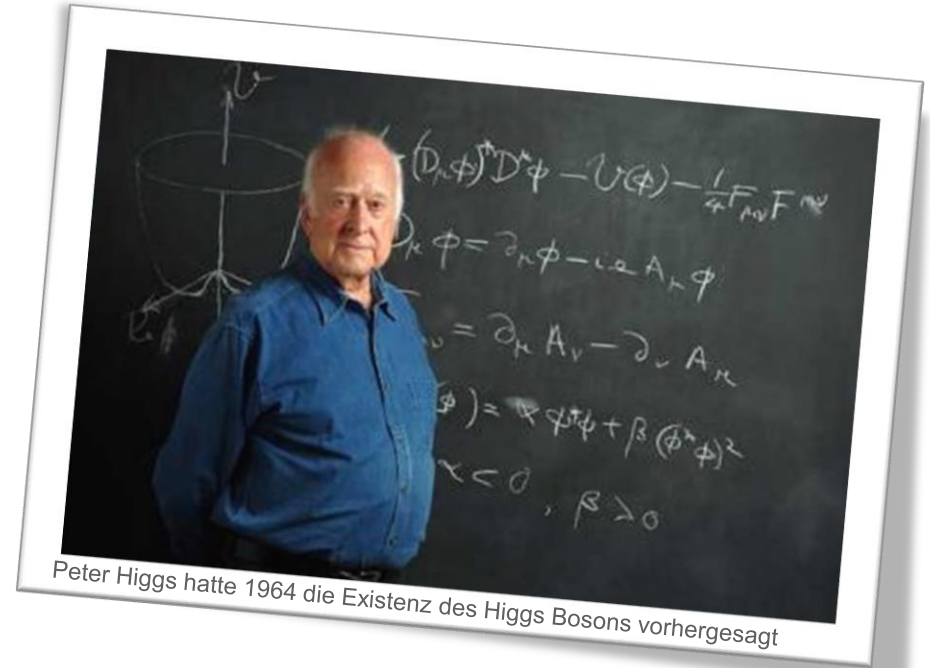
# Grundlagenforschung am CERN

## Warum haben Teilchen Masse?

Newton konnte es nicht erklären,  
wir können es (fast).



Higgs Boson



Peter Higgs hatte 1964 die Existenz des Higgs Bosons vorhergesagt

# Grundlagenforschung am CERN

## *Woraus besteht das Universum?*

Wir sehen nur 5%  
seiner geschätzte Masse!

Was ist der Rest?

Dunkle Materie? Dunkle Energie?



# Grundlagenforschung am CERN

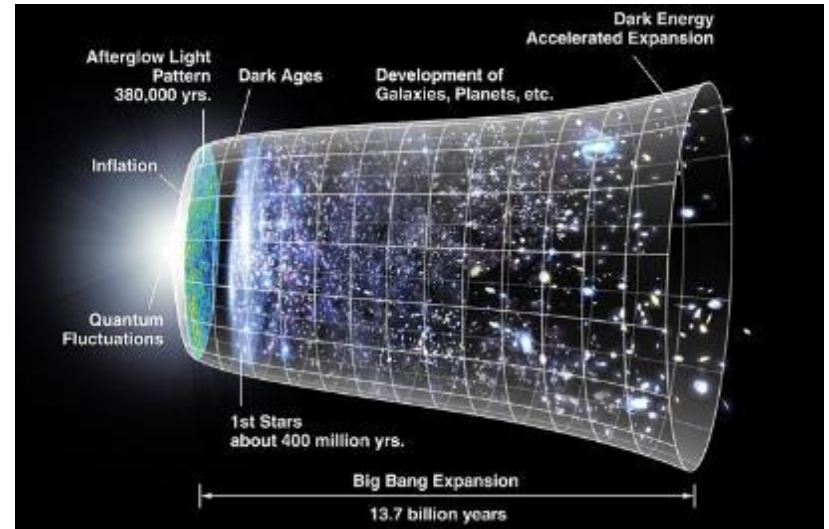
*Was geschah nach dem „Big Bang“?*

*Warum gibt es keine Antimaterie (mehr)?*

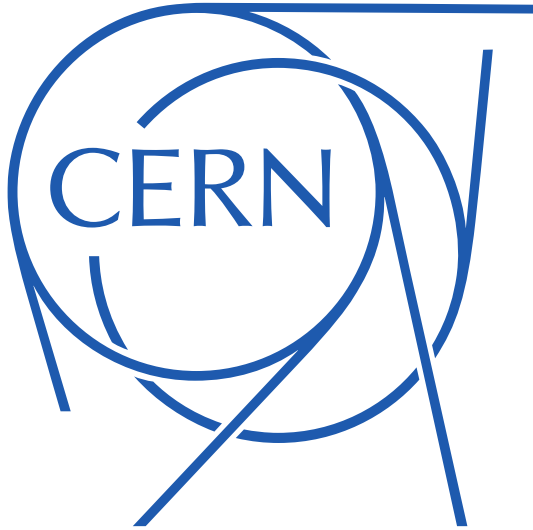
*Gibt es noch kleinere Teilchen als Quarks?*

*Wie viele Dimensionen gibt es im Universum?*

*Was wissen wir sonst noch nicht?*



Und wie macht

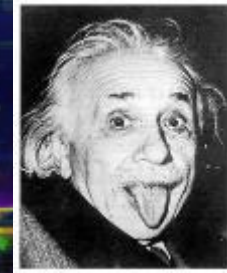


das?

# Durch Beschleunigen von Objekten und anschließender Kollision...



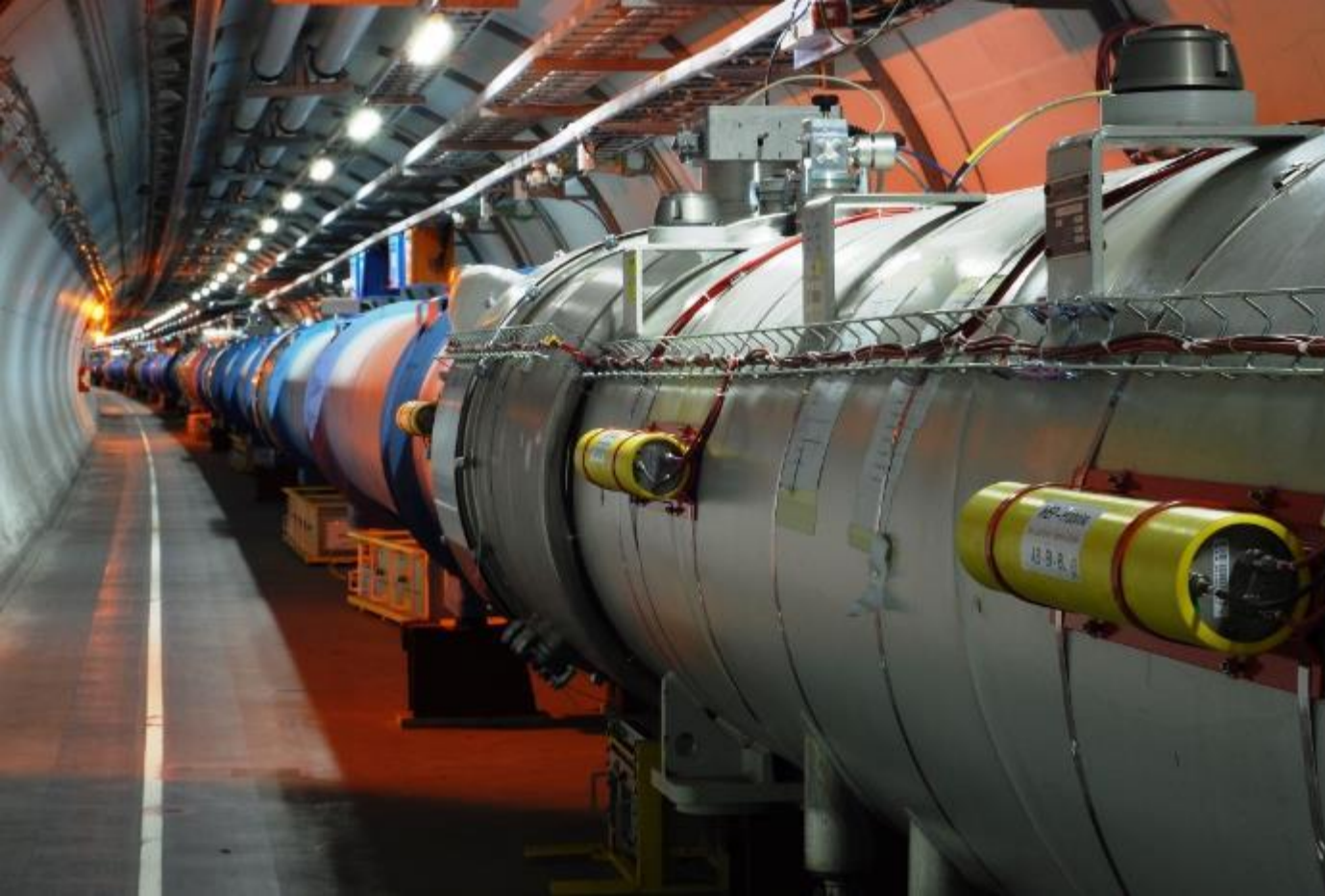
...mit unglaublich hoher Energie!



