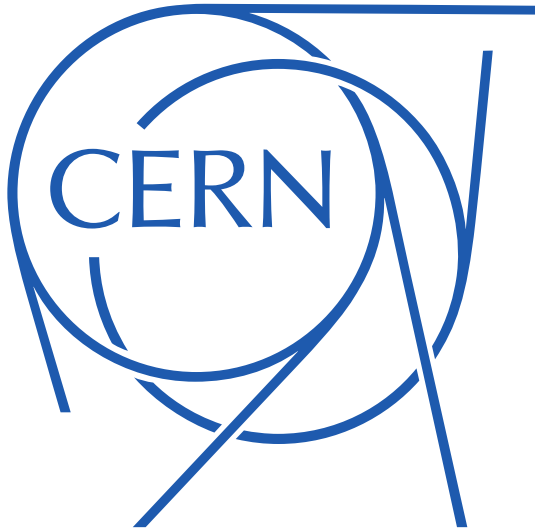


Was ist der / die / das



eigentlich?

Was heißt «CERN» ursprünglich?

Conseil
Européen pour la
Recherche
Nucléaire

1952



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) ~1240 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



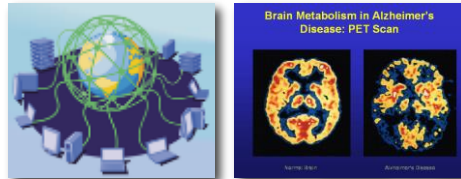
Die Aufgaben des CERN

Global Collaboration



Education

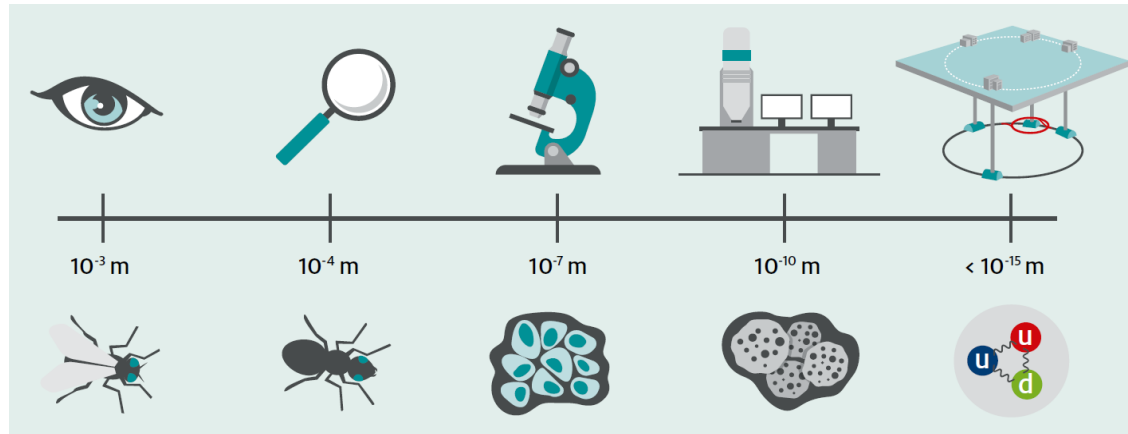
Fundamental Research



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	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 ↓ rot ↗ grün ↖
	d d d	s s s	b b b	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	blau ↓ rot ↗ grün ↖
	starke Wechselwirkung elektromagnetische Wechselwirkung schwache Wechselwirkung		starke Wechselwirkung elektromagnetische Wechselwirkung schwache Wechselwirkung			



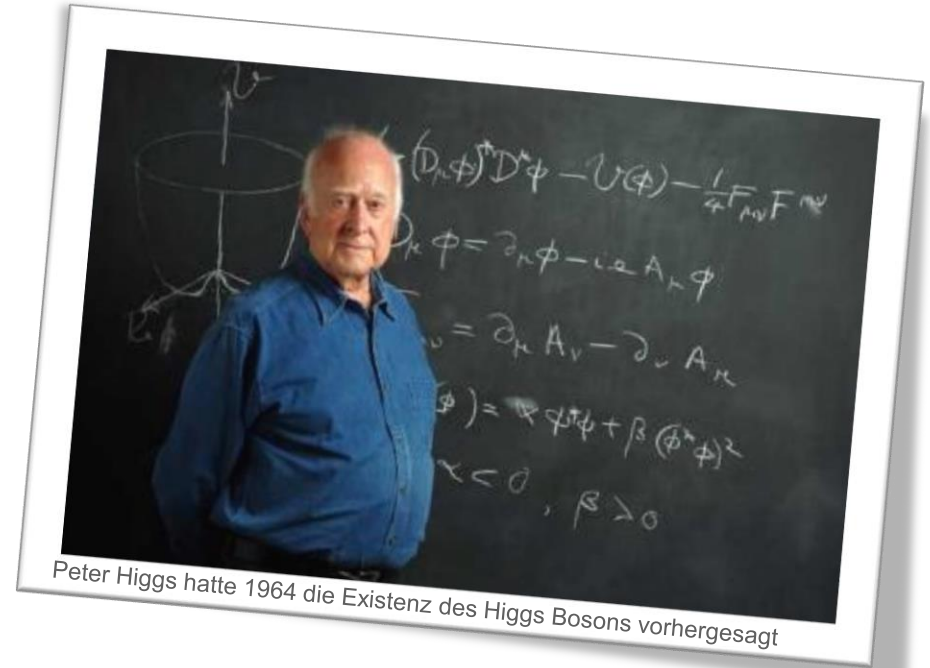
Grundlagenforschung am CERN

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

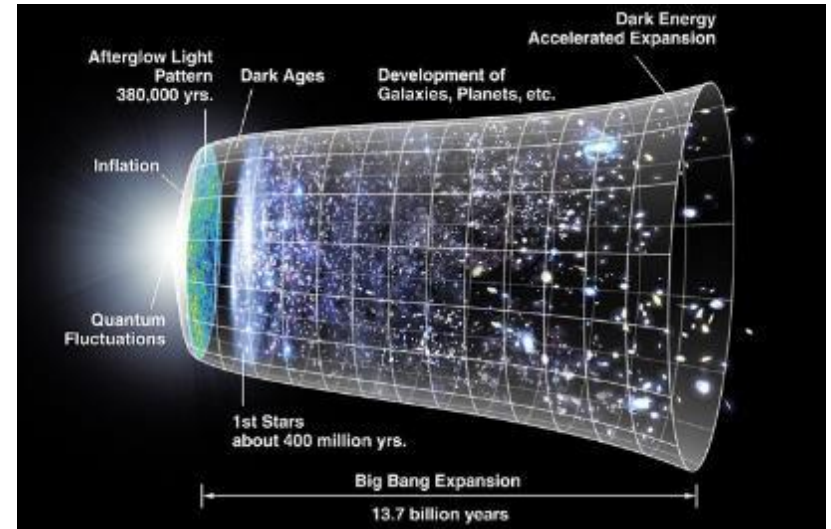
Was geschah nach dem „Big Bang“?

Warum gibt es keine Antimaterie (mehr)?

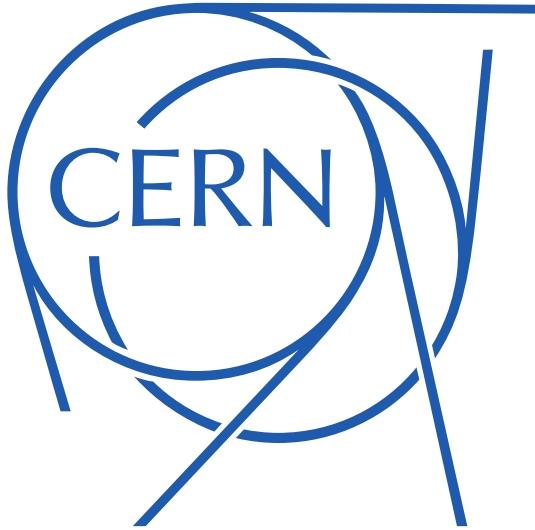
Gibt es noch kleinere Teilchen als Quarks?

