

YEARS / ANS **CERN**

Gerhard Schneider mit Dank an Dr. Sascha Marc Schmeling für die Folien

CERN

Eine kurze Einführung



CERN wurde 1954 gegründet

12 europäische Staaten

“Science for Peace”

Heute gibt es 21 Mitgliedsstaaten

~ 2.500 internationale Beamte
~ 1.600 weitere Angestellte
~ 11.000 Nutzer
Budget (2018) ~1.100 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: Pakistan, Türkei, Ukraine

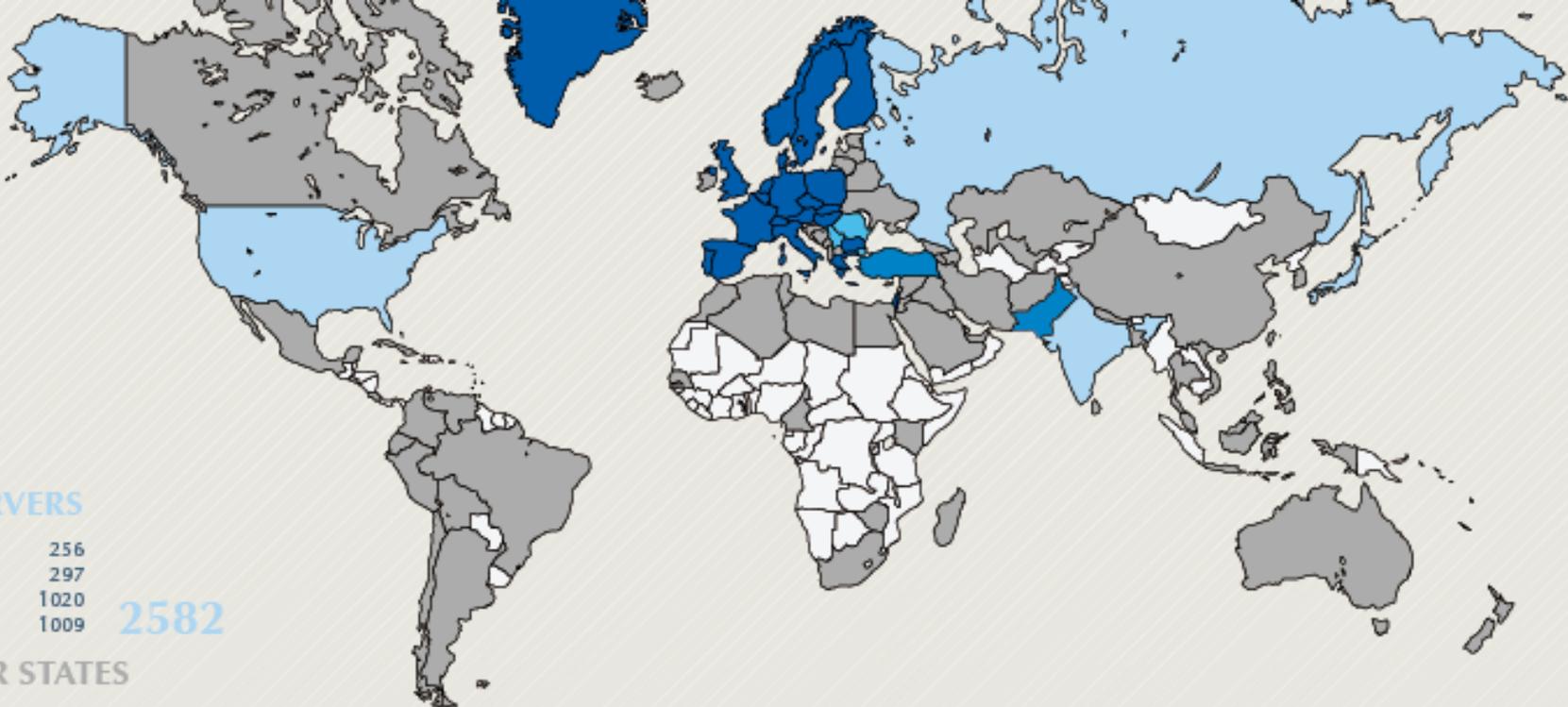
Beitrittskandidaten: Serbien, Zypern

Im Antragsverfahren:

Azerbaidjan, Brasilien, Indien, Kroatien, Russland, Slowenien,

Beobachter im Rat: Indien, Japan, Russische Föderation, USA; EU, JINR, UNESCO





OBSERVERS

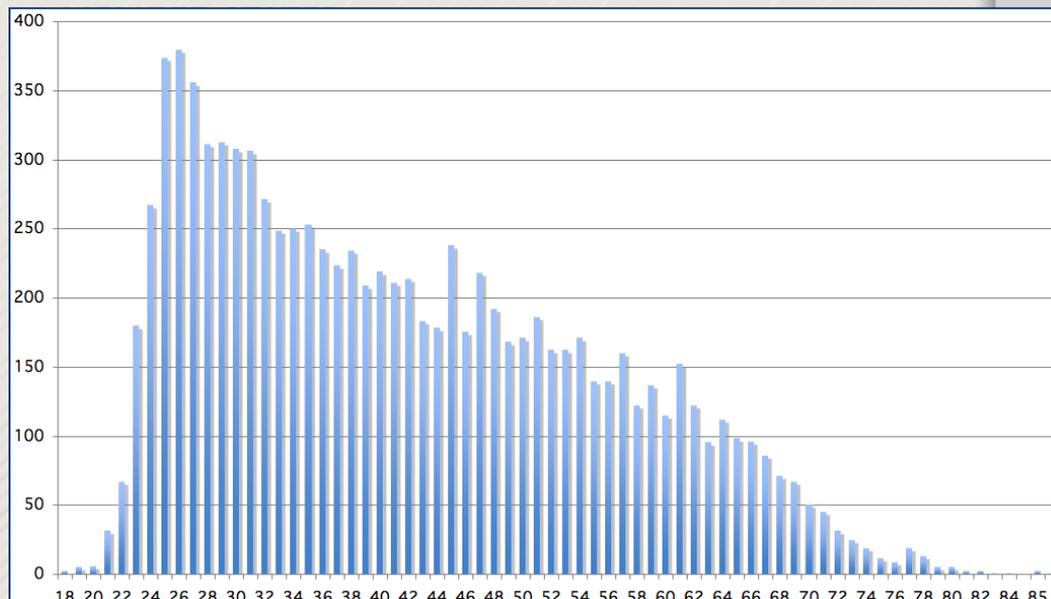
India	256
Japan	297
Russia	1020
USA	1009

2582

OTHER STATES

Afghanistan	1	El Salvador	1	Nepal	6
Albania	2	Estonia	14	New Zealand	7
Algeria	7	Georgia	36	Palestine	5
Argentina	19	Gibraltar	1	Peru	5
Armenia	25	Iceland	5	Philippines	1
Australia	28	Indonesia	8	Qatar	1
Azerbaijan	10	Iran	45	San Marino	1
Bangladesh	4	Iraq	1	Saudi Arabia	2
Belarus	46	Ireland	23	Senegal	1
Bolivia	3	Jordan	2	Singapore	3
Bosnia & Herzegovina	2	Kazakhstan	1	Sint Maarten	1
Brazil	124	Kenya	2	Slovenia	26
Cameroon	1	Korea, D.P.R.	2	South Africa	21
Canada	145	Korea Rep.	129	Sri Lanka	5
Cape Verde	1	Latvia	1	Syria	2
Chile	17	Lebanon	14	Taiwan	54
China	340	Libya	1	Thailand	17
Colombia	38	Lithuania	21	T.F.Y.R.O.M.	2
Costa Rica	1	Luxembourg	3	Tunisia	3
Croatia	35	Madagascar	3	Ukraine	77
Cuba	11	Malaysia	16	Uzbekistan	5
Cyprus	21	Mauritius	1	Venezuela	13
Ecuador	4	Mexico	75	Viet Nam	11
Egypt	23	Montenegro	4	Zimbabwe	4
		Morocco	13		

1652



CERN Council

Präsident: S. de Jong

21 Mitgliedsstaaten
2 Delegierte
2 Beitrittskandidaten
2 Delegierte
2 Assoziierte Mitgliedsstaaten
2 Delegierte
Ex-Officio Mitglieder
Verschiedene Beobachter auf Einladung

Finance Committee

Vorsitzende: C. Jamieson

21 Mitgliedsstaaten
2 Delegierte
2 Beitrittskandidaten
2 Delegierte
2 Assoziierte Mitgliedsstaaten
2 Delegierte
Ex-Officio Mitglieder
Verschiedene Beobachter auf Einladung

Scientific Policy Committee

Vorsitzender: T. Nakada

16 individuelle Mitglieder
Ex-Officio Mitglieder
Vorsitzenden der Experiment- und Beschleuniger-Komites
mehrere ständig Eingeladene
z.B. Generaldirektor