$$E=mc^2$$

14 TeV



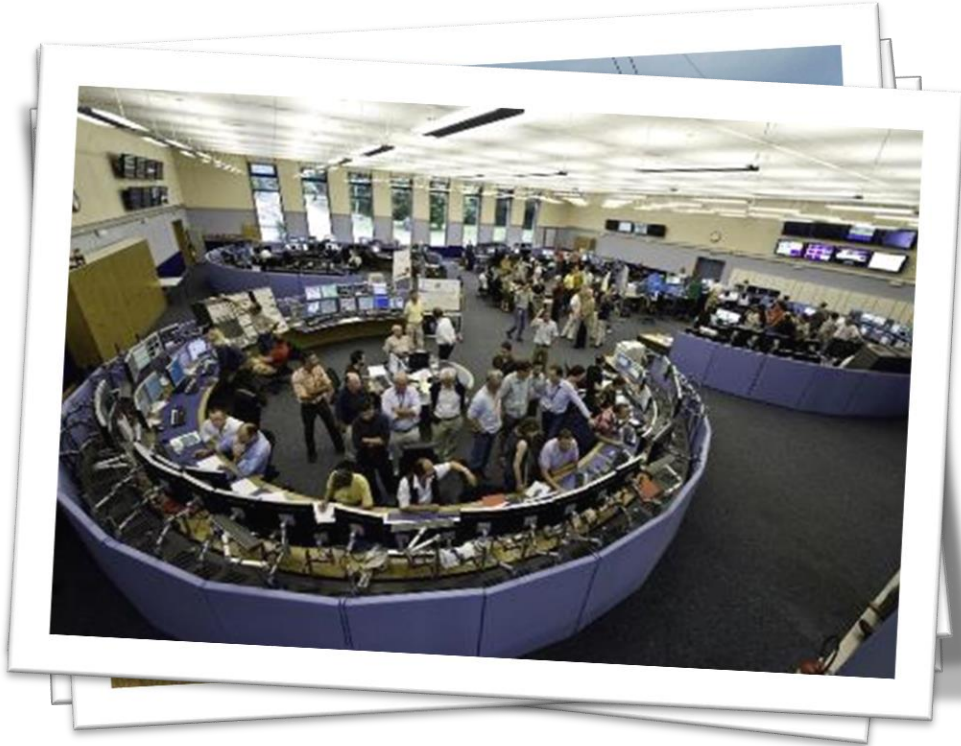


Im LHC –  
der größten,  
stärksten,  
kältesten,  
komplexesten  
Maschine  
der Welt...





# Ein paar Fakten zum LHC



27km langer Tunnel

9.593 supraleitende Magneten

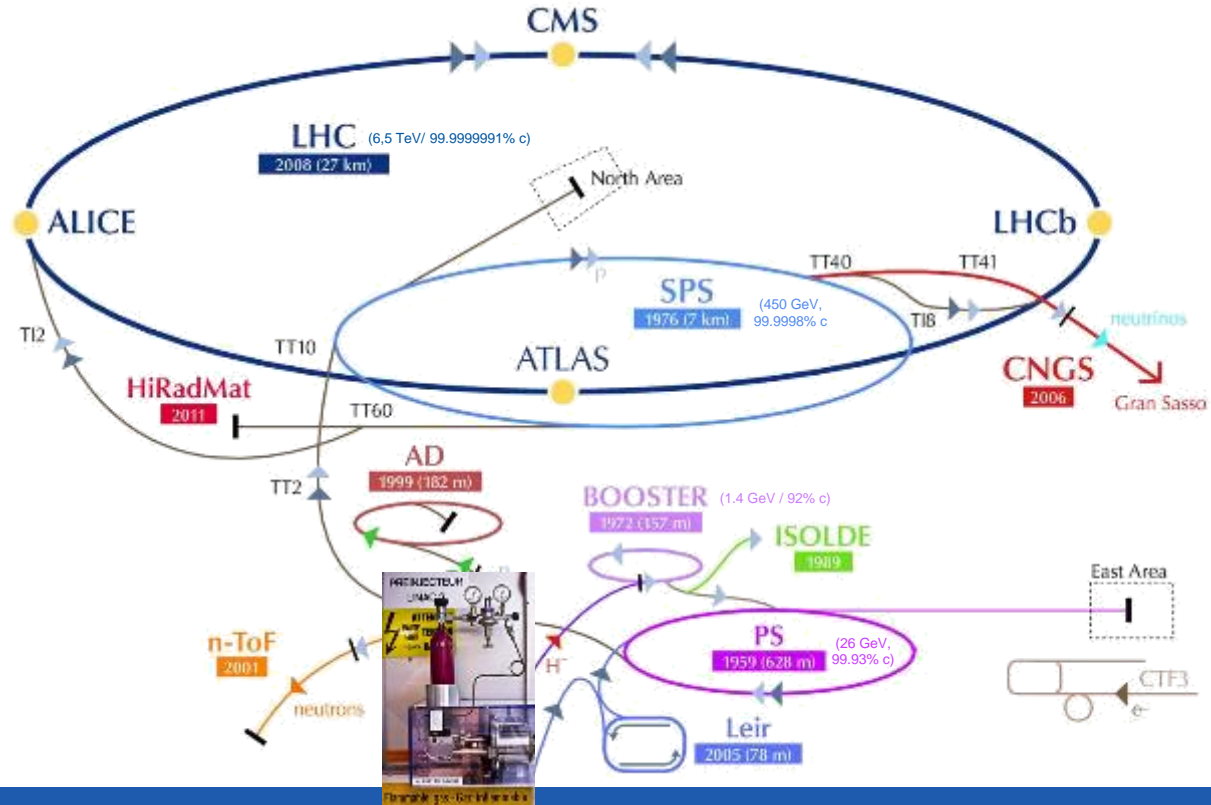
Ultra-dünnes Vakuum:  
10x dünner als auf dem Mond

Kältester Ort im Universum:  $-271^{\circ}\text{C}$   
(und heißester im Sonnensystem: 100.000x heißer als Sonne)