Wie viele Dimensionen gibt es im Universum?

Was wissen wir sonst noch nicht?



Und wie macht

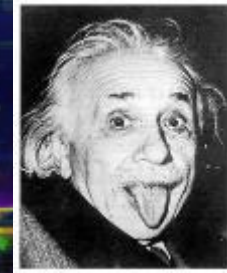


das?

Durch Beschleunigen von Objekten und anschließender Kollision...



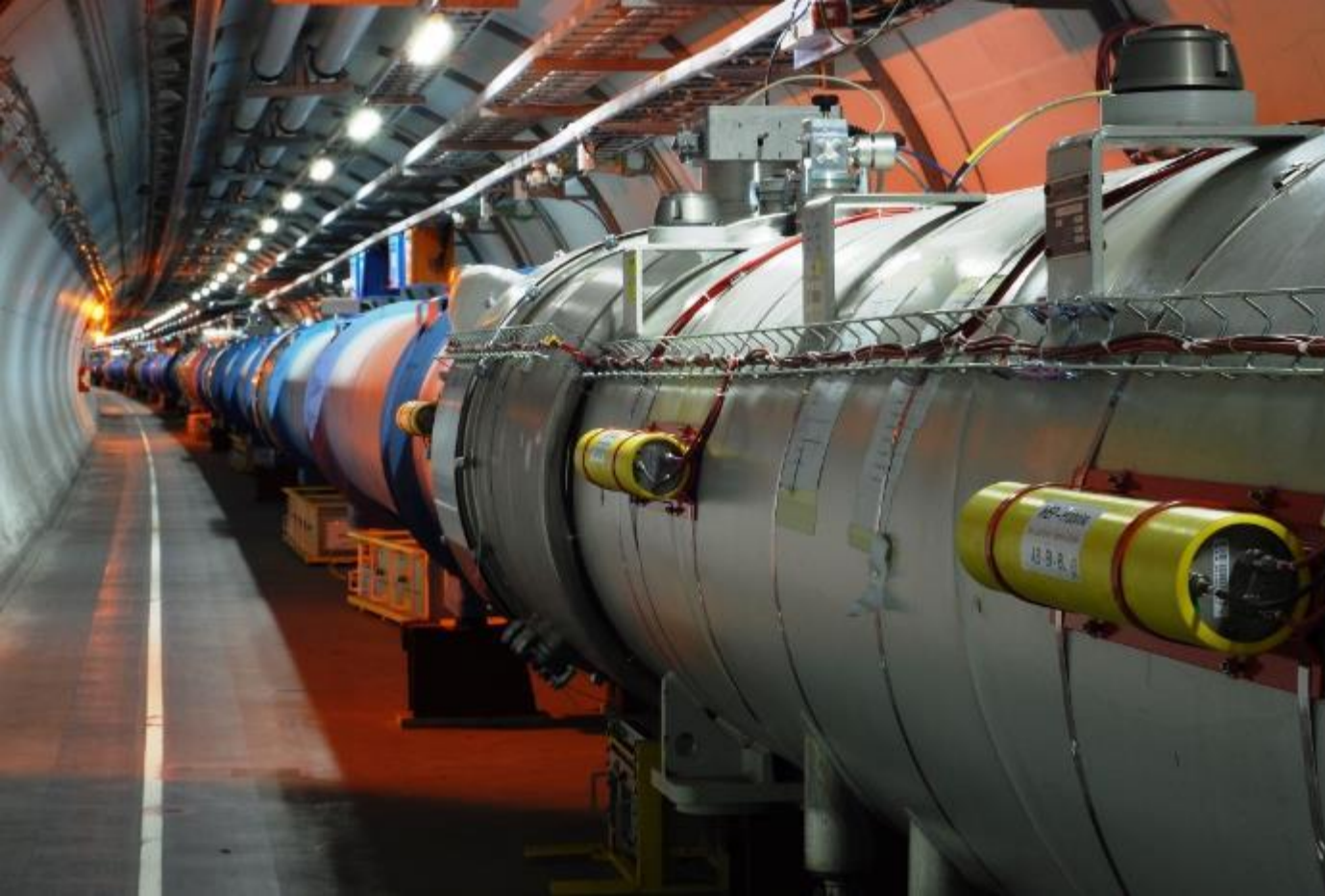
...mit unglaublich hoher Energie!



$$E=mc^2$$

14 TeV

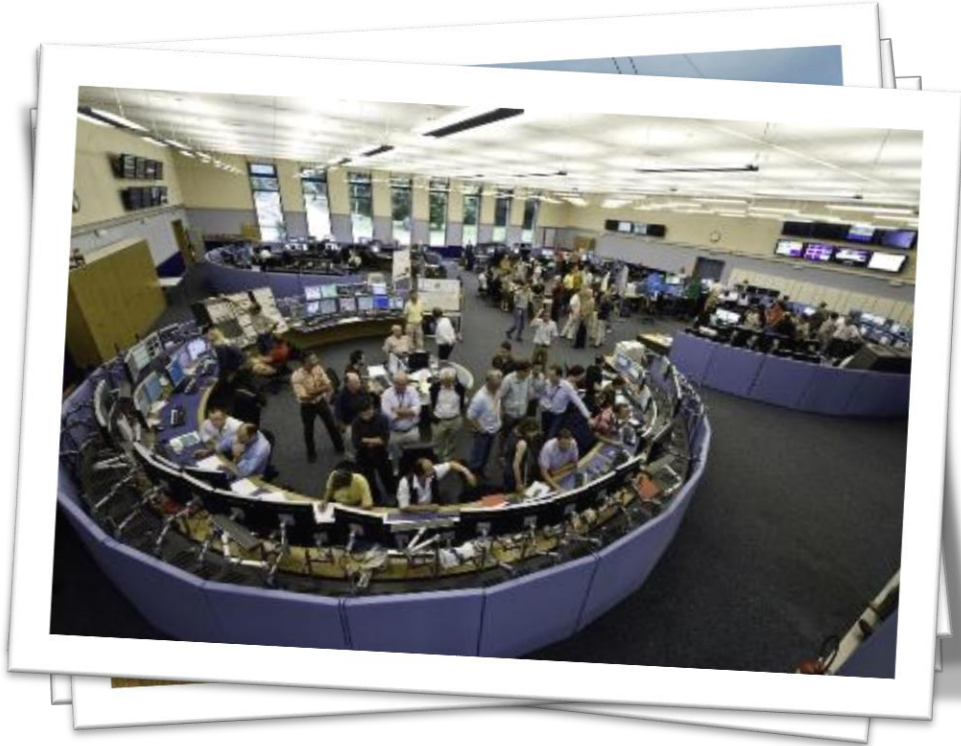




Im LHC –
der grössten,
stärksten,
kältesten,
komplexesten
Maschine
der Welt...



