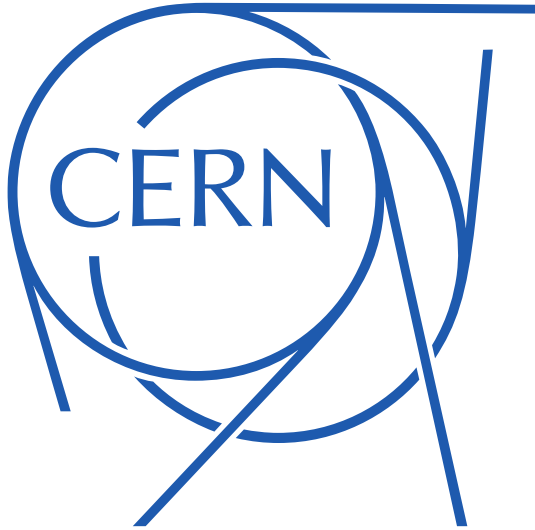


Was ist der / die / das



eigentlich?

Was heißt «CERN» ursprünglich?

Conseil
Européen pour la
Recherche
Nucléaire

1952

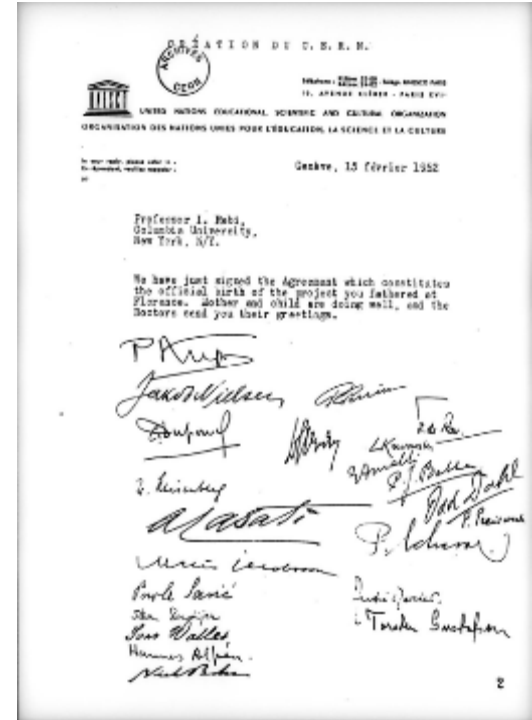


Der Name CERN blieb erhalten...

1954

12 Staaten gründen:

| | |
|-----------------|------------------|
| Organisation | European |
| Européenne pour | Organization for |
| la Recherche | Nuclear |
| Nucléaire | Research |



Es gibt etwas zu feiern...



COMPOSITION of the Universe

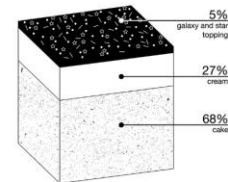


Scientists discovered that the universe is made of three main ingredients: ordinary matter, dark matter, and dark energy. While we understand ordinary matter rather well, the two latter ingredients are still mysterious.

Ordinary matter consists of quarks and electron-like particles, which are the constituents of atoms that make up stars, planets, human beings and every other visible object in the universe.

Dark matter is a still unknown form of matter, only similar to ordinary matter in that it gravitationally attracts other objects. Dark matter does not emit or absorb light (hence its name). By studying the Milky Way and many distant galaxies, scientists found that the gravitation of visible matter alone cannot account for how fast stars rotate in them.

Dark energy is an unknown form of energy that causes the universe to expand at an increasing rate. Dark energy is spread out uniformly in empty space and works against the pull of gravity.



Es gibt etwas zu feiern...

Public Events am CERN zum 70. Geburtstag
(oft mit Livestream)

<https://visit.cern/events>



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, Serbien, Slowakische Republik, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn

Assoziierte Mitgliedsstaaten: Brasilien, Indien, Kroatien, Litauen, Lettland, Pakistan, Türkei, Ukraine **im Beitrittsverfahren:** Estland, Slowenien, Zypern **Beitrittskandidaten:** Australien, Brasilien, Estland, Irland, Kanada, Kroatien, Lettland, Südkorea

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

Grundlagenforschung seit 70 Jahren

1957



Eine richtige kleine Stadt



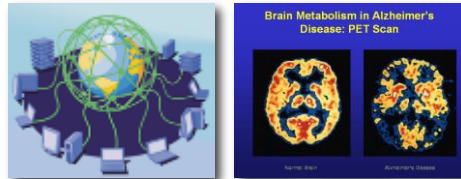
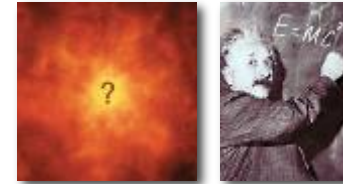
Die Aufgaben des CERN

Global Collaboration



Education

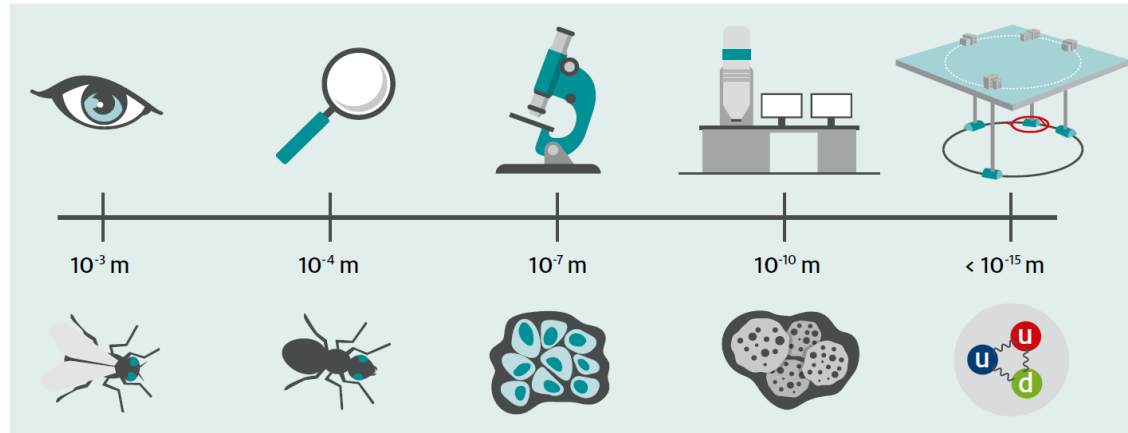
Fundamental Research



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 | ν_e | ν_μ | ν_τ | $+\frac{1}{2}$ | 0 | farblos $\vec{0}$ |
| elektrisch geladene Leptonen | e^- | μ^- | τ^- | $-\frac{1}{2}$ | -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 | | starke Wechselwirkung | | | |
| | elektromagnetische Wechselwirkung | | | elektromagnetische Wechselwirkung | | |
| | schwache Wechselwirkung | | | schwache Wechselwirkung | | |