Benötigt so viel Strom wie ganz Genf

Rund um die Uhr kontrolliert im CCC

# Teil eines ganzen Beschleunigerkomplexes



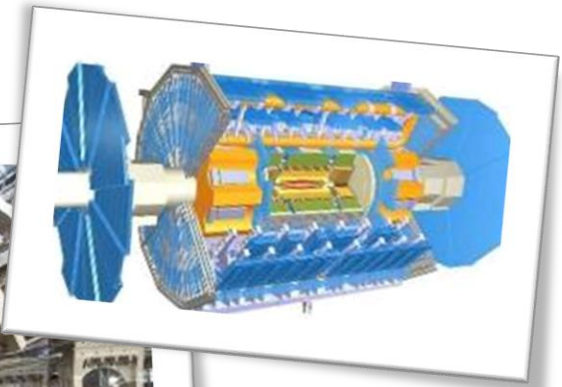
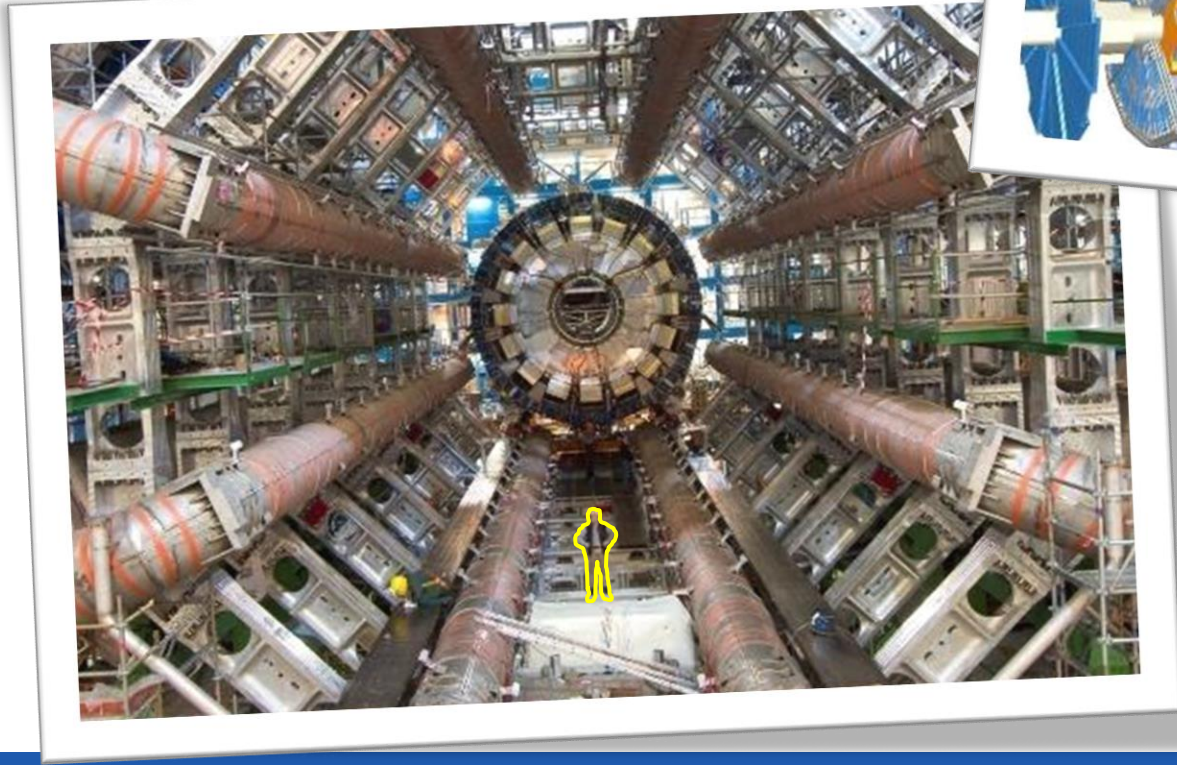
Kollisionen werden aufgezeichnet...

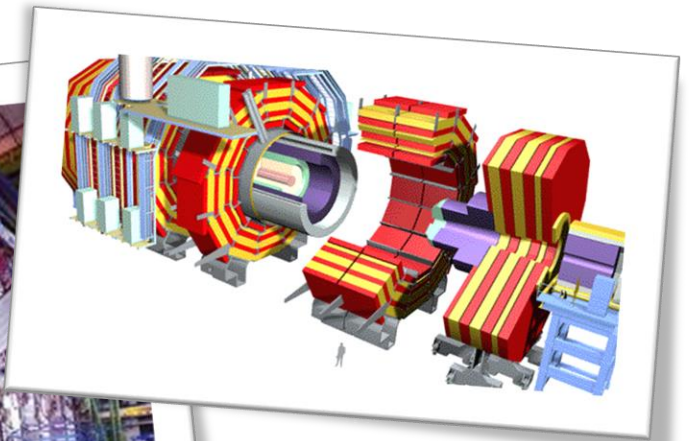


...mit 4 großen Detektoren

# ATLAS

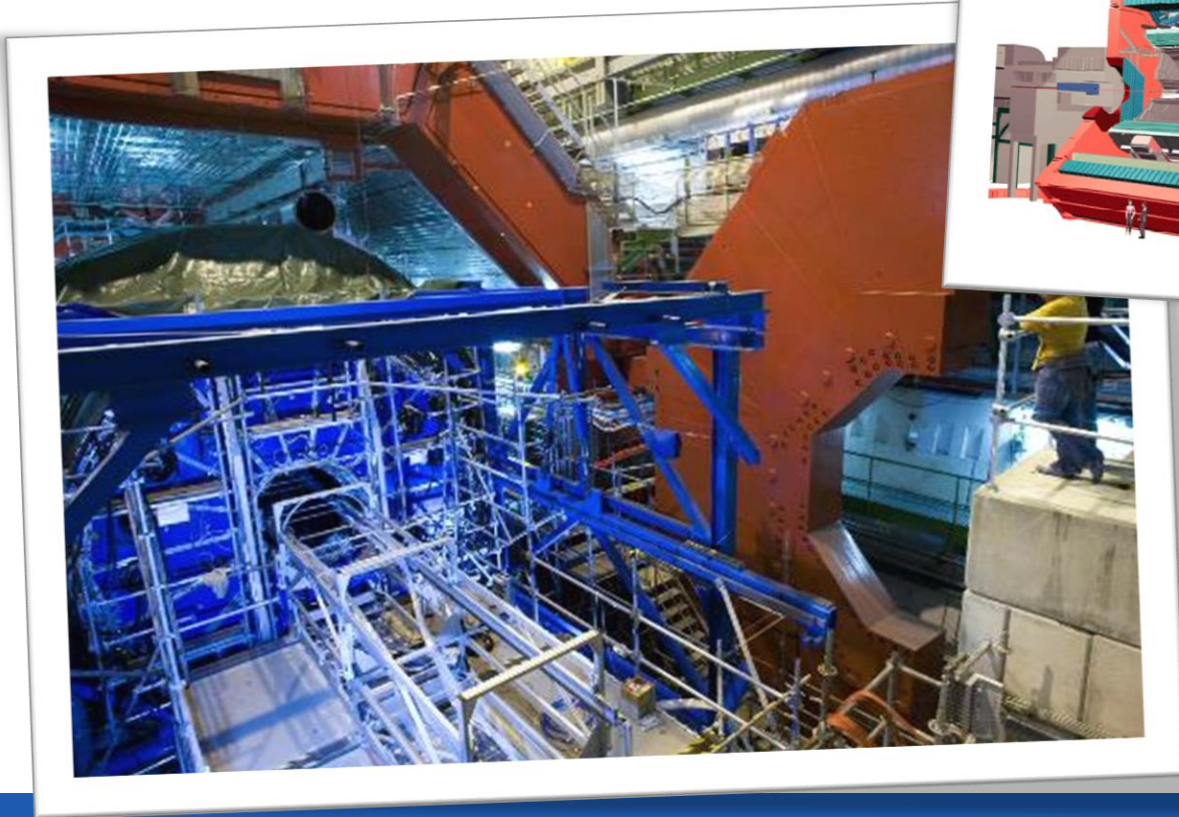
A Toroidal LHC ApparatuS

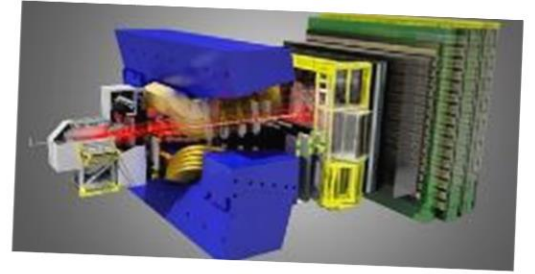
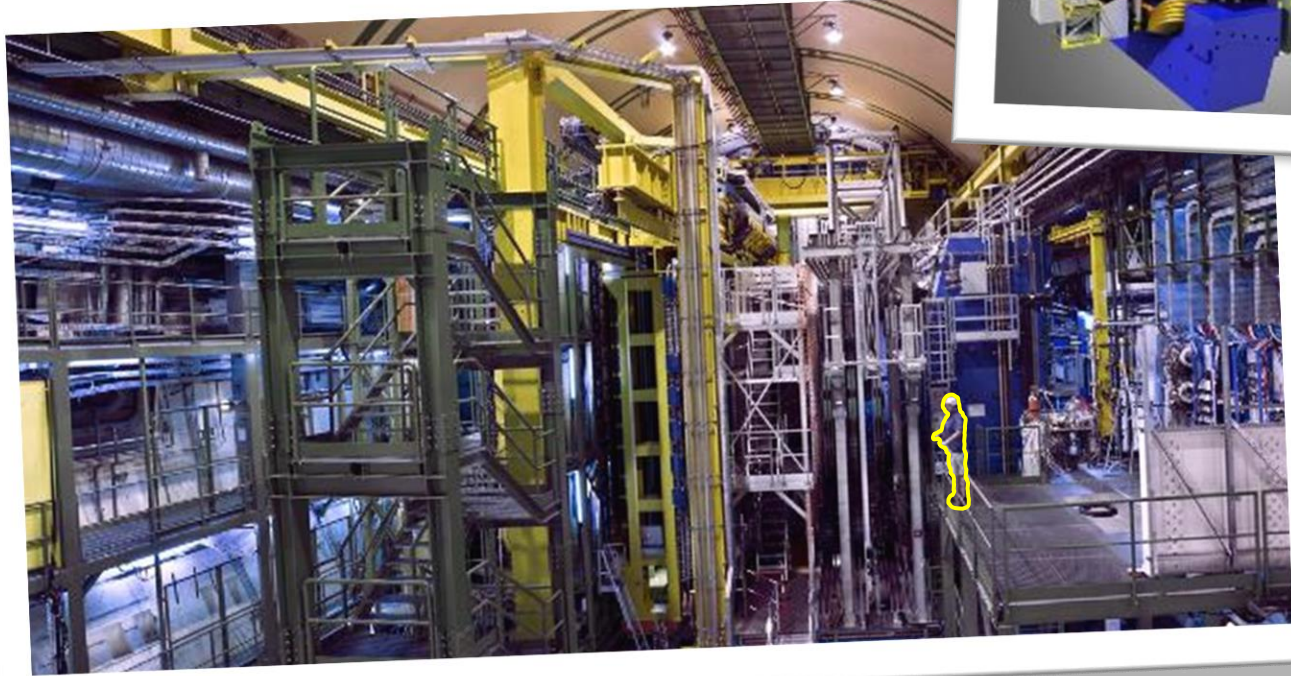