Ein paar Fakten zum LHC



27km langer Tunnel

9.593 supraleitende Magneten

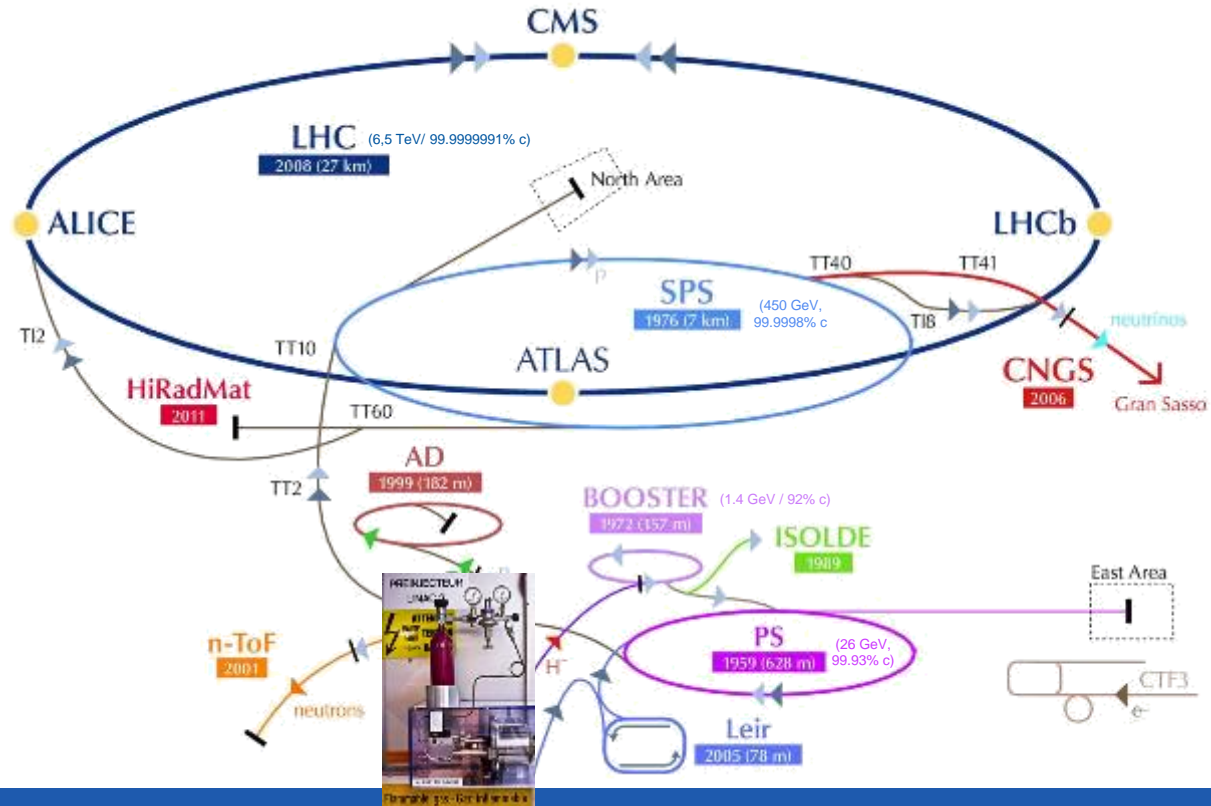
Ultra-dünnes Vakuum:
10x dünner als auf dem Mond

Kältester Ort im Universum: -271°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



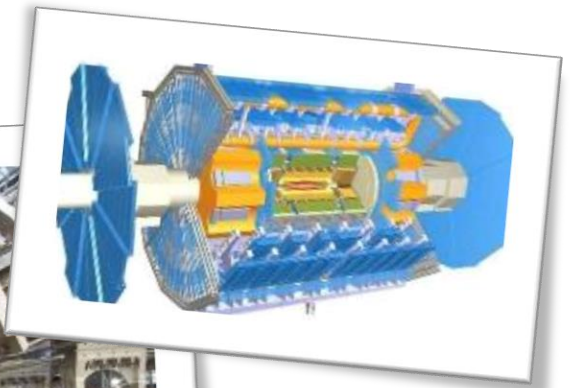
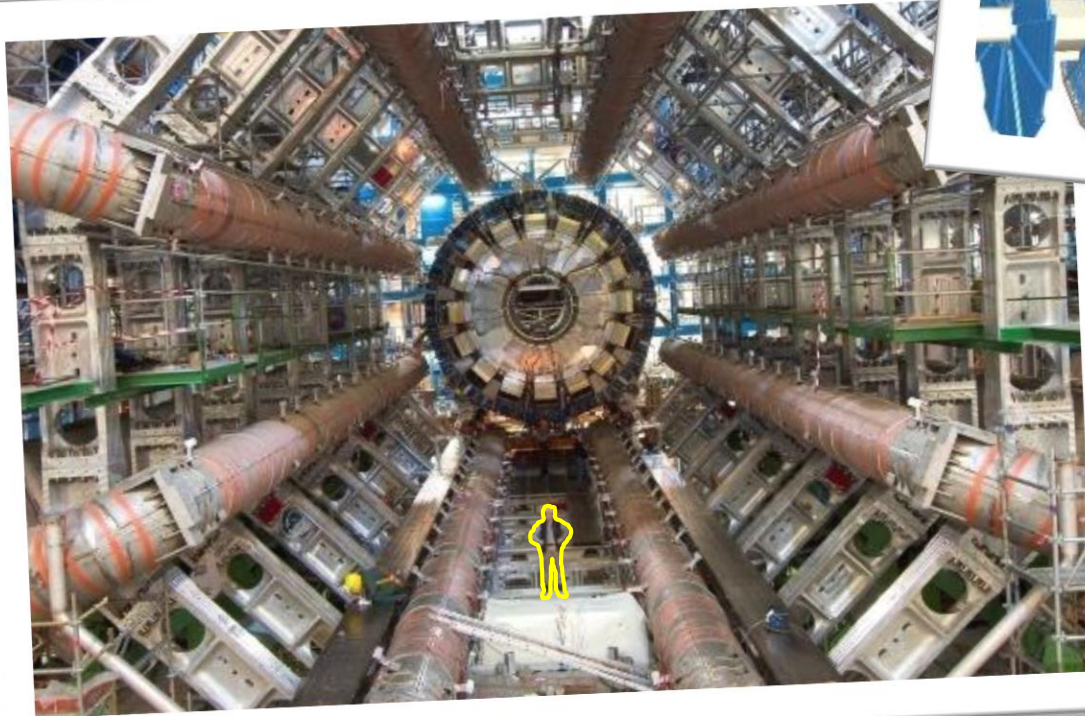
Kollisionen werden aufgezeichnet...