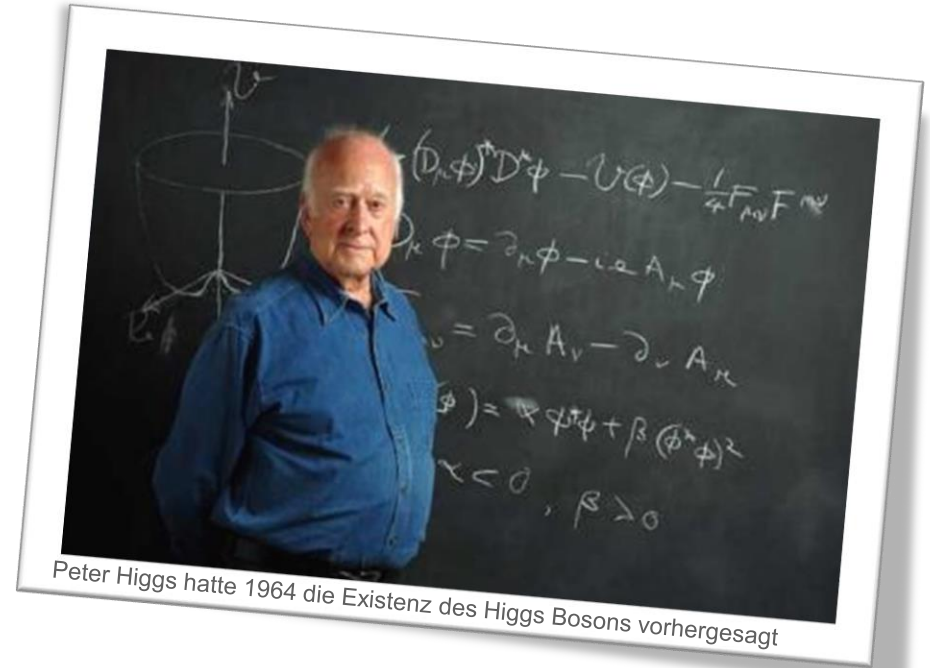
Grundlagenforschung am CERN

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

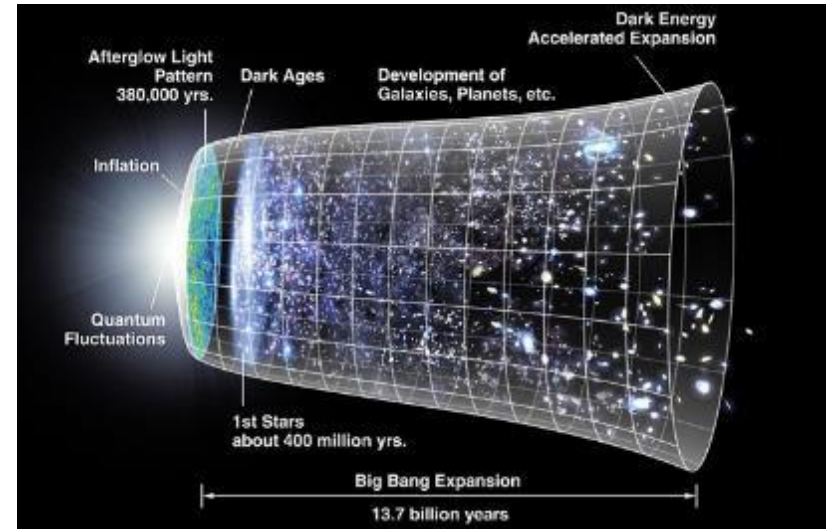
Was geschah nach dem „Big Bang“?

Warum gibt es keine Antimaterie (mehr)?

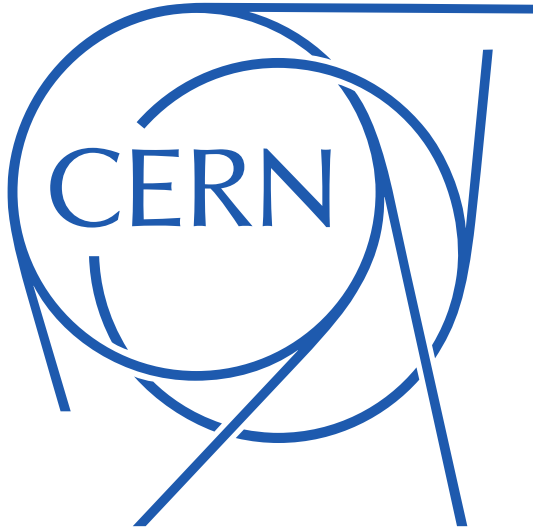
Gibt es noch kleinere Teilchen als Quarks?

Wie viele Dimensionen gibt es im Universum?

Was wissen wir sonst noch nicht?



Und wie macht



das?

Durch Beschleunigen von Objekten und anschließender Kollision...



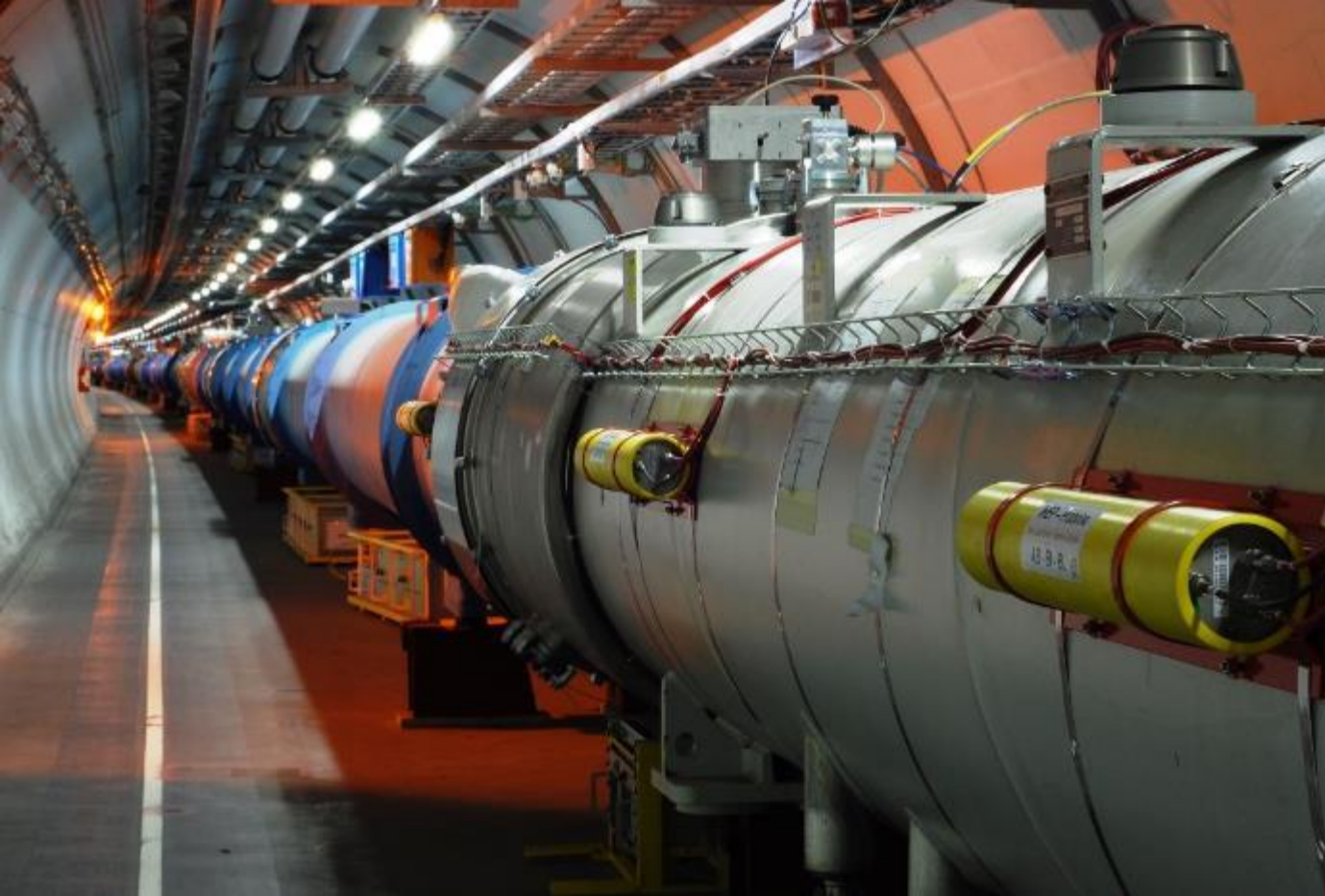
...mit unglaublich hoher Energie!



$$E=mc^2$$

14 TeV

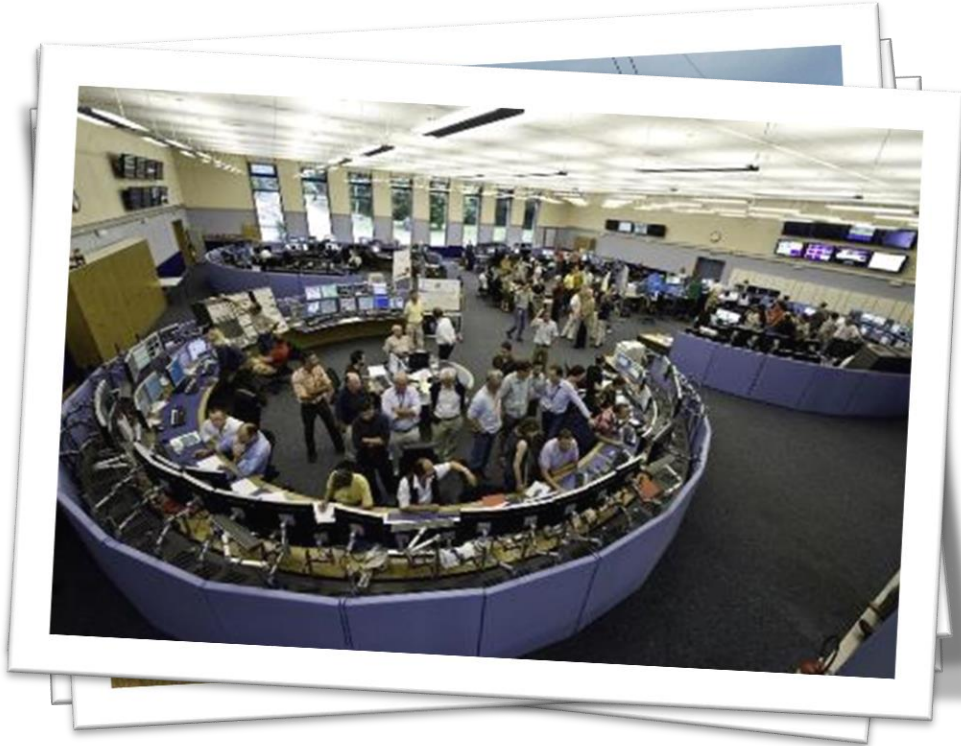




Im LHC –
der größten,
stärksten,
kältesten,
komplexesten
Maschine
der Welt...