# ALICE

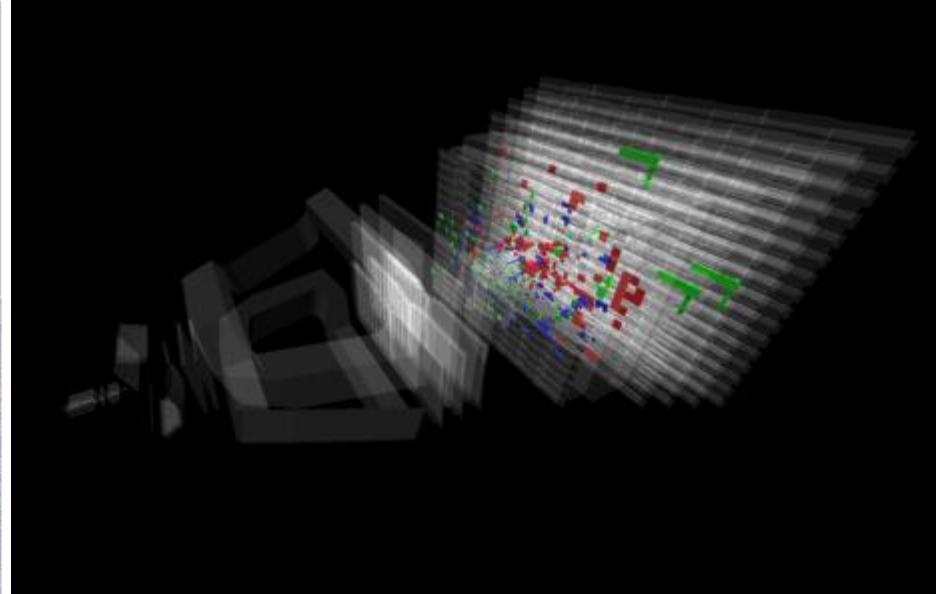
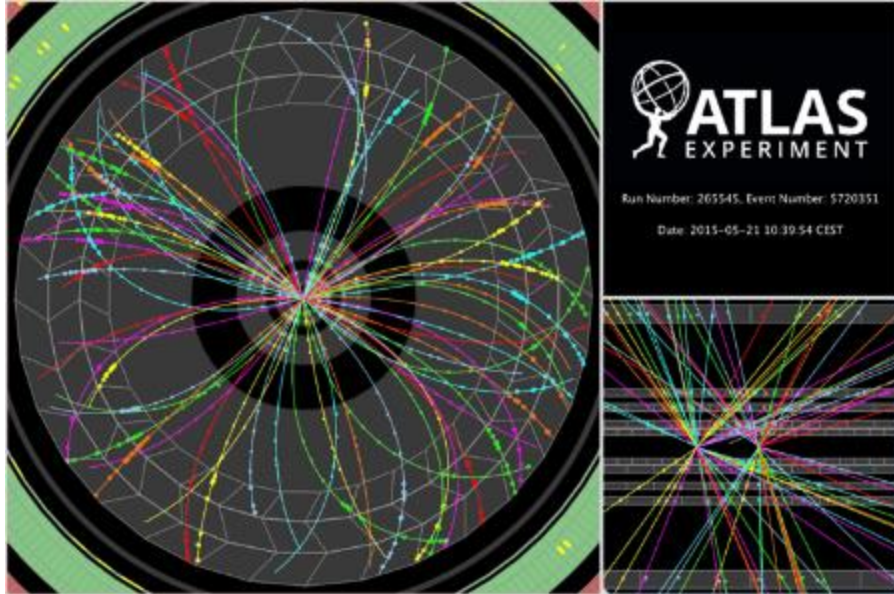
A Large Ion Collider Experiment