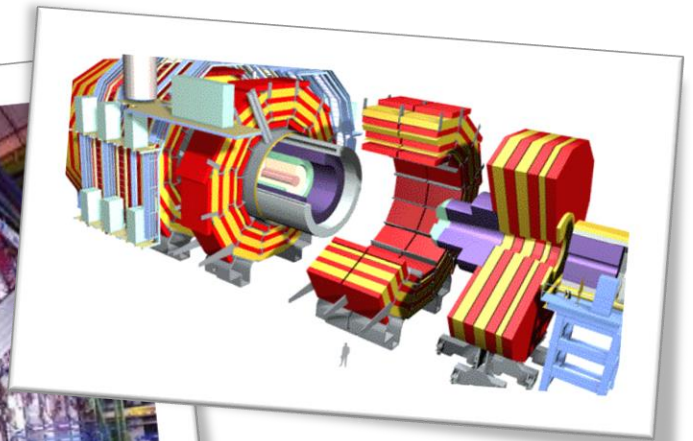
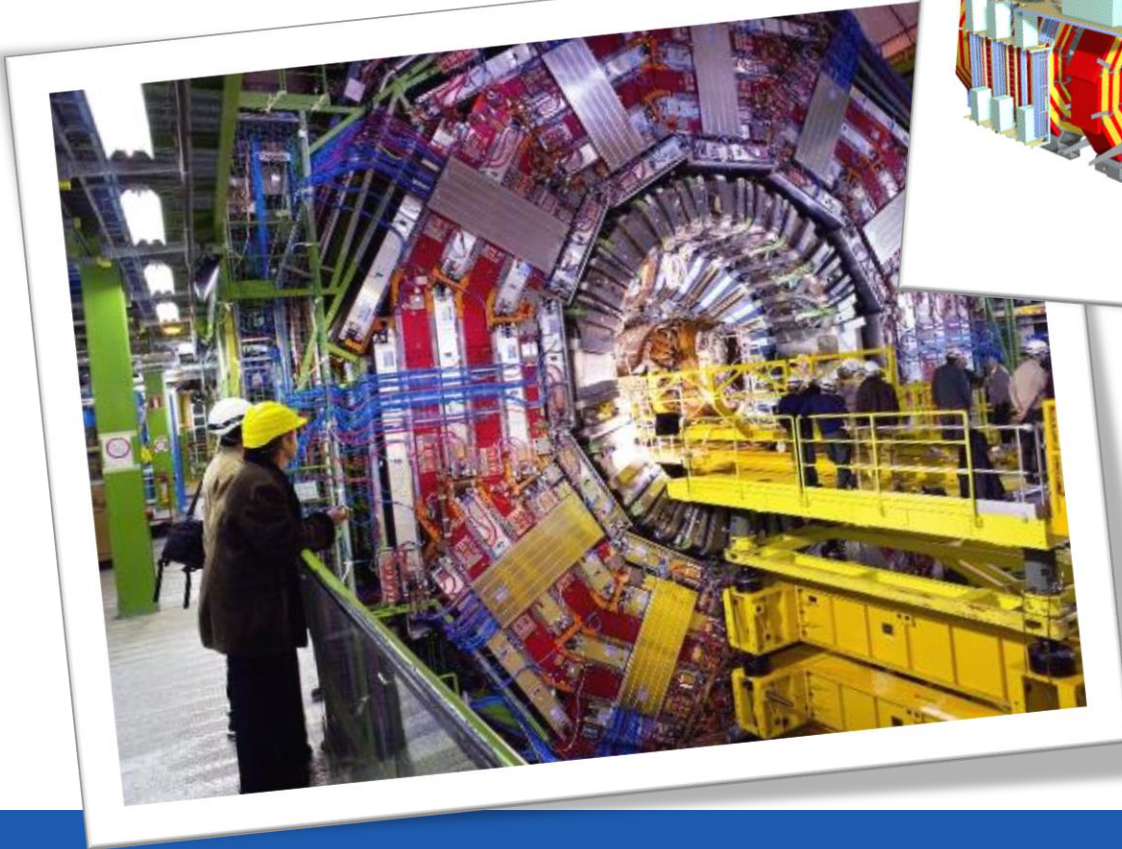


...mit 4 großen Detektoren

ATLAS

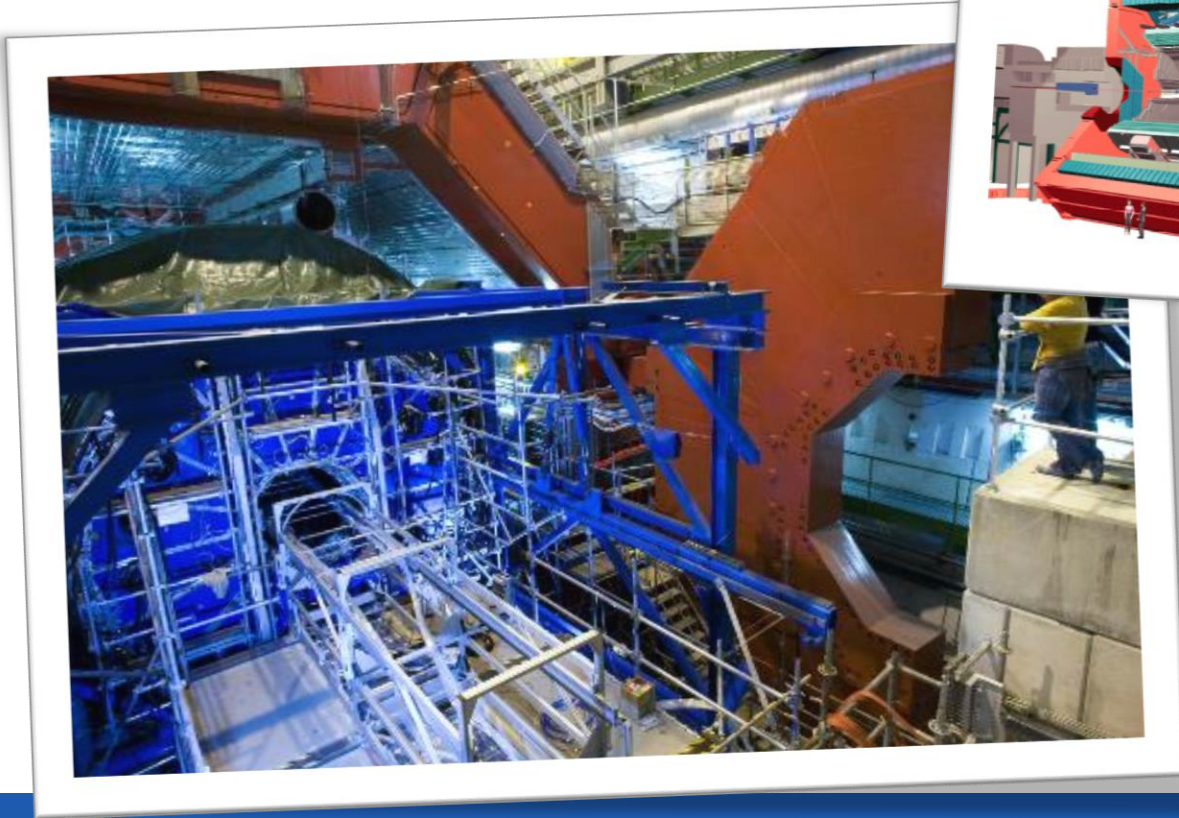
A Toroidal LHC ApparatuS

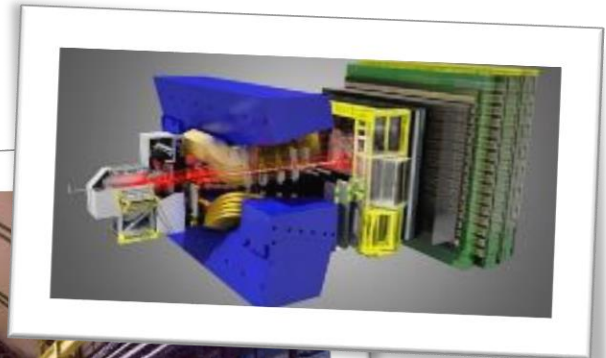
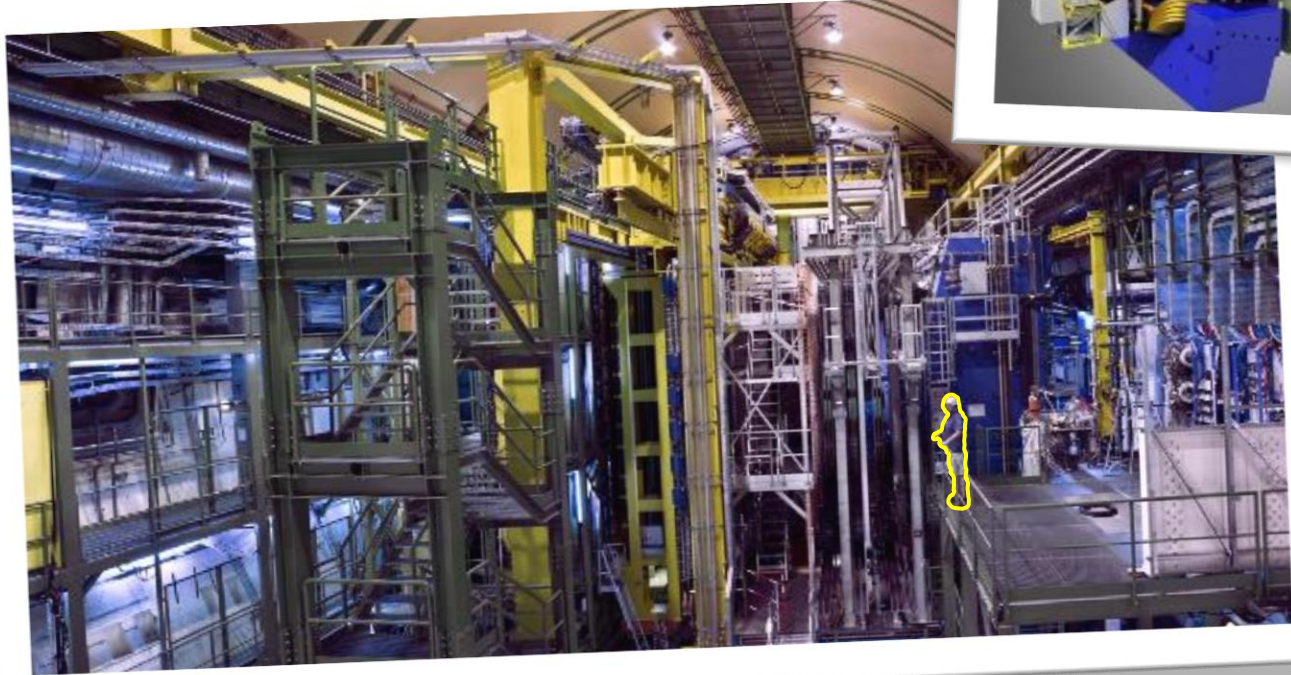