Ein paar Fakten zum LHC



27km langer Tunnel

9.593 supraleitende Magneten

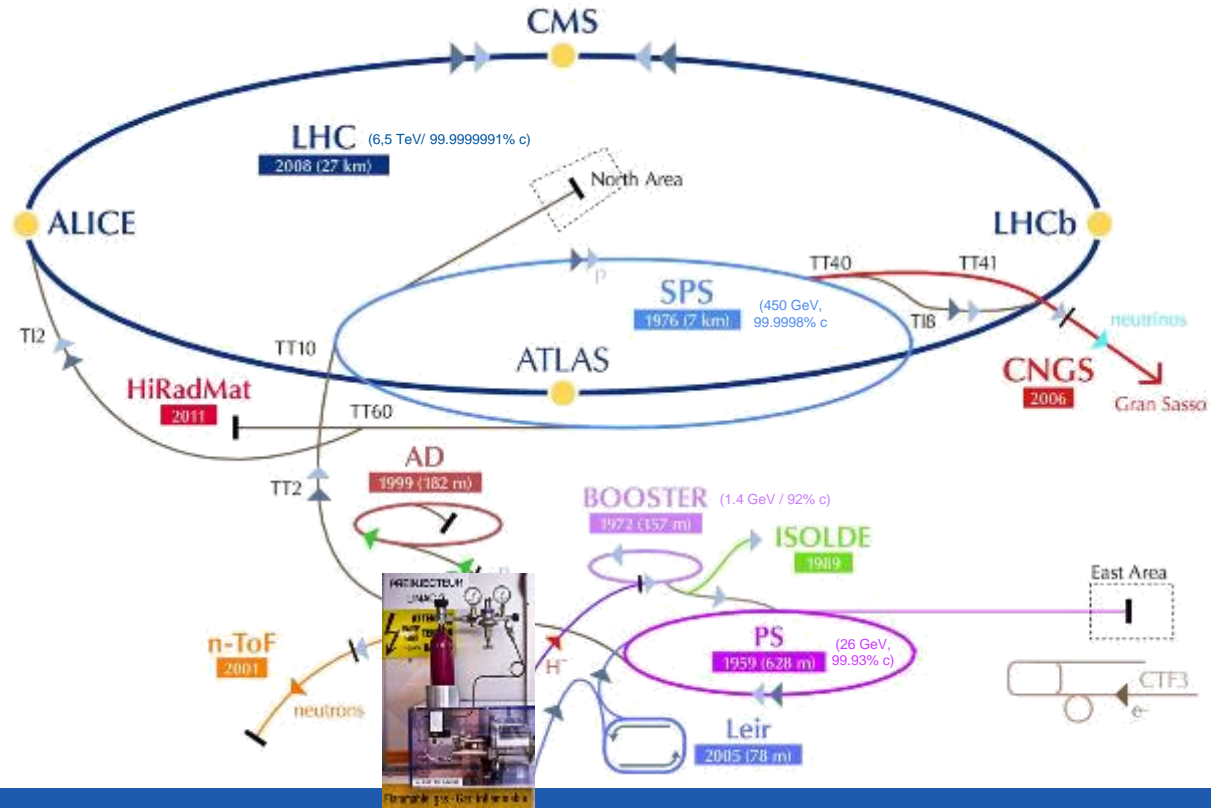
Ultra-dünnes Vakuum:
10x dünner als auf dem Mond

Kältester Ort im Universum: -271°C

Benötigt so viel Strom wie ganz Genf

Rund um die Uhr kontrolliert im CCC

Teil eines ganzen Beschleunigerkomplexes



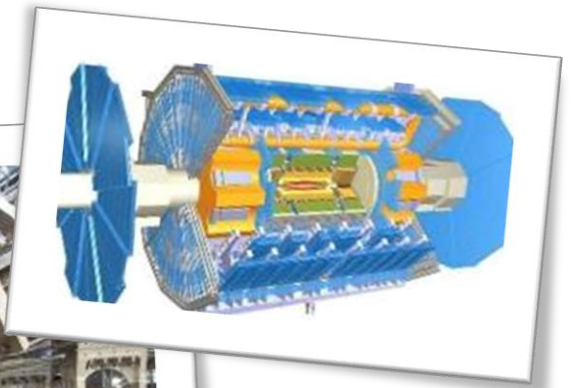
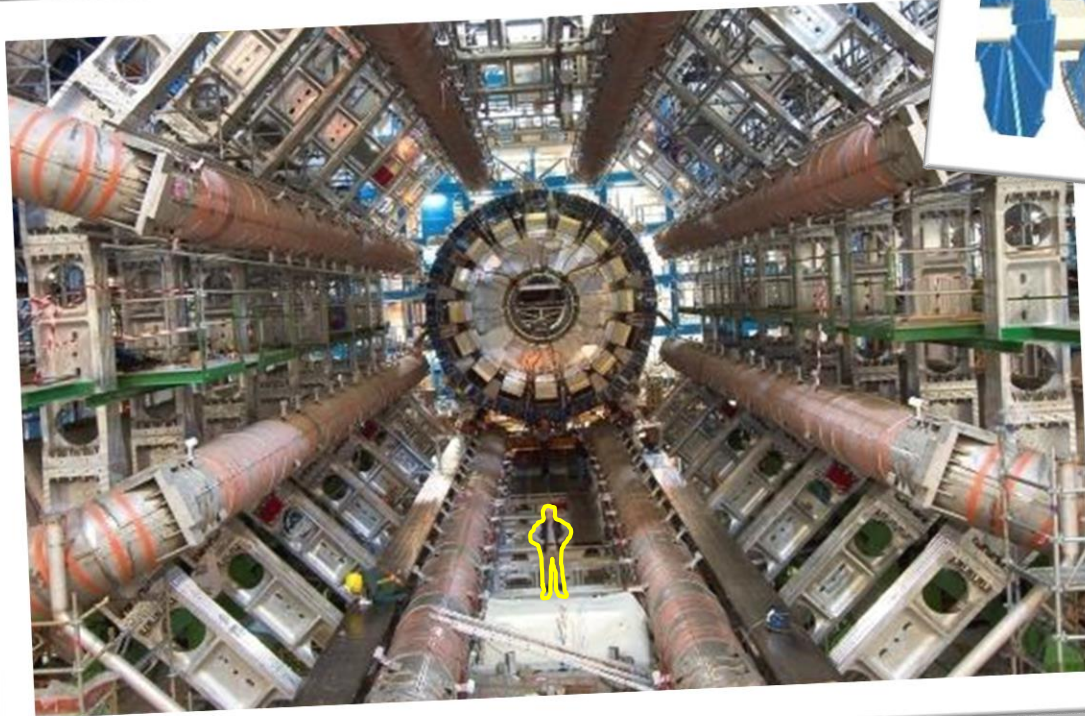
Kollisionen werden aufgezeichnet...