Tripartite Employment Forum

Vorsitzender: B. Dormy

Pension Fund Governing Board

Vorsitzender: T. Roth



CERN – Das Laboratorium



Ratssekretariat
Juristischer Dienst

Generaldirektorin
Fabiola Gianotti

Innenrevision
Arbeitssicherheitsinspektion

Finanzen und
Personal
Martin Steinacher

Forschung und
Informatik
Eckhard Elsen

Beschleuniger und
Technologie
Frédéric Bordry

Internationale
Beziehungen
Charlotte Warakaulle

Finanzen
Florian
Sonnemann

Personal
Anne-Sylvie
Catherin

**Industrie,
Beschaffung
und KT**
Thierry Lagrange

Infrastruktur
Lluís Miralles
Verge

Experimente
Manfred Krammer

Theorie
Gian Giudice

Informatik
Frédéric Hemmer

**Beschleuniger-
betrieb**
Paul Collier

Technologie
Jose Miguel
Jimenez

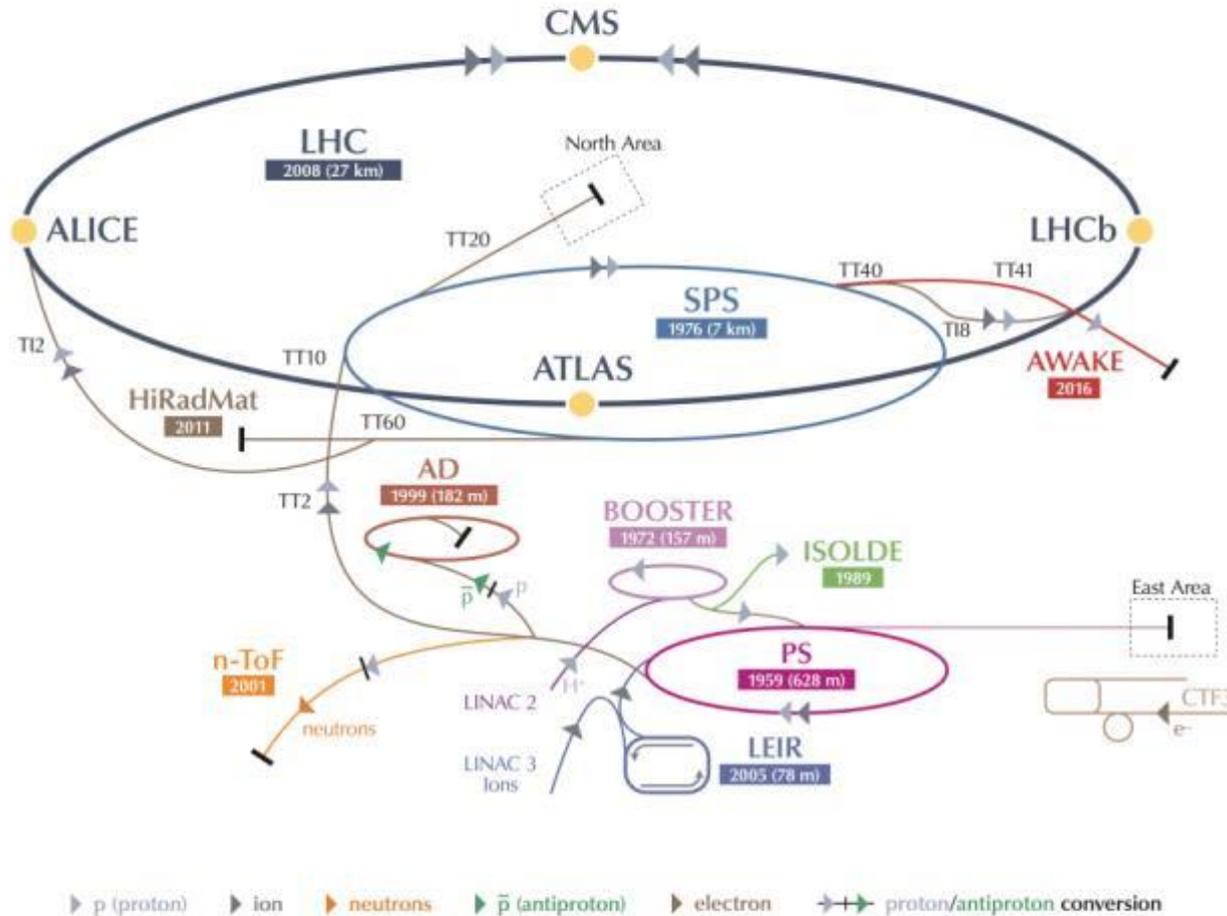
Ingenieurwesen
Roberto Losito

Beziehungen
N.N.