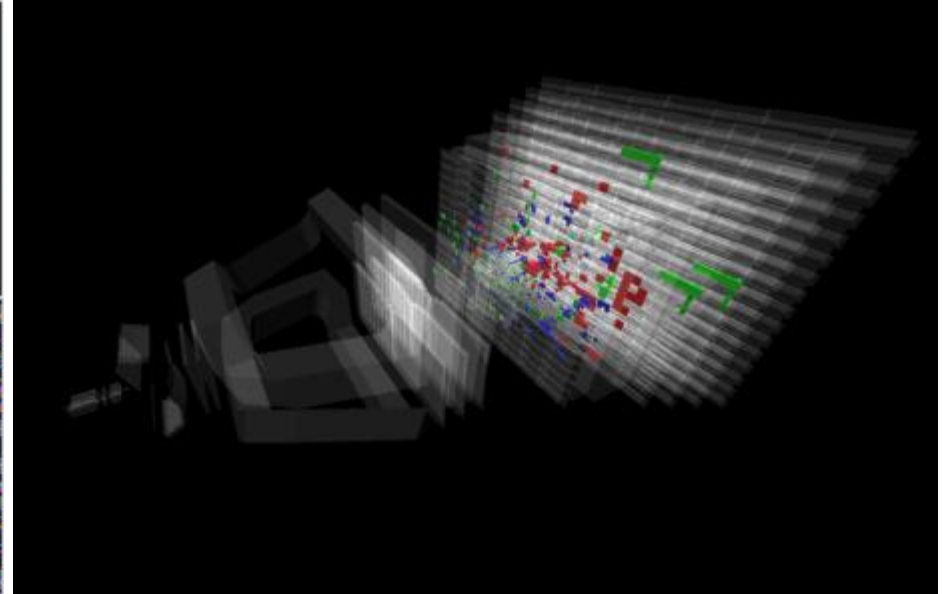
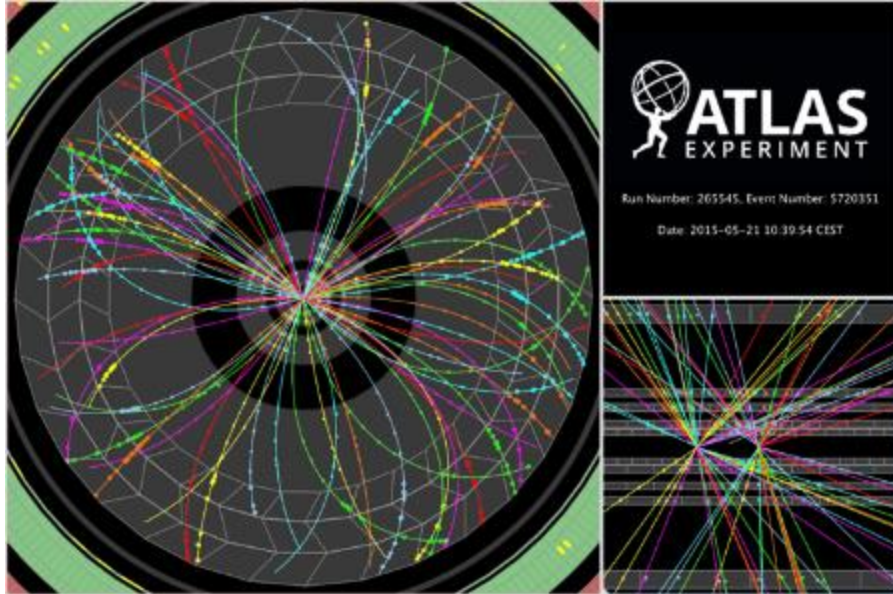
ALICE