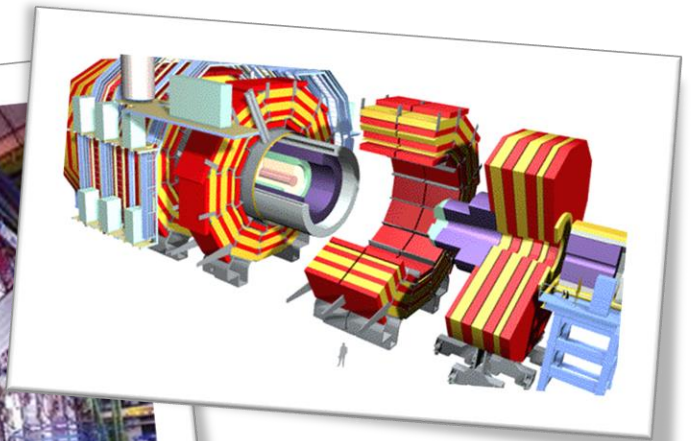


...mit 4 großen Detektoren

ATLAS

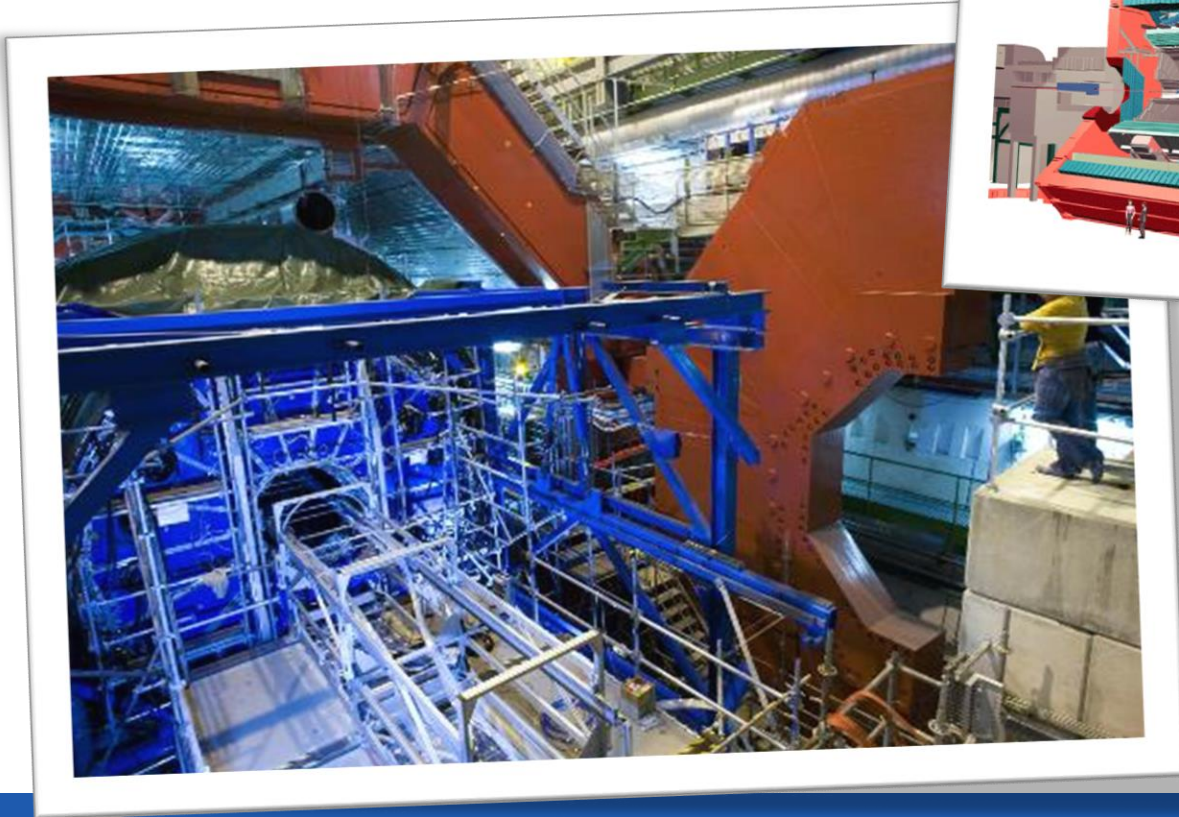
A Toroidal LHC ApparatuS

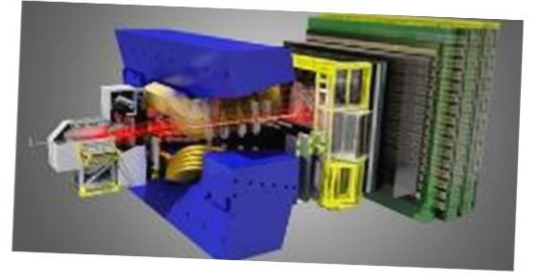
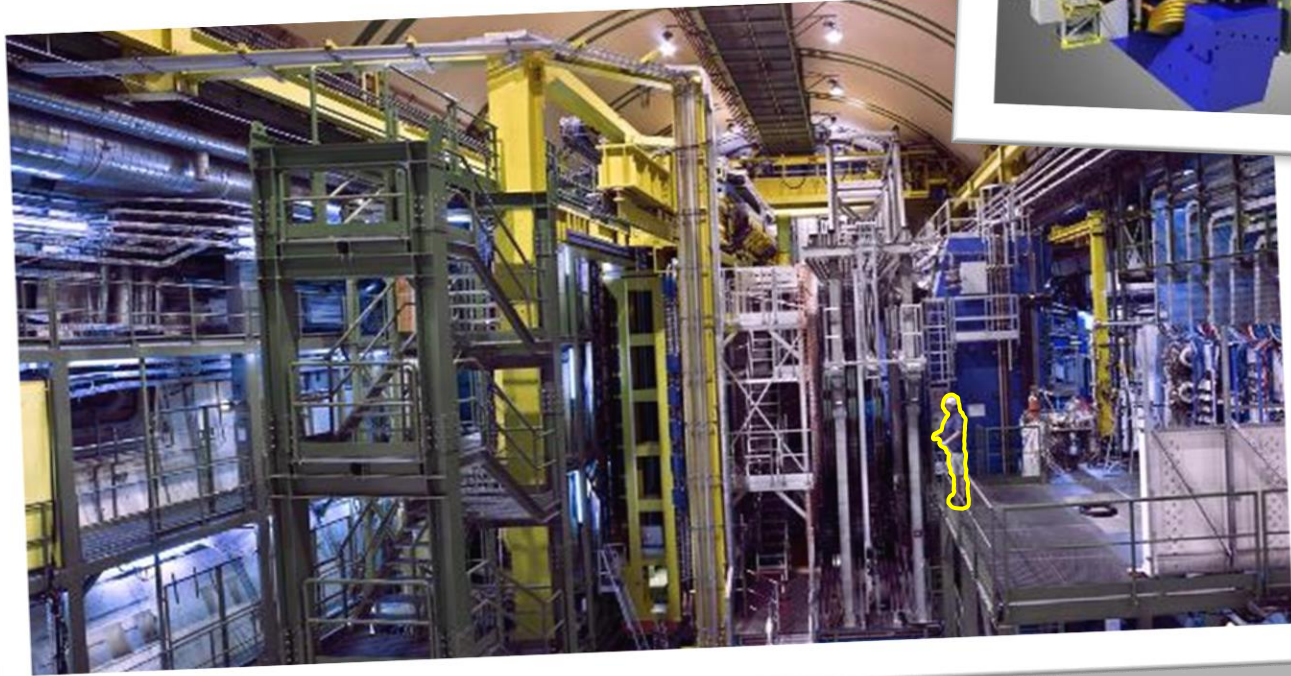