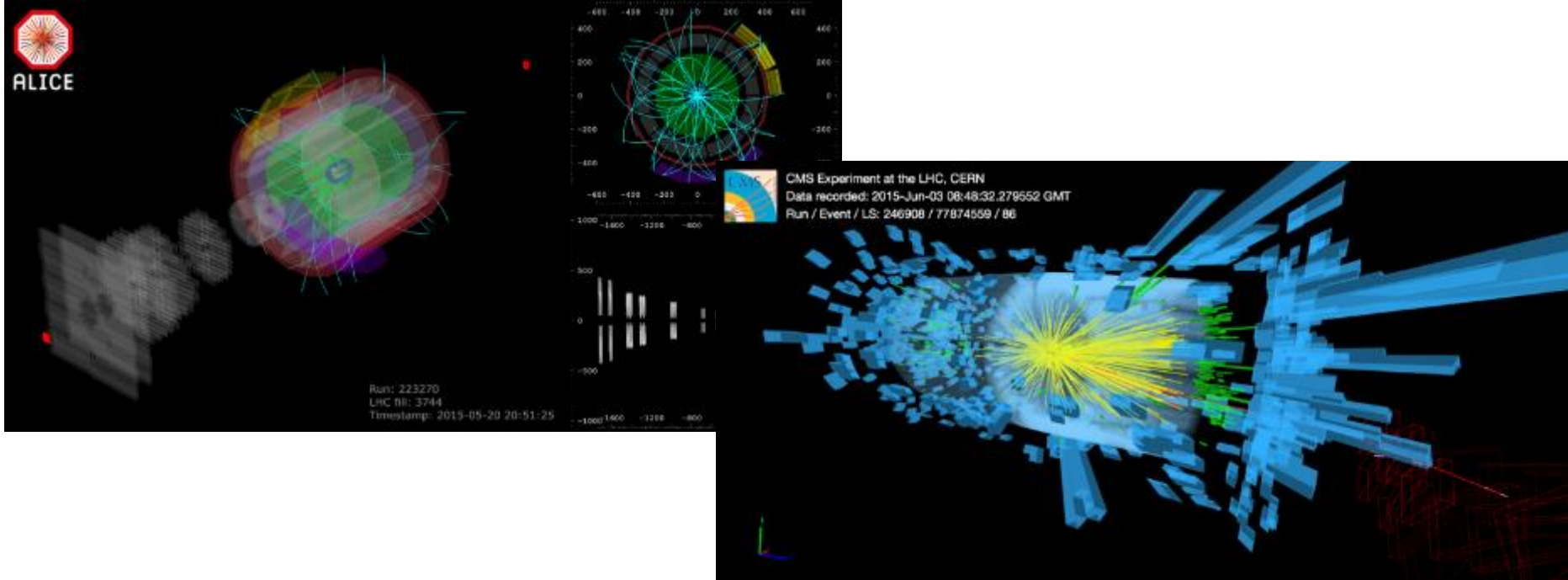




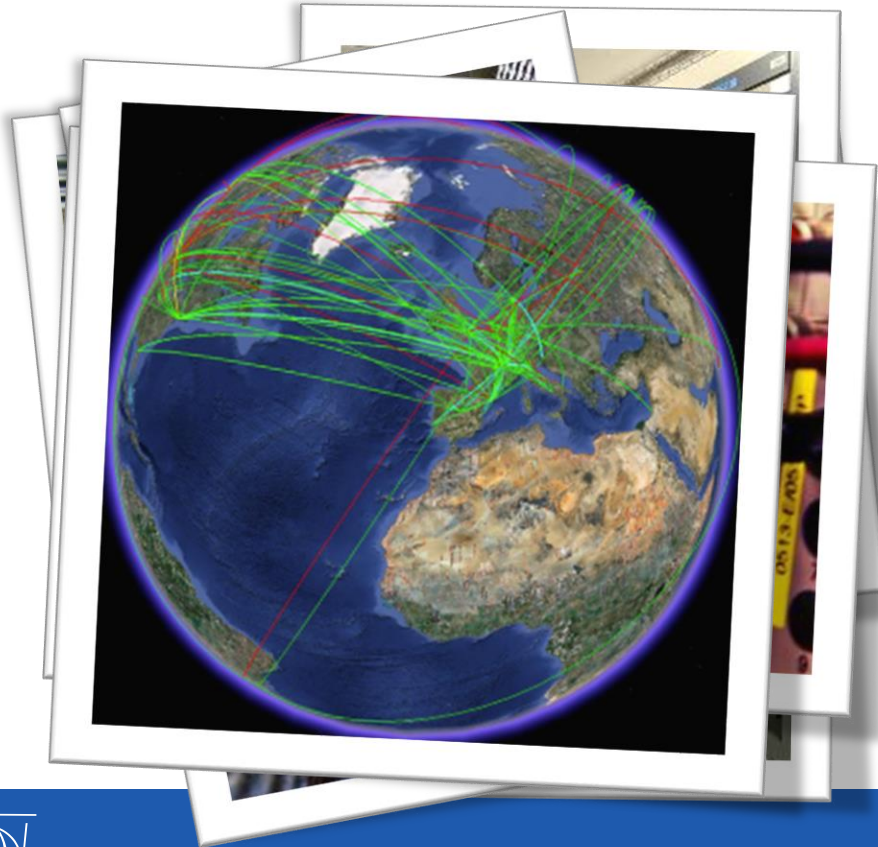
# Teilchen wandeln sich bei der Kollision in andere Teilchen um, die sich wieder umwandeln usw...



...die Magneten der Detektoren lenken die Teilchen ab und deren Spur wird aufgezeichnet.



# Detektoren sammeln Unmengen an Daten



LHC generiert jedes Jahr:  
25 Petabytes (25 Mio GB)  
experimental Daten.

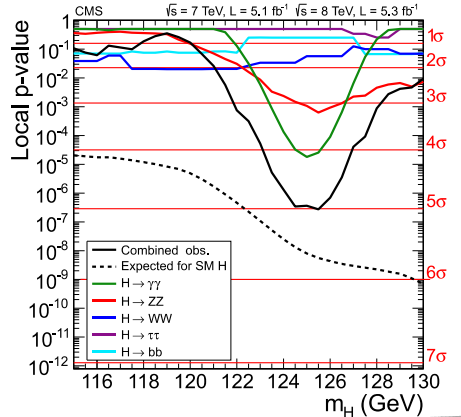
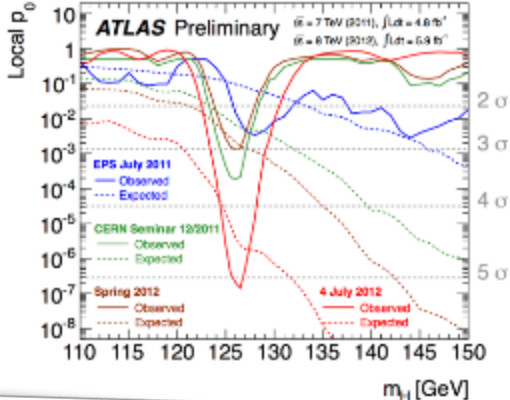
CERN Rechenkapazität:  
150.000 Prozessoren (+60.000 in HU)

CERN Speicherkapazität:  
170 Petabyte auf Tape

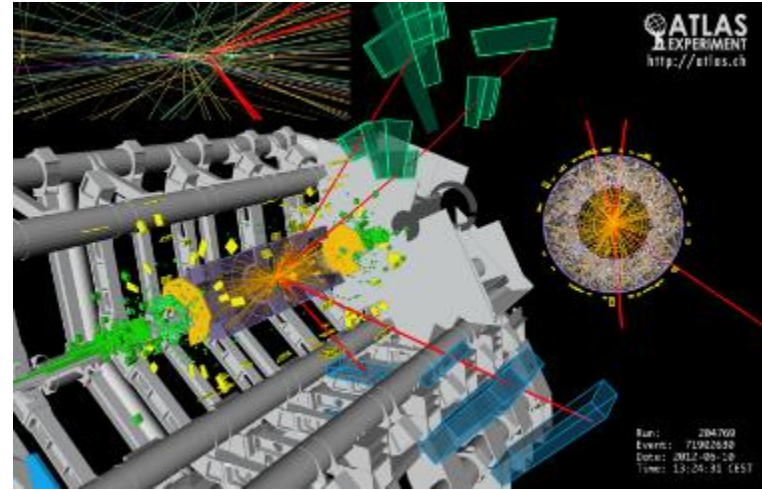
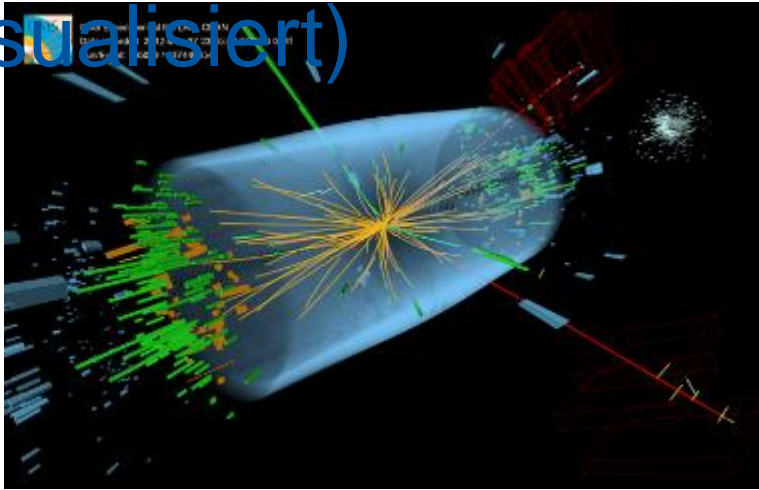
Nur 20% der notwendigen  
Rechenleistung im CERN;

Lösung: Worldwide Computing Grid  
(ca. 175 Rechenzentren weltweit)

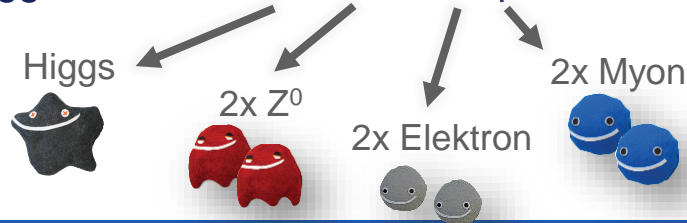
# Higgs Boson gefunden!