A Large Ion Collider Experiment

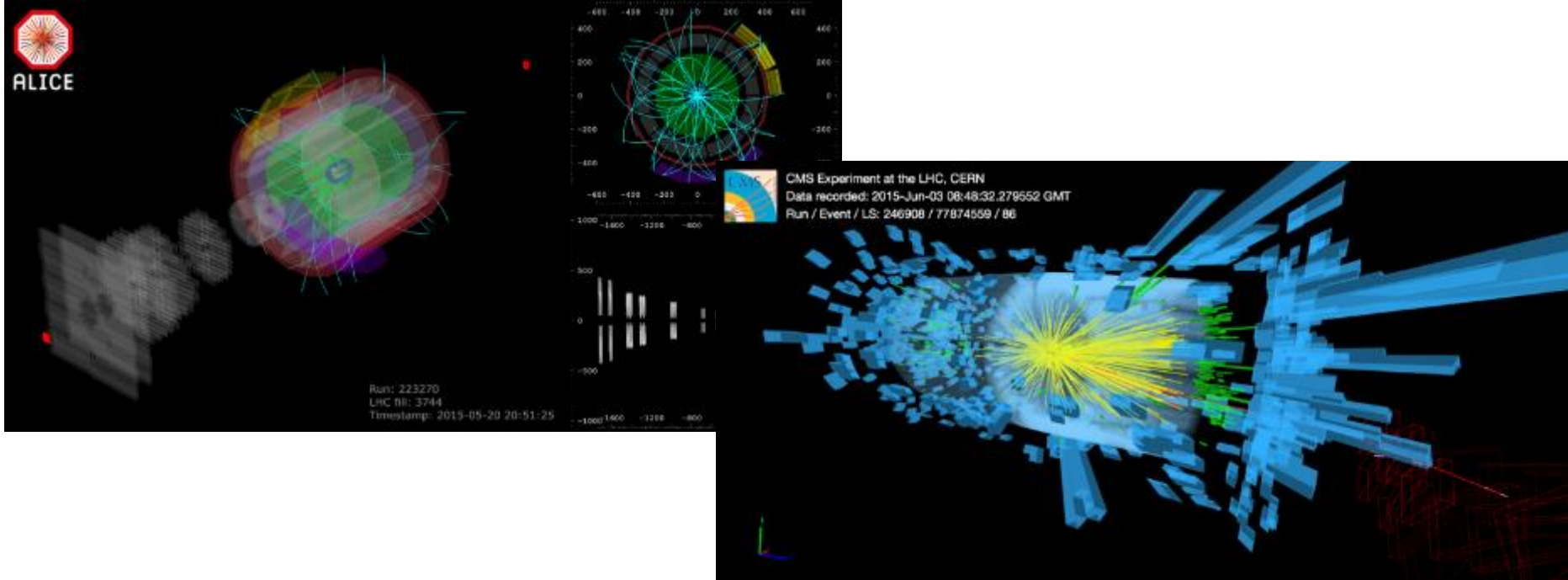




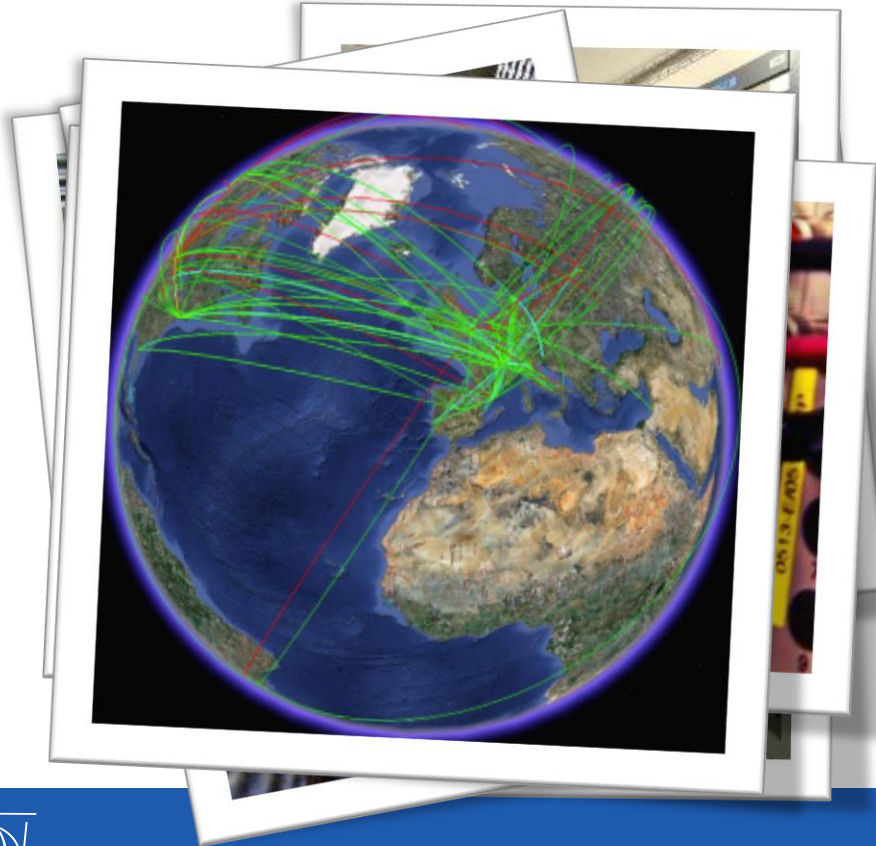
Teilchen wandeln sich bei der Kollision in andere Teilchen um, die sich wieder umwandeln usw...



...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.

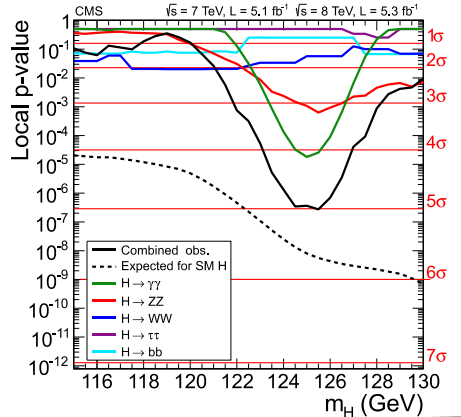
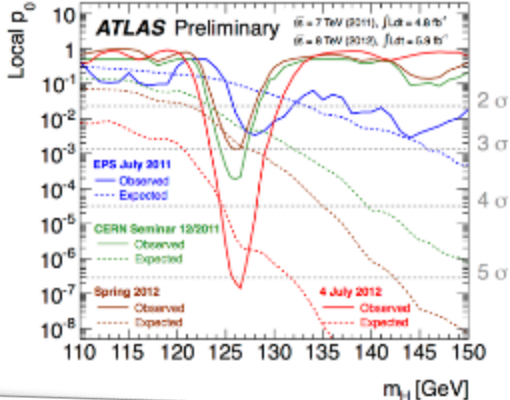
CERN Rechenkapazität:
150.000 Prozessoren (+60.000 in HU)

CERN Speicherkapazität:
170 Petabyte auf Tape

Nur 20% der notwendigen
Rechenleistung im CERN;

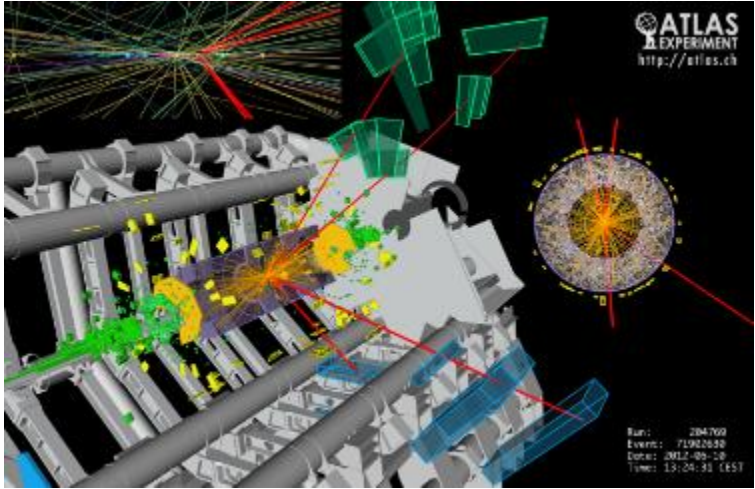
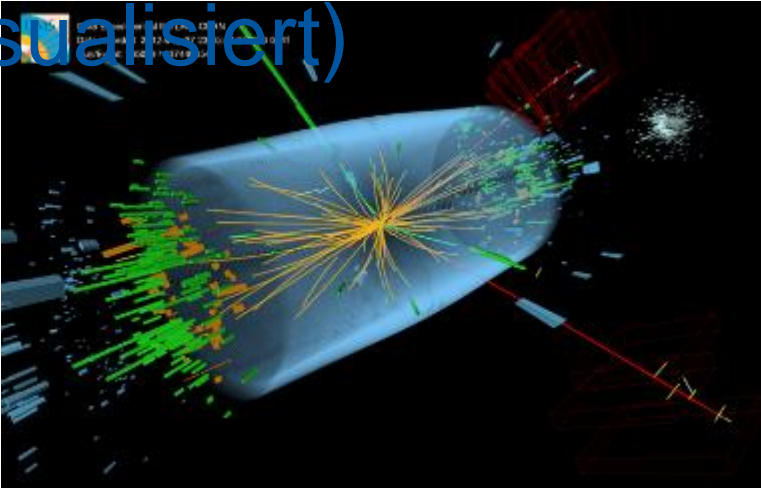
Lösung: Worldwide Computing Grid
(ca. 175 Rechenzentren weltweit)

Higgs Boson gefunden!