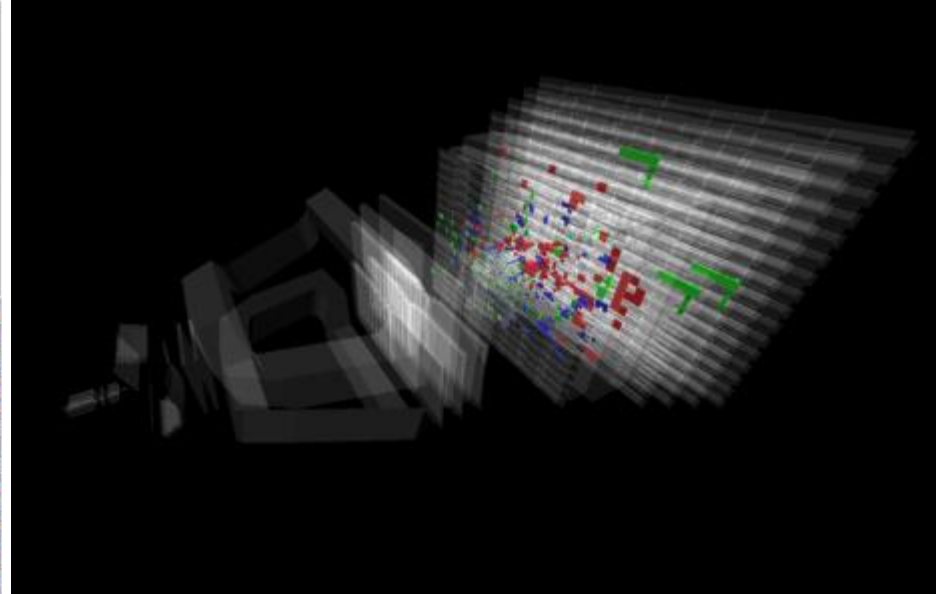
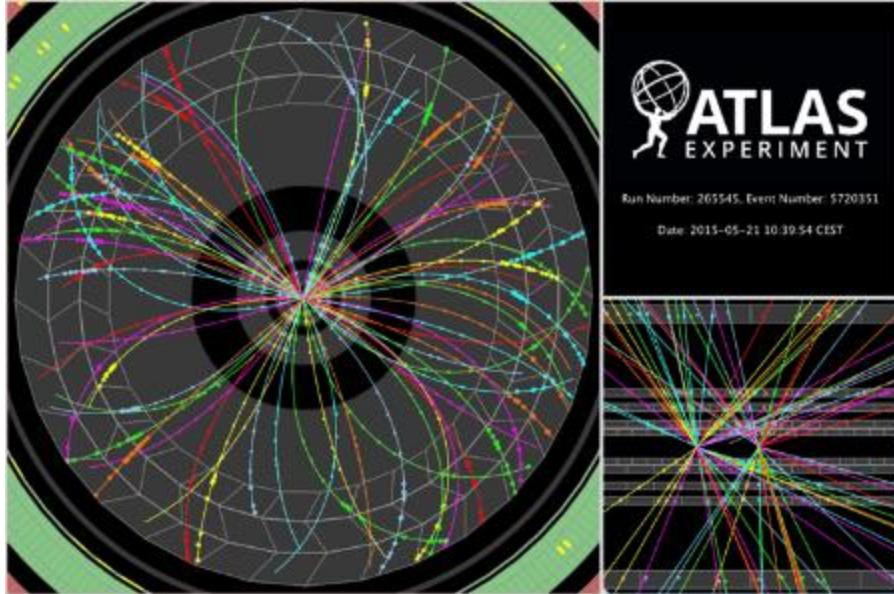
ALICE

A Large Ion Collider Experiment

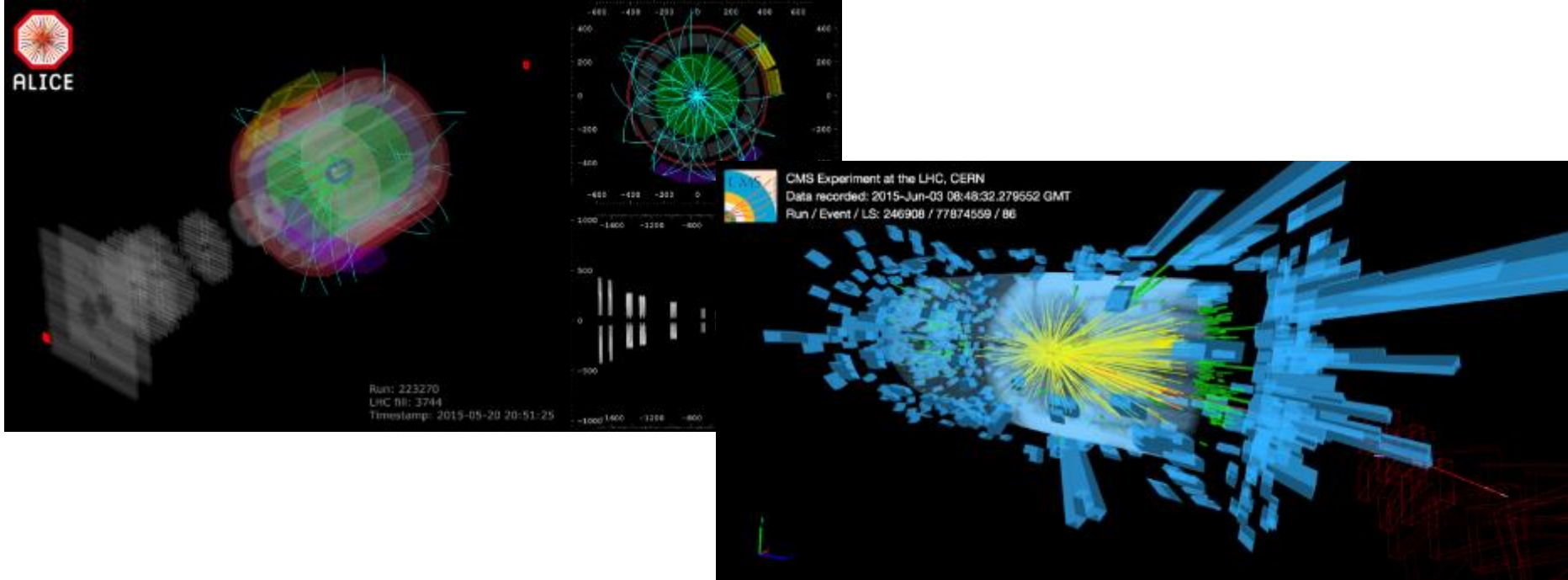




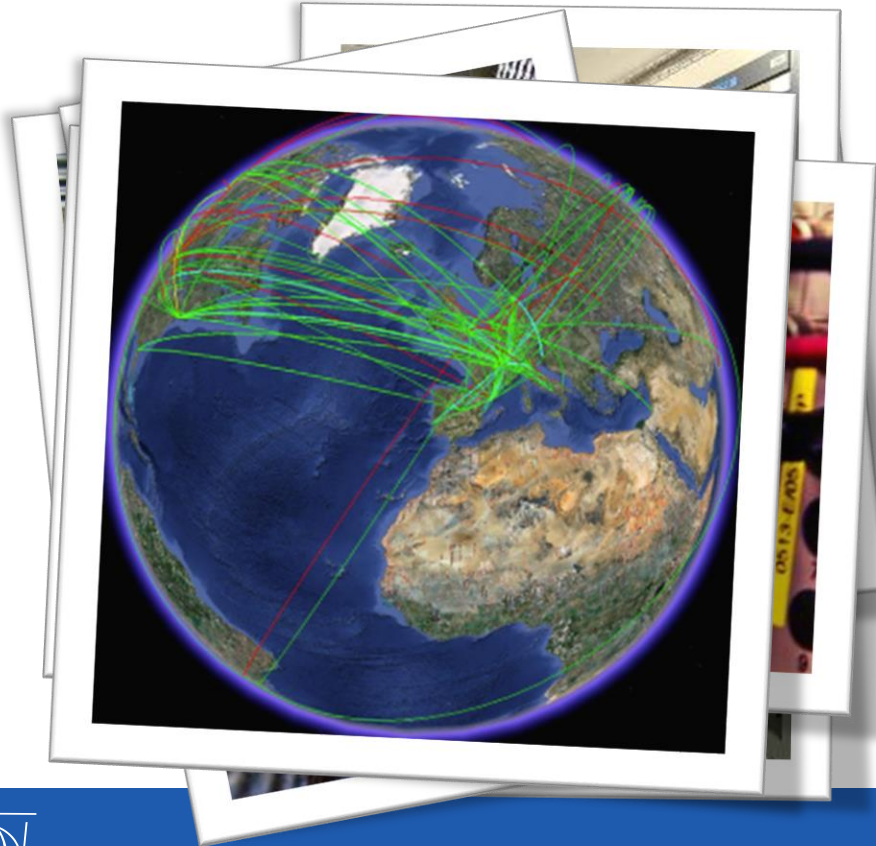
Teilchen wandeln sich bei der Kollision in andere Teilchen um, die sich wieder umwandeln usw...



...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.