# Higgs Boson Umwandlung (visualisiert)

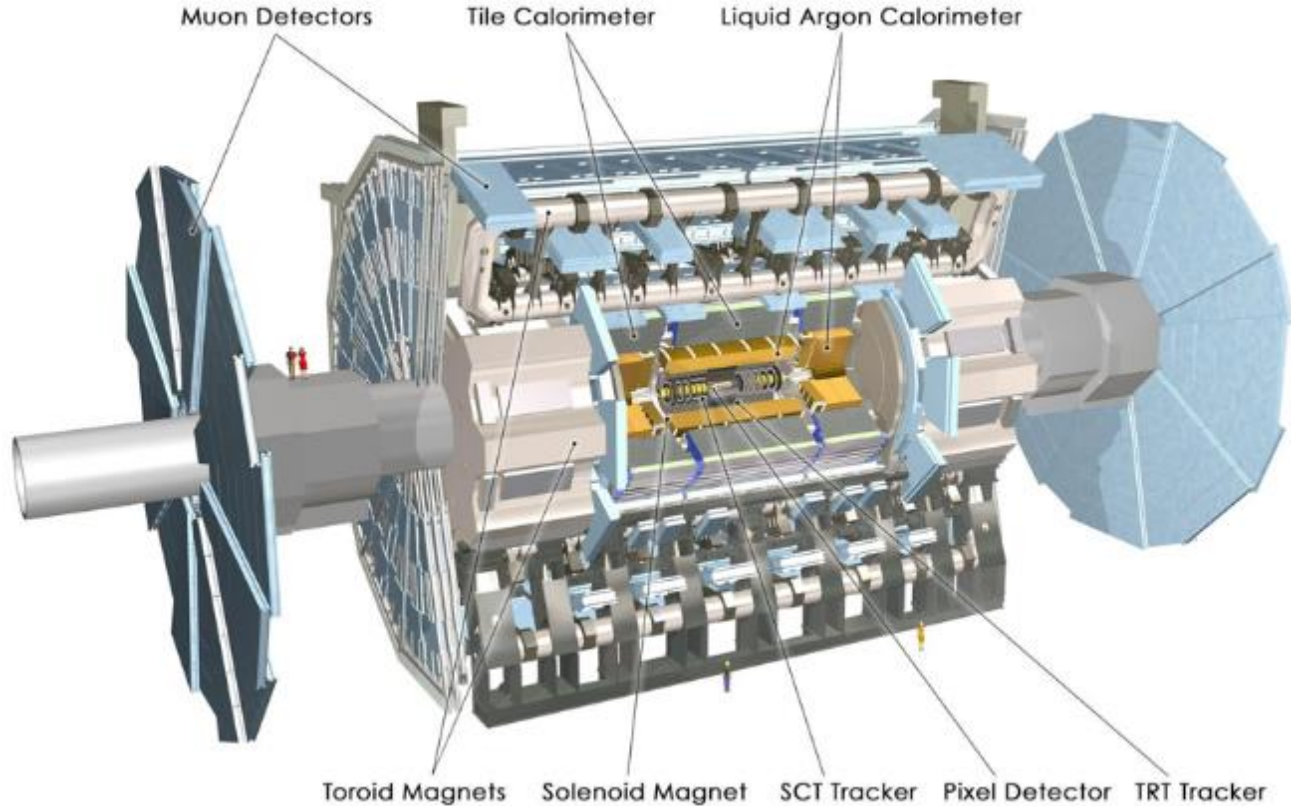


Higgs candidate:  $H \rightarrow ZZ \rightarrow 2e2\mu$



Higgs candidate:  $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4\mu$

# Aufbau eines Detektors (ATLAS)



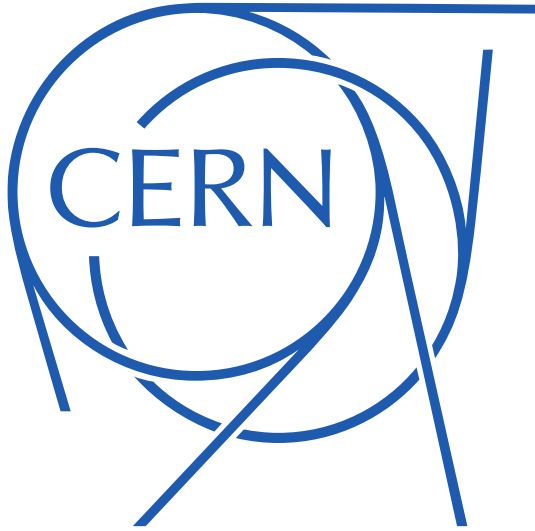
# Forschung im Weltraum

## AMS02 (Alpha Magnetic Spectrometer)

- Im CERN konstruiert & von hier überwacht
- Seit 2011 auf der ISS installiert
- Zur Erforschung von Dunkler & Antimaterie



Und was bringt das



mir persönlich?



# Anwendungen: das World Wide Web



Sir Tim Berners-Lee, Erfinder des WWW

<http://info.cern.ch>

Entwickelt 1989 um den Austausch von Ergebnissen zwischen Physikern zu erleichtern

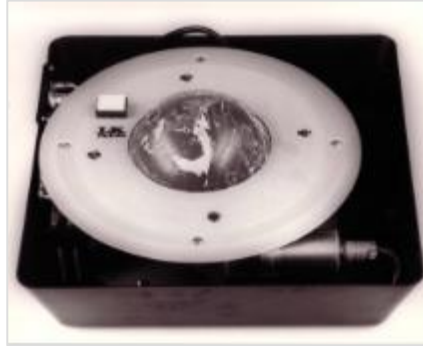
Gratis der Menschheit zur Verfügung gestellt!



# Anwendungen: Touchscreen & Maus



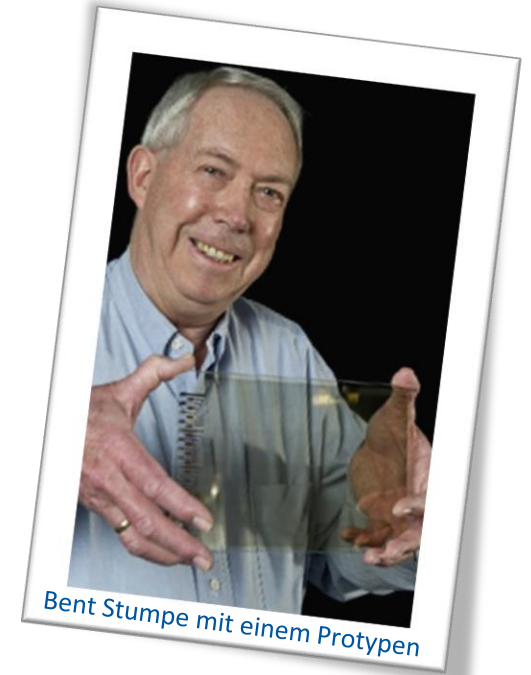
Touch Terminal 1980



Bowlingkugel als Tracker Ball

Bent Stumpe und Frank Bech entwickelten 1973 neue Technologien für den komplexen SPS Kontrollraum:

- Kapazitiver Touchscreen
- “Tracker Ball“ > Vorläufer der Maus
- Programmierbare Tasten

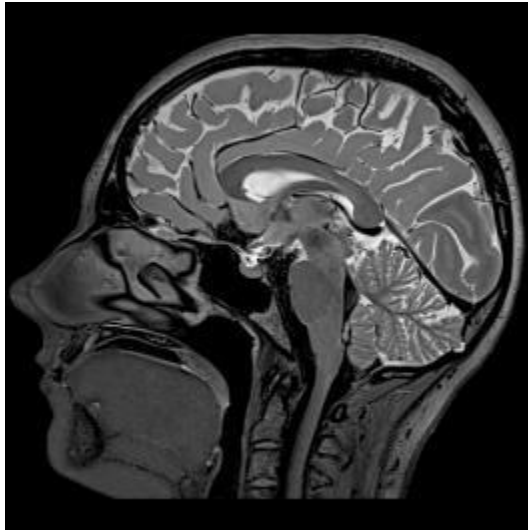


Bent Stumpe mit einem Prototypen

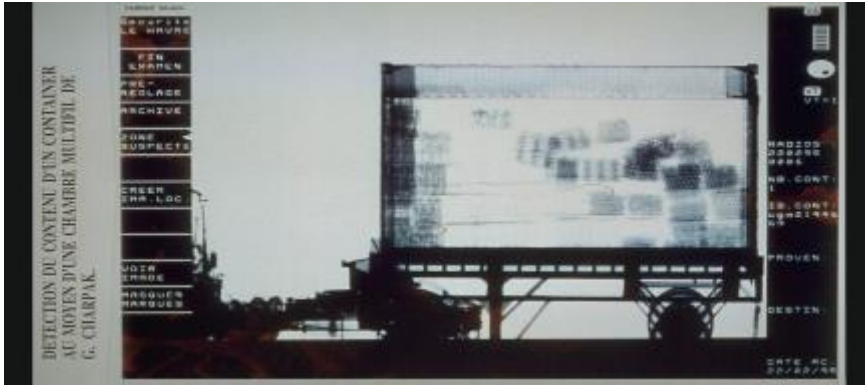
# Anwendungen: Krebsdiagnostik

Supraleitende Magneten und andere Magnettechnologie für präziser Diagnostik:

- *MRT* – Magnet Resonanz Tomographie
- *PET* – Positron Emission Tomographie

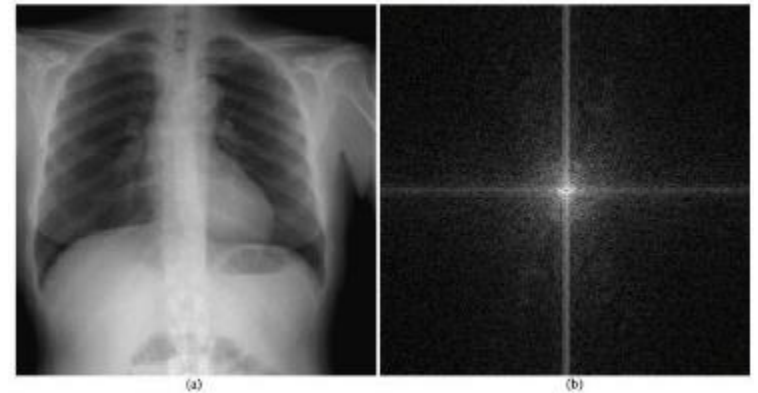


# Anwendungen: Besser als Röntgen



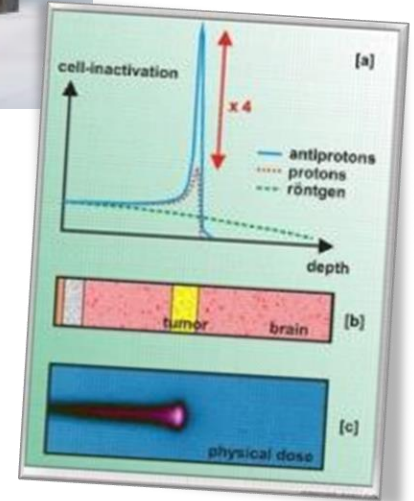
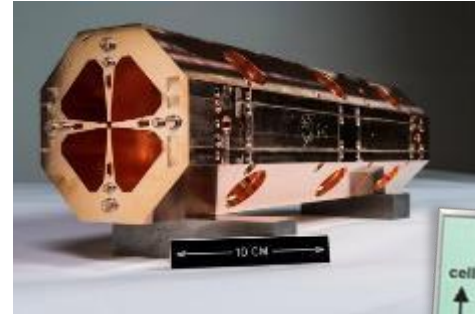
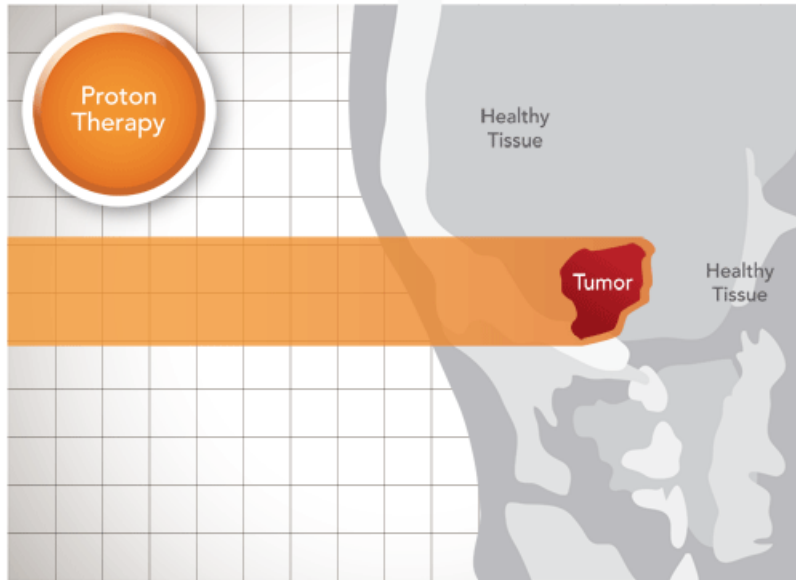
Analyse der Ladung eines LKWs  
via Driftkammer Technik

Digitales Röntgen mit Pixeldetektoren



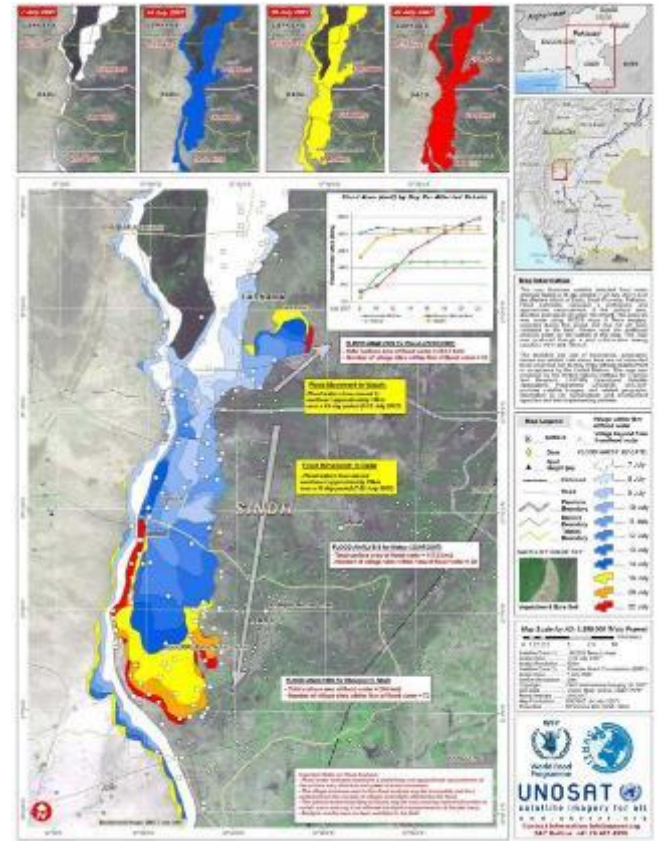
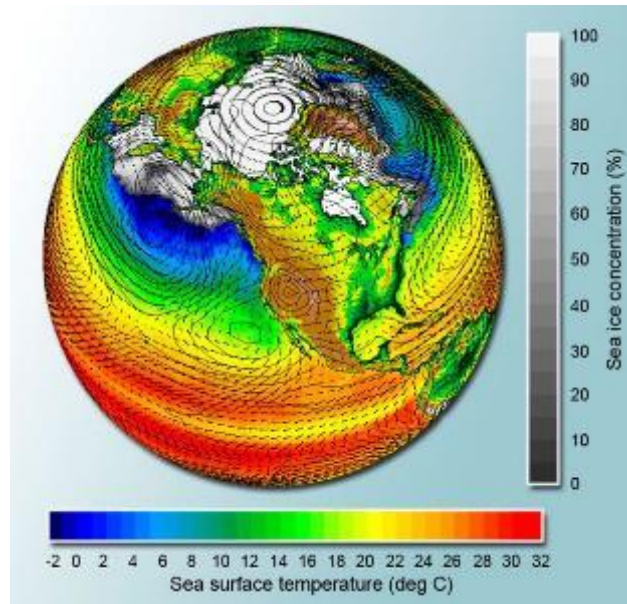
# Anwendungen: Krebstherapie

Teilchenbeschleuniger als „Protonen Kanone“ zur extrem gezielten Behandlung von Tumoren



# Anwendungen: Computing Grid

GRID für Simulationen / Analysen der  
Klimaentwicklung und bei  
Naturkatastrophen



# Ausbildung

Aufenthalt am CERN in Verbindung mit der Hochschulausbildung:

- Sommerstudenten (10 - 12 Wochen)
- Technische und Administrative Studenten (4 - 12 Monate)
- Doktoranden (bis 3 Jahren)

Forschung & Entwicklung:

- Fellows und graduierte Ingenieure (1 - 2 Jahre)
- Spezielle Programme

S'Cool LAB

- 1-Tages Programm incl. Live-Experimenten
- Schulklassen (16-19 J.)