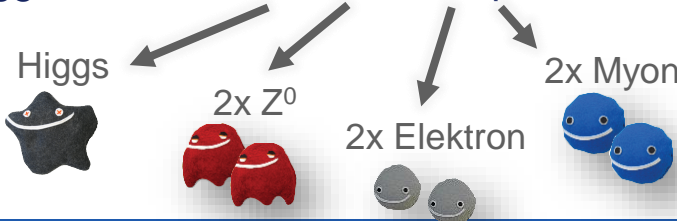


Higgs Boson Umwandlung

(visualisiert)

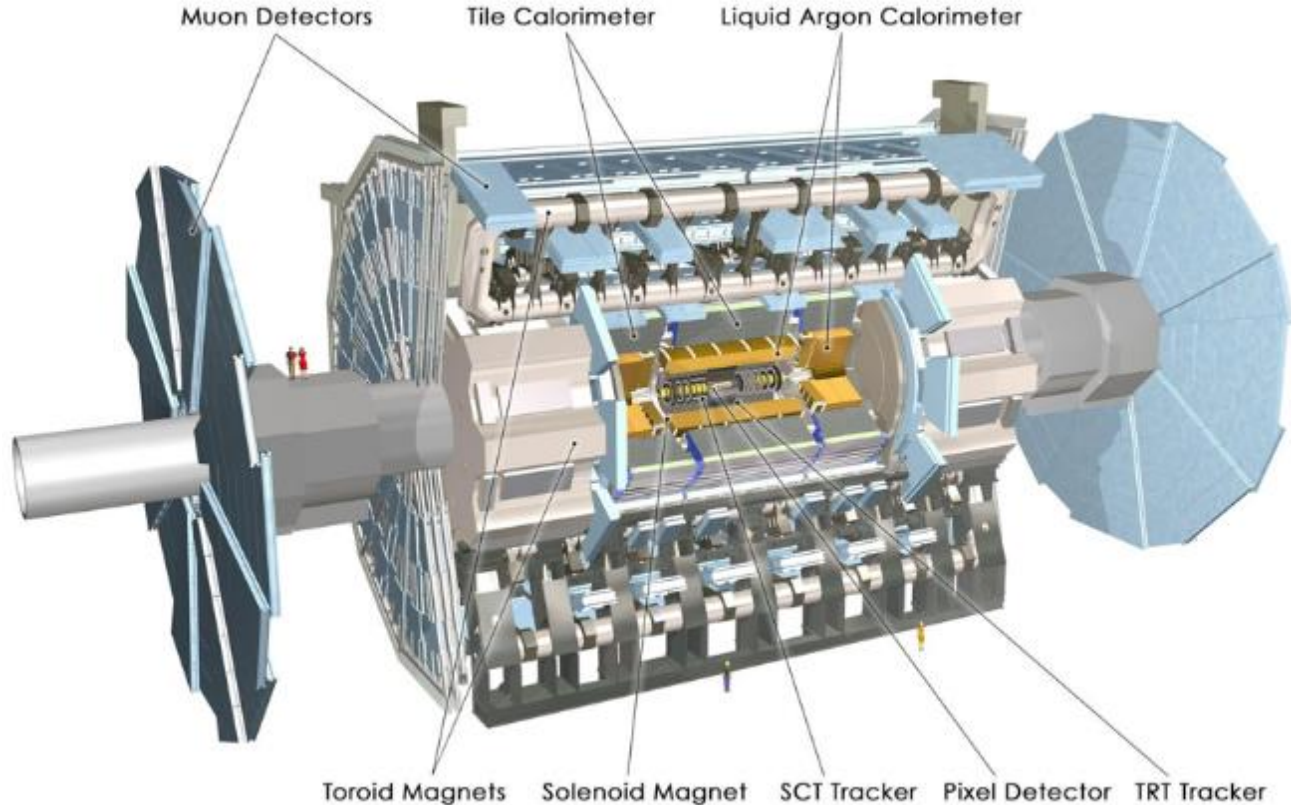


Higgs candidate: $H \rightarrow ZZ \rightarrow 2e2\mu$



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

Aufbau eines Detektors (ATLAS)



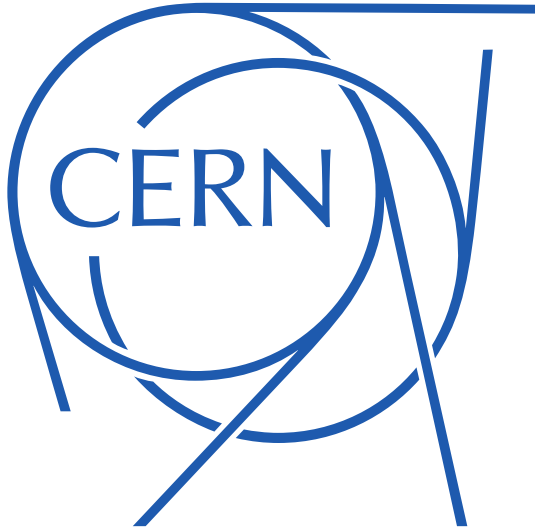
Forschung im Weltraum

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

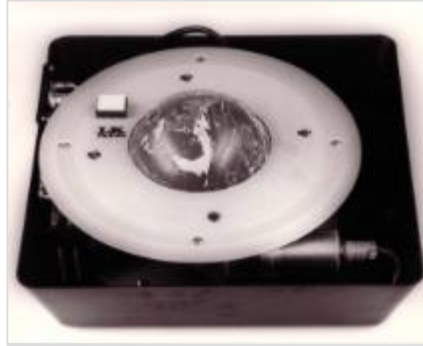
Gratis der Menschheit zur Verfügung gestellt!



Anwendungen: Touchscreen & Maus



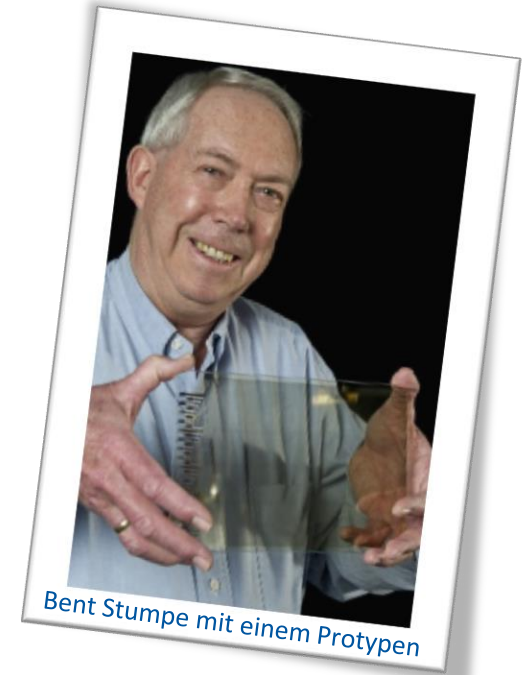
Touch Terminal 1980



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

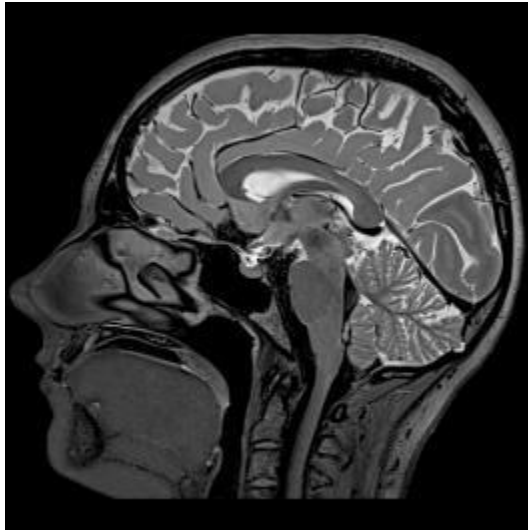


Bent Stumpe mit einem Prototypen

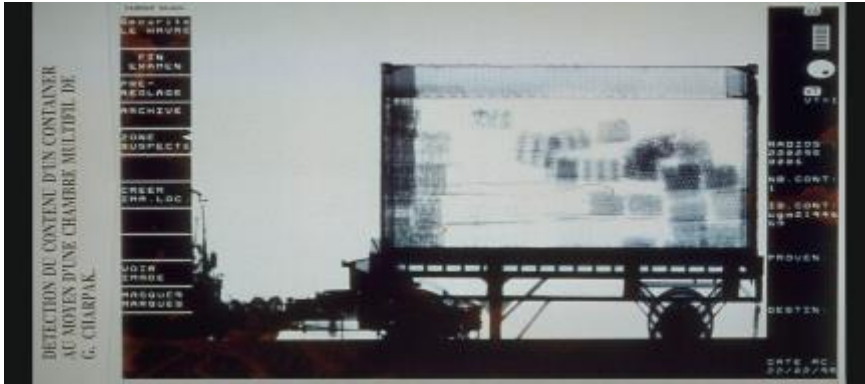
Anwendungen: Krebsdiagnostik

Supraleitende Magneten und andere Magnettechnologie für präziser Diagnostik:

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

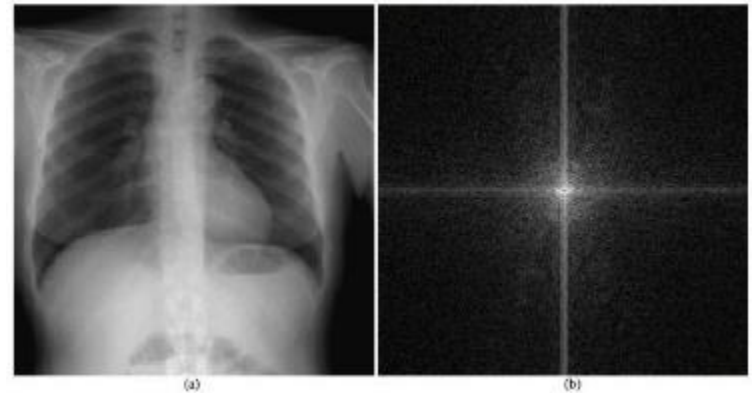


Anwendungen: Besser als Röntgen



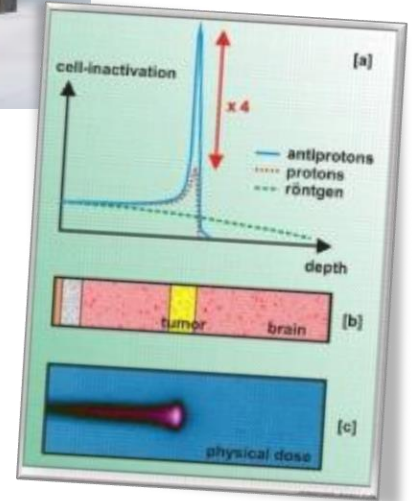
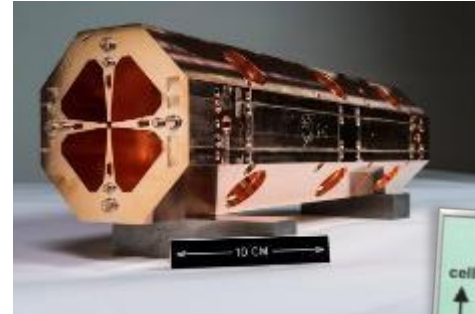
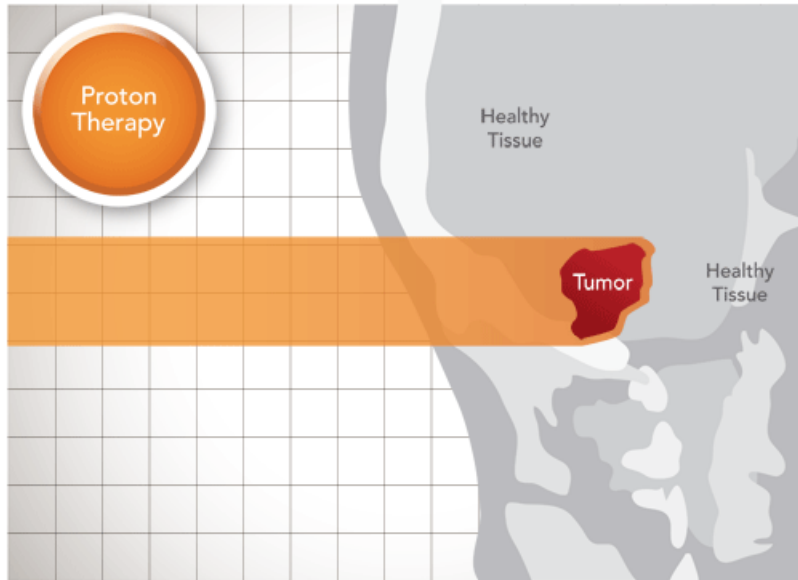
Analyse der Ladung eines LKWs
via Driftkammer Technik

Digitales Röntgen mit Pixeldetektoren



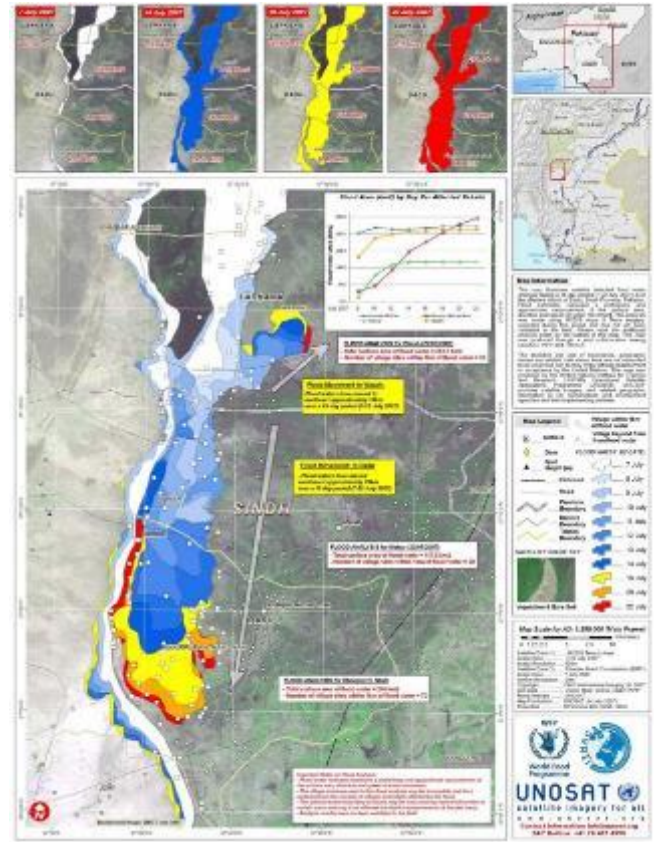
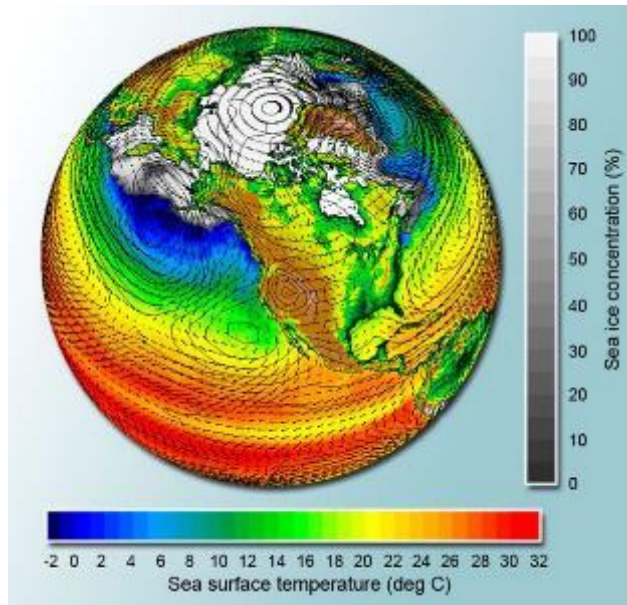
Anwendungen: Krebstherapie

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



facebook.com/cern



youtube.com/cern



Science for Peace

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

Tom Hanks



VIELEN DANK!