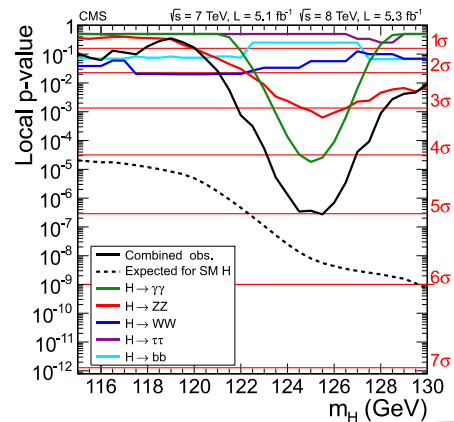
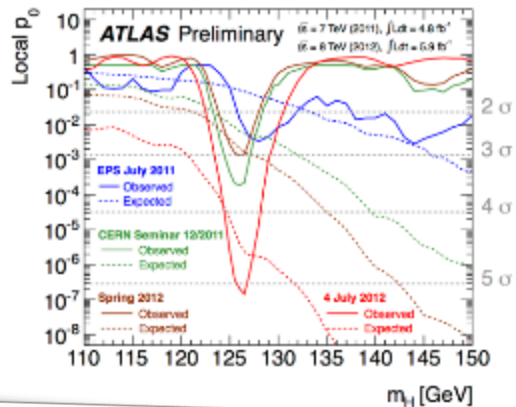
CERN Rechenkapazität:
150.000 Prozessoren (+60.000 in HU)

CERN Speicherkapazität:
170 Petabyte auf Tape

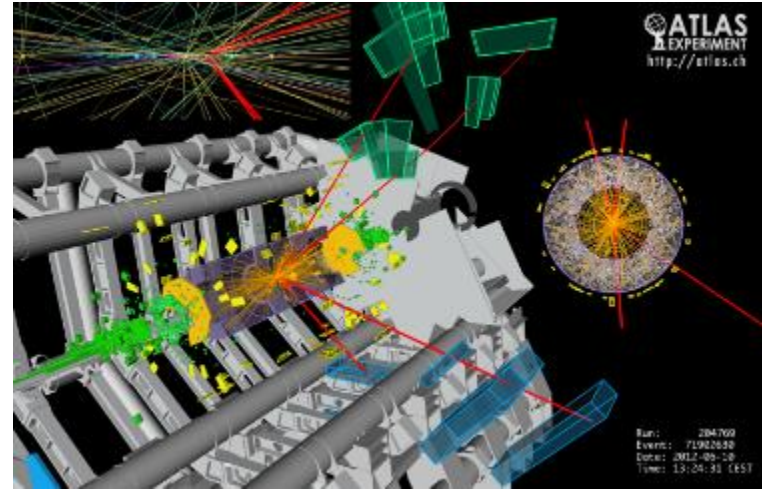
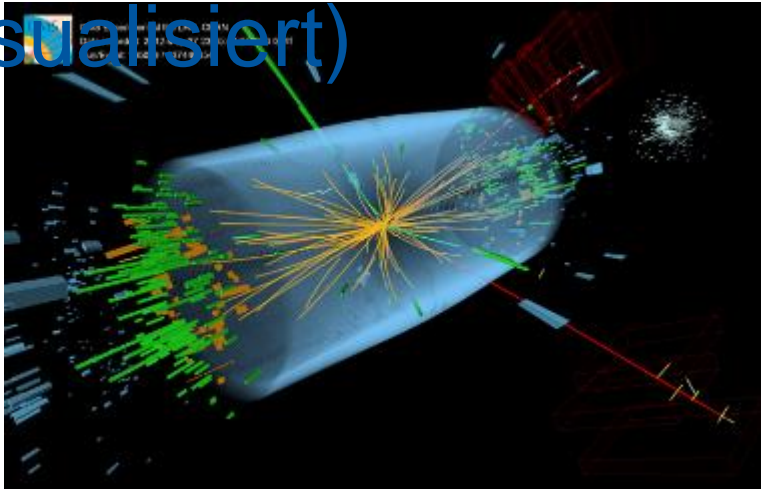
Nur 20% der notwendigen
Rechenleistung im CERN;

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

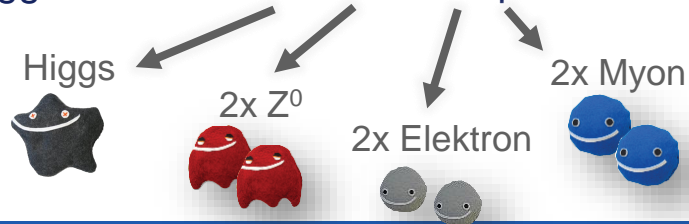
Higgs Boson gefunden!



Higgs Boson Umwandlung (visualisiert)

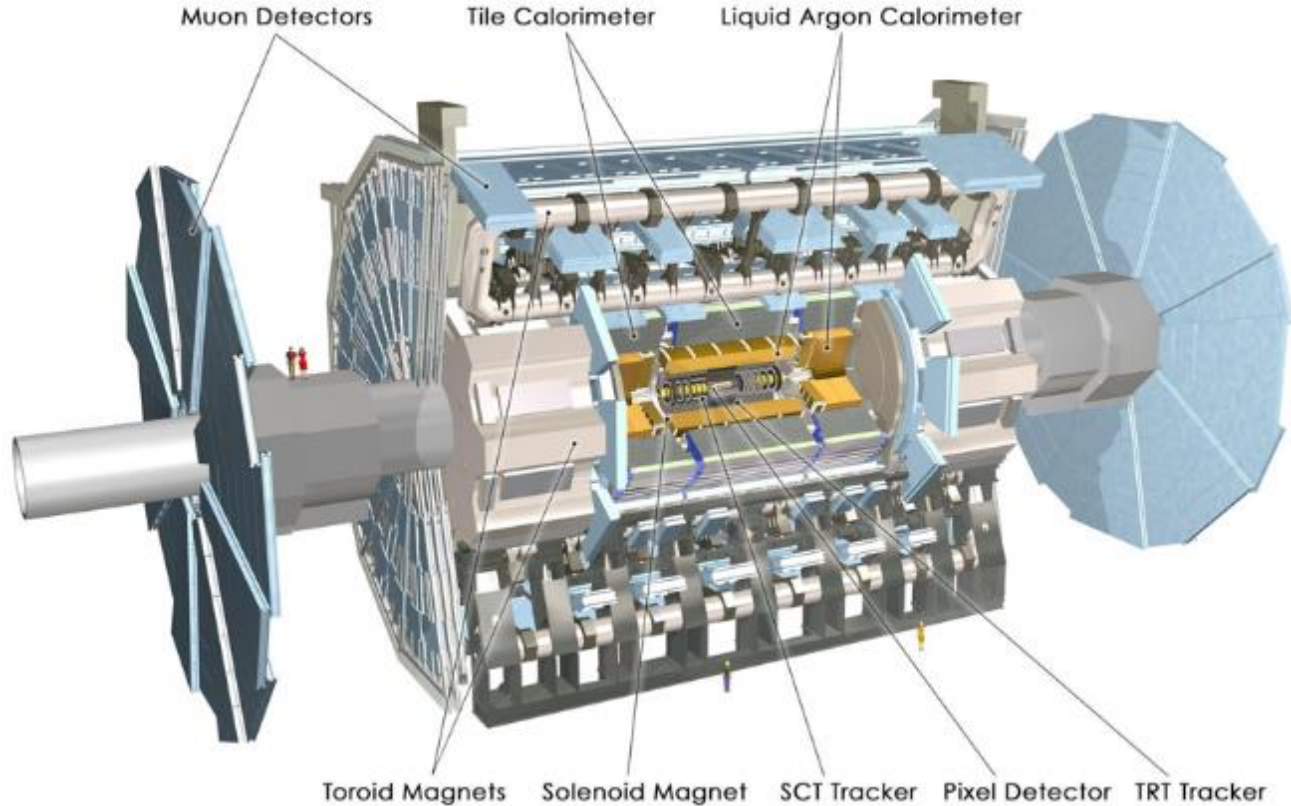


Higgs candidate: $H \rightarrow ZZ \rightarrow 2e2\mu$



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

Aufbau eines Detektors (ATLAS)



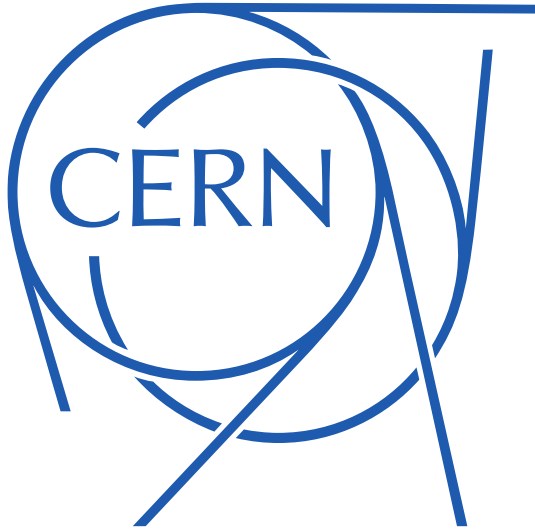
Forschung im Weltraum

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

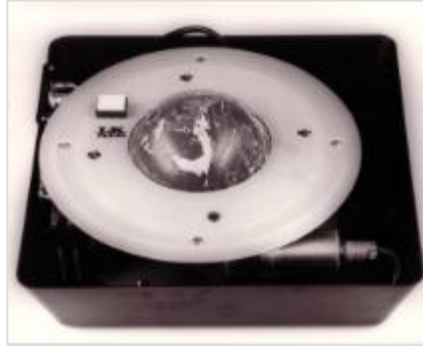
Gratis der Menschheit zur Verfügung gestellt!