<http://cern.ch/s-cool-lab>



# Gemeinsam für die Wissenschaft

- Größtes Laboratorium der Welt
- Mehr als 10.000 Wissenschaftlern aus über 100 Ländern
- Grundlagenforschung zum Verständnis des Universums
- Viele praktische Anwendungsgebiete der Technologie
- Ausbildung der Wissenschaftler & Ingenieure von morgen



[home.cern](http://home.cern)



[facebook.com/cern](https://facebook.com/cern)



[youtube.com/cern](https://youtube.com/cern)

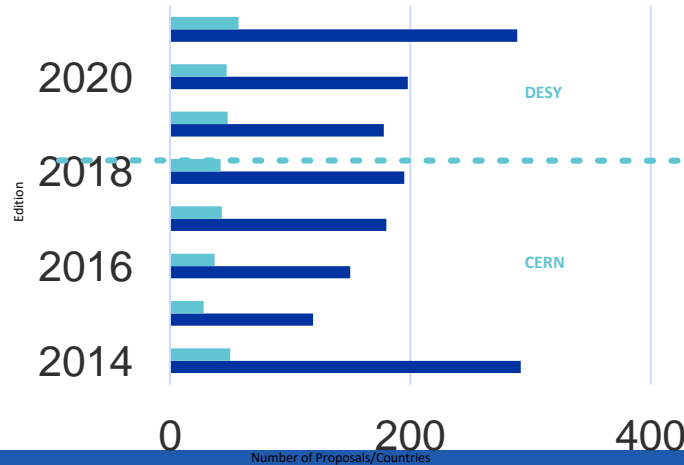
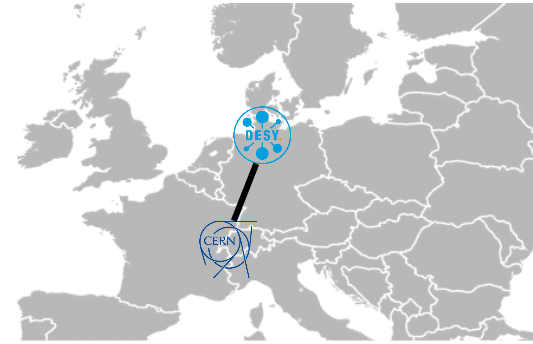


Science for Peace



# Beamline for

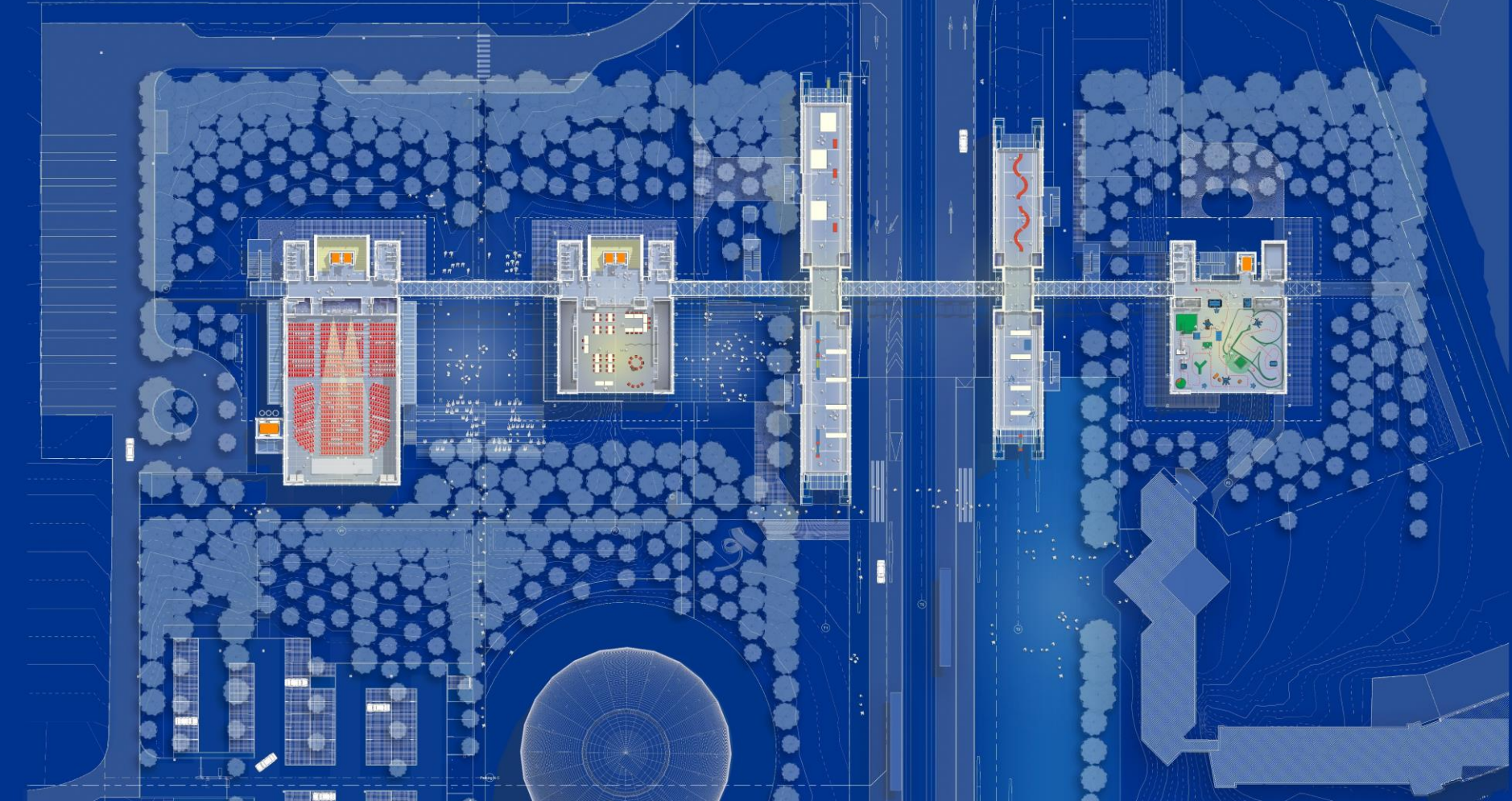
- Competition for High-School Student Teams
- Normally at CERN's PS, 2019-21 at DESY
- Participation 2021
  - 298 proposals
- 2022
  - back at CERN for the finals of the competition

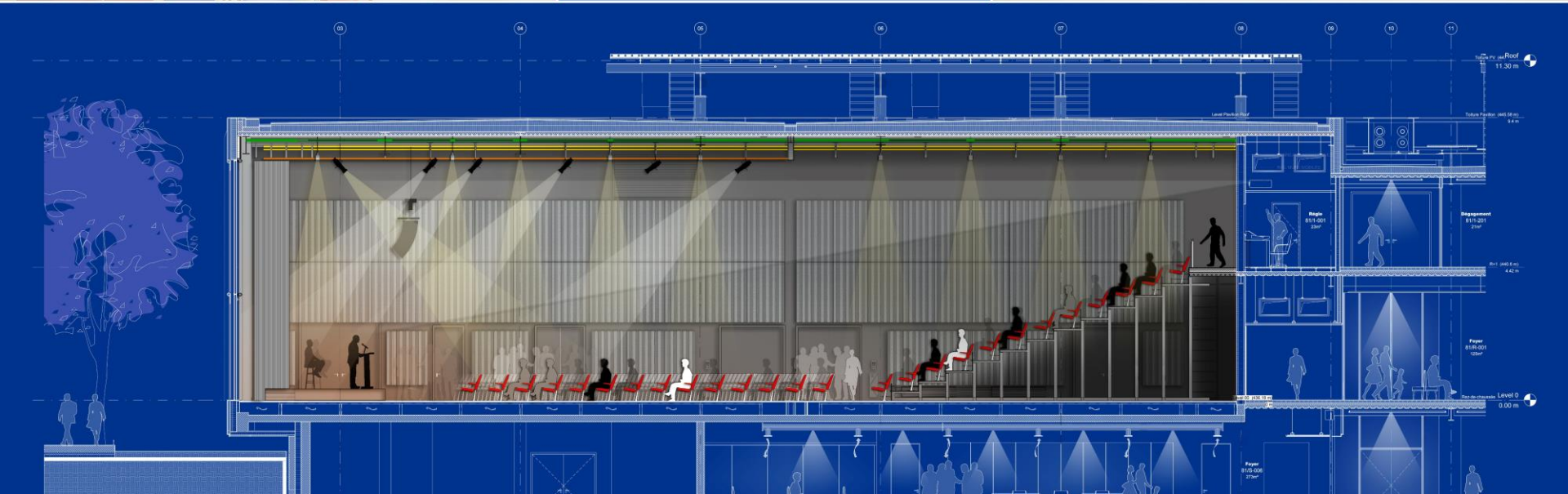
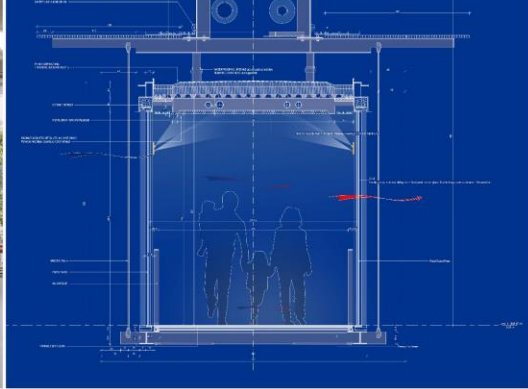




# CERN Science Gateway







“Magic is not happening at CERN,  
magic is being explained at CERN.”

*Tom Hanks*



**VIELEN DANK!**