Anwendungen: Touchscreen & Maus



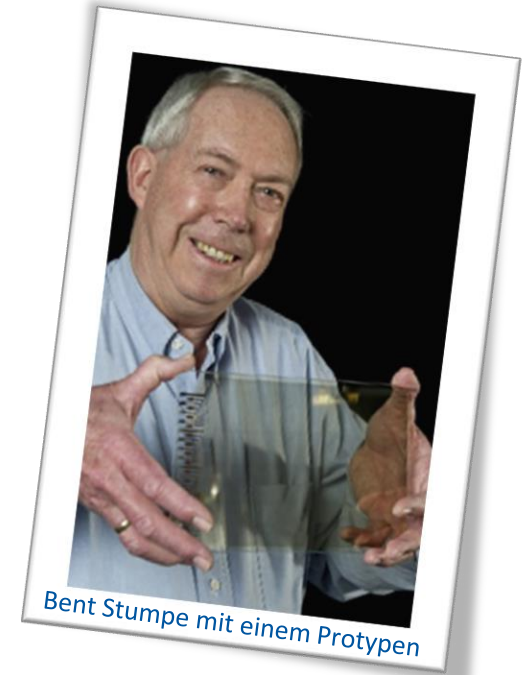
Touch Terminal 1980



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

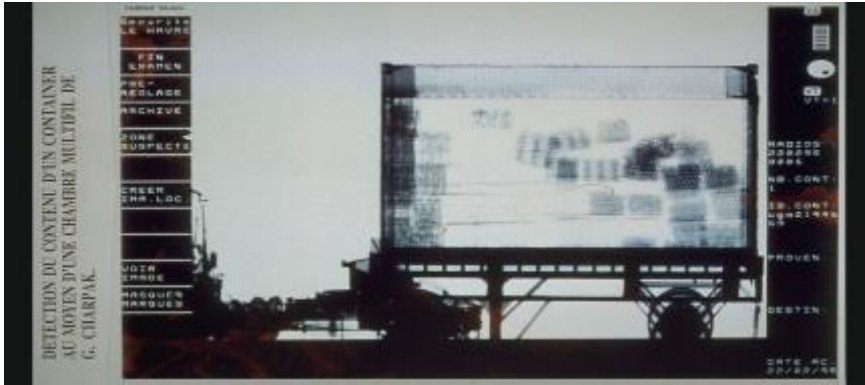
Anwendungen: Krebsdiagnostik

Supraleitende Magneten und andere Magnettechnologie für präziser Diagnostik:

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

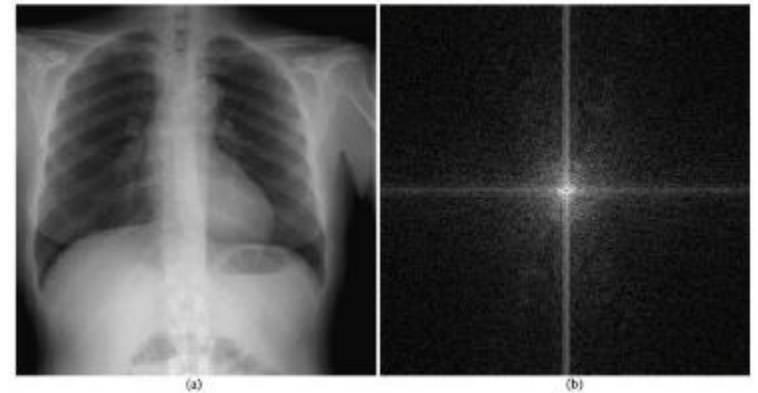


Anwendungen: Besser als Röntgen



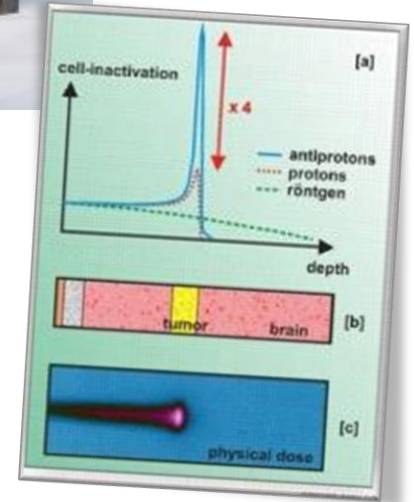
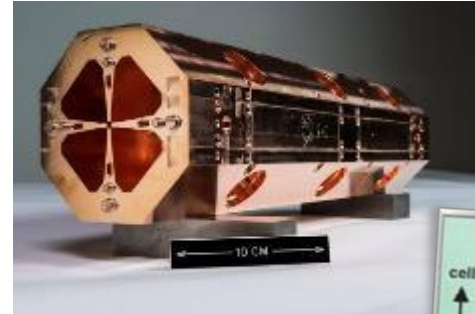
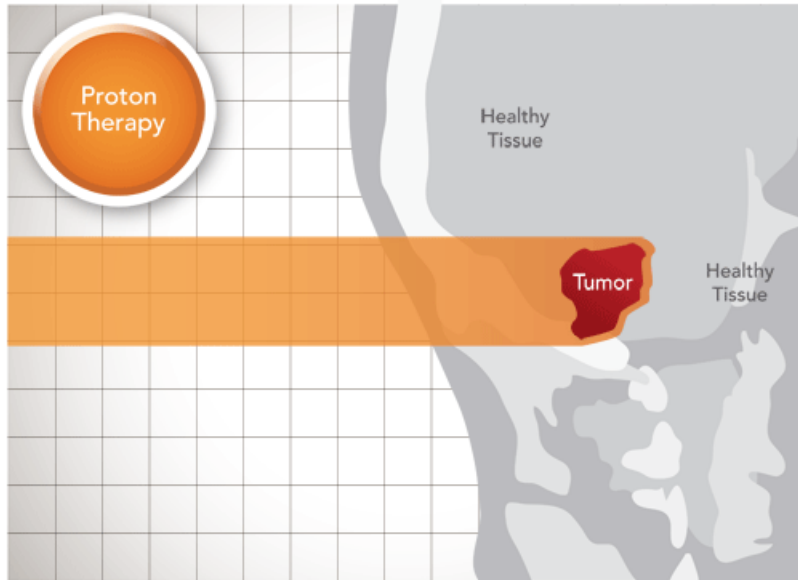
Analyse der Ladung eines LKWs
via Driftkammer Technik

Digitales Röntgen mit Pixeldetektoren



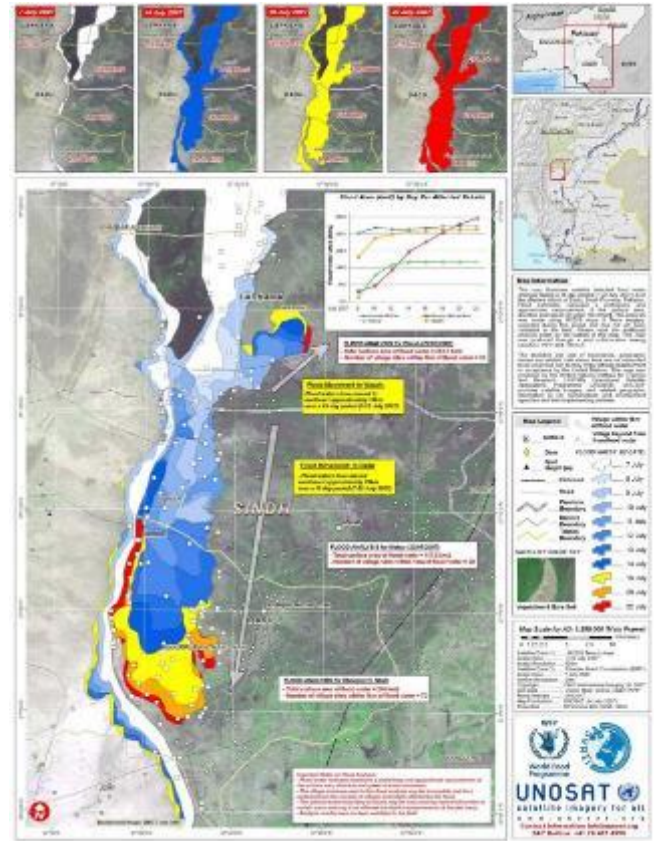
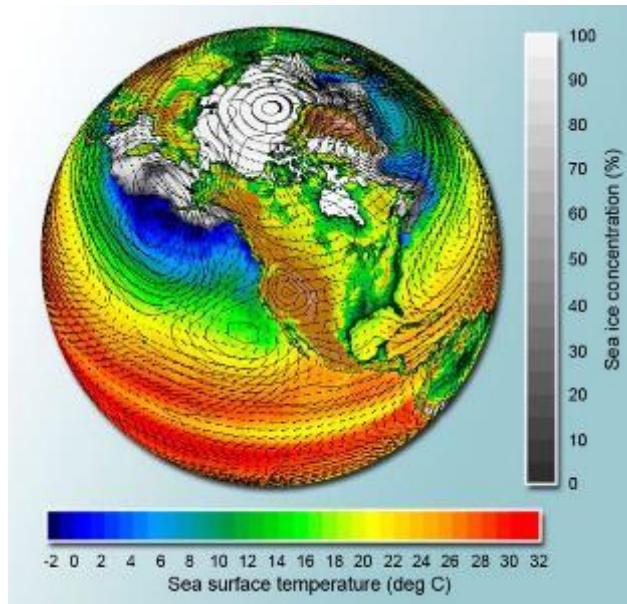
Anwendungen: Krebstherapie

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

Science Gateway Labs

- Visit Programm incl. Live-Experimenten
- z.B. Schulklassen (16-19 J.)

<https://sciencegateway.cern/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



facebook.com/cern



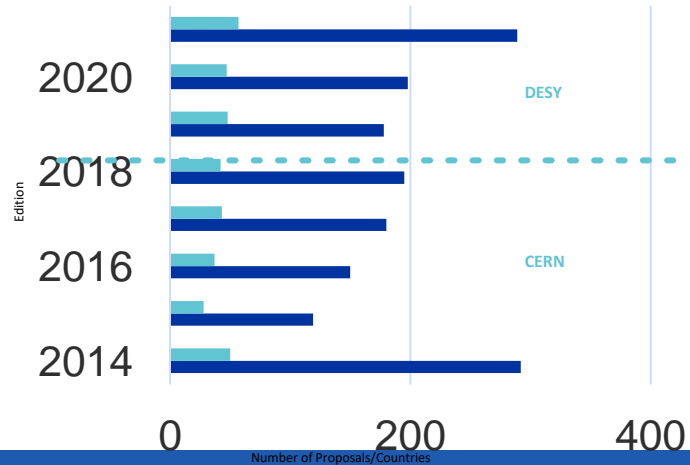
youtube.com/cern



Science for Peace

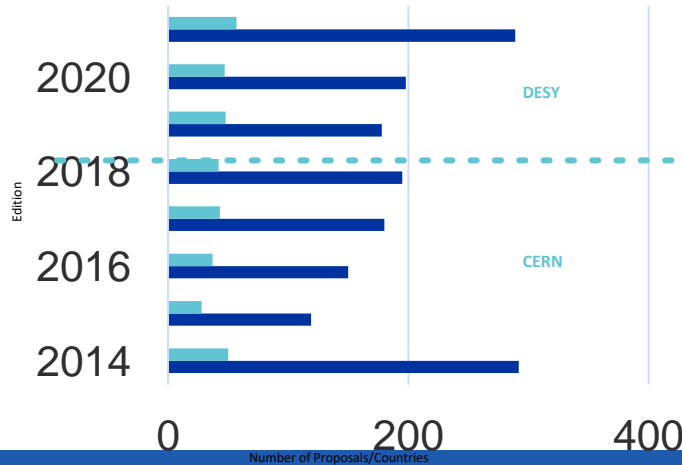
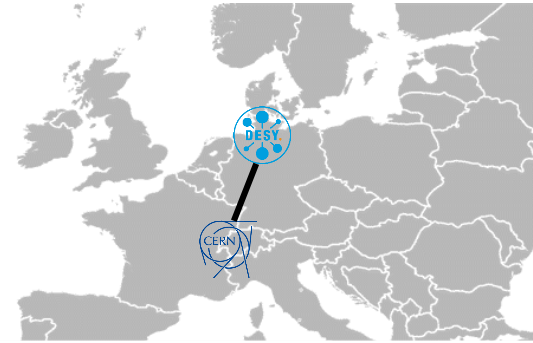
Beamline for Schools Competition

- 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



Beamline for schools

- 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





CERN Science Gateway

The making of a dream: CERN Science Gateway

Education • CERN

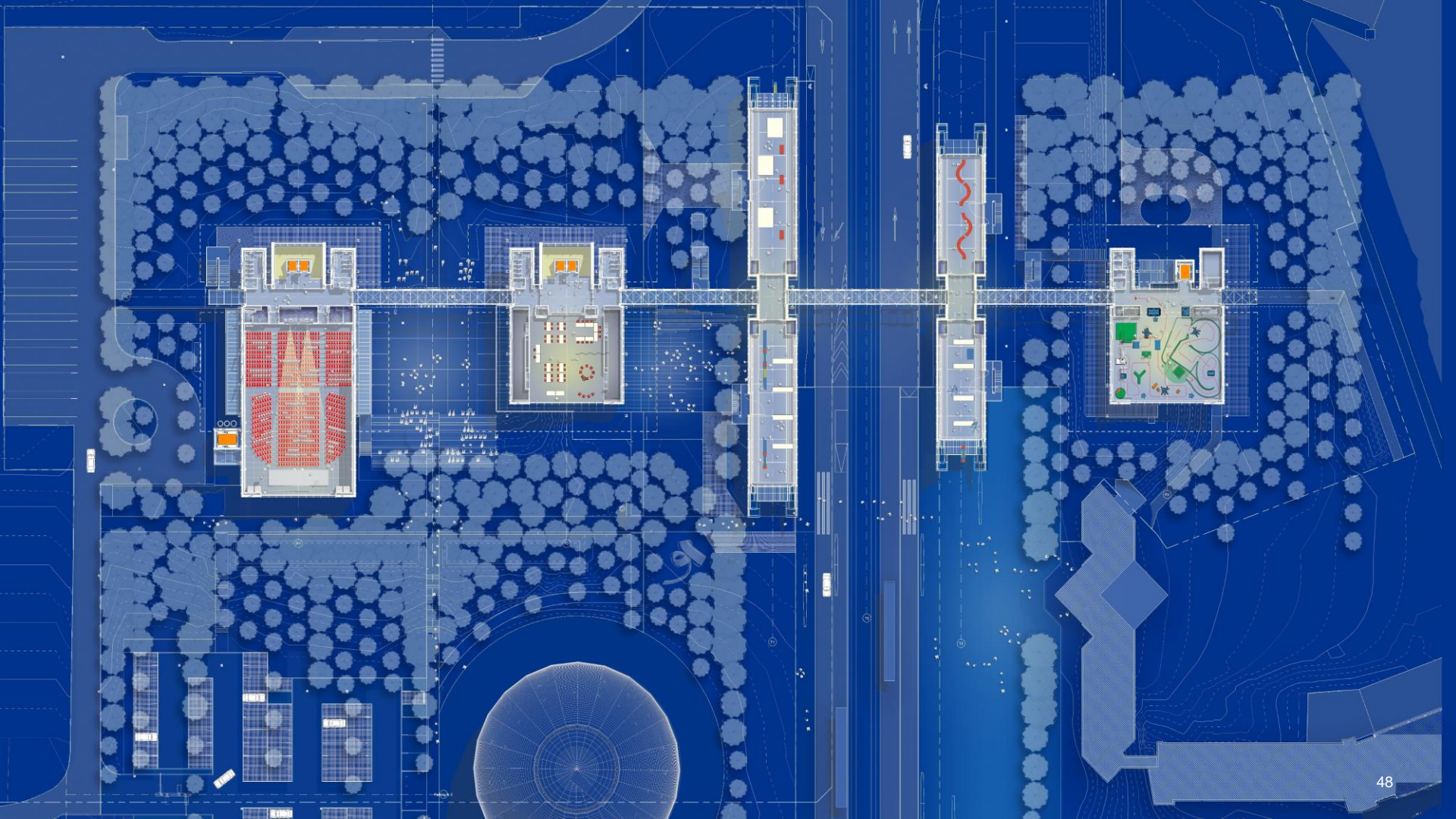


CERN Science Gateway

The making of a dream: CERN Science Gateway

Education • CERN





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

Tom Hanks



VIELEN DANK!