**Bildung,
Kommunikation
und Outreach**
N.N.



CERN's Accelerator Complex



LHC Large Hadron Collider SPS Super Proton Synchrotron PS Proton Synchrotron

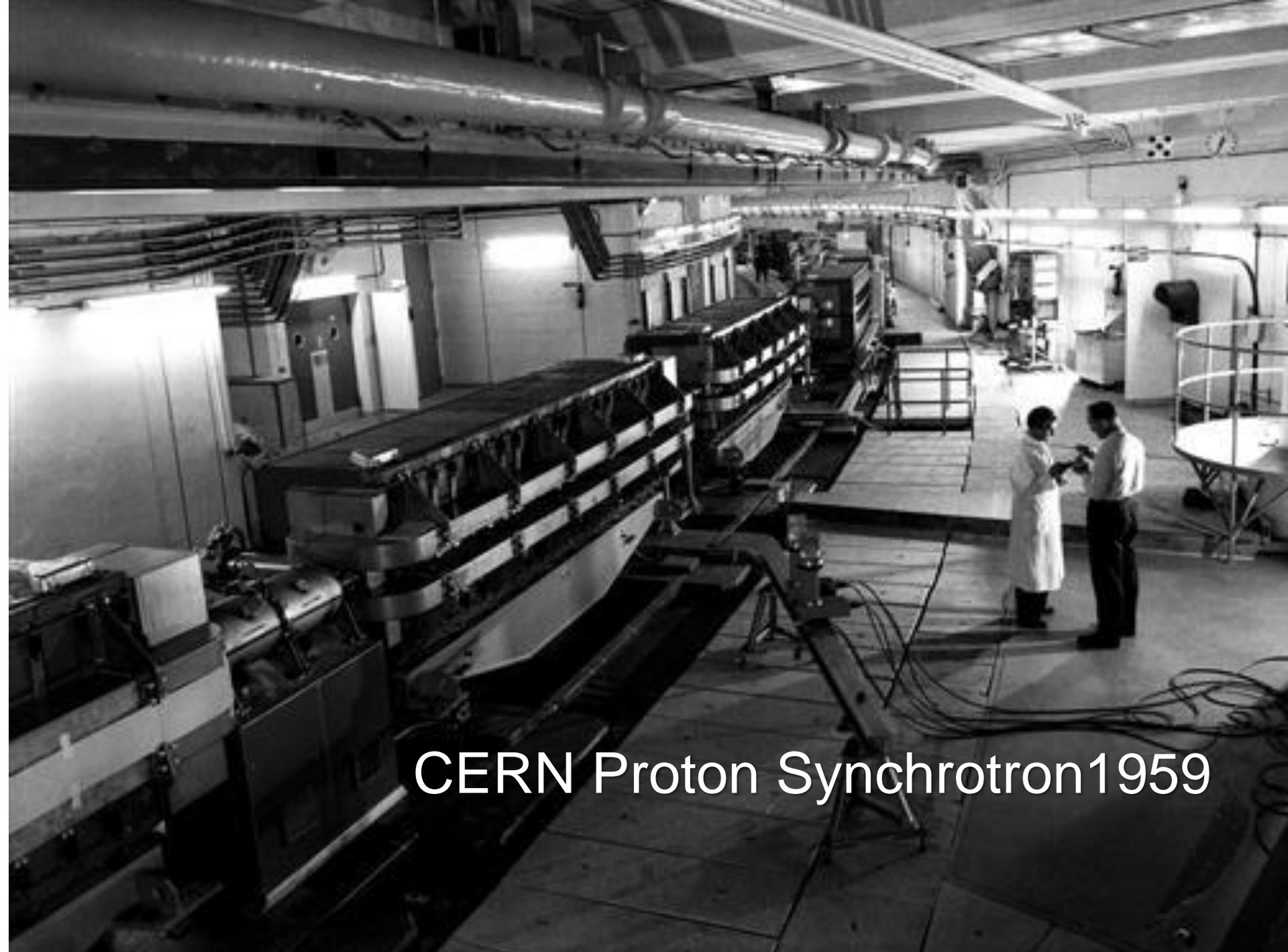
AD Antiproton Decelerator CTF3 Clic Test Facility AWAKE Advanced WAKEfield Experiment ISOLDE Isotope Separator OnLine DEvice

LEIR Low Energy Ion Ring LINAC LINear ACcelerator n-ToF Neutrons Time Of Flight HiRadMat High-Radiation to Materials



Germany (Berlin) 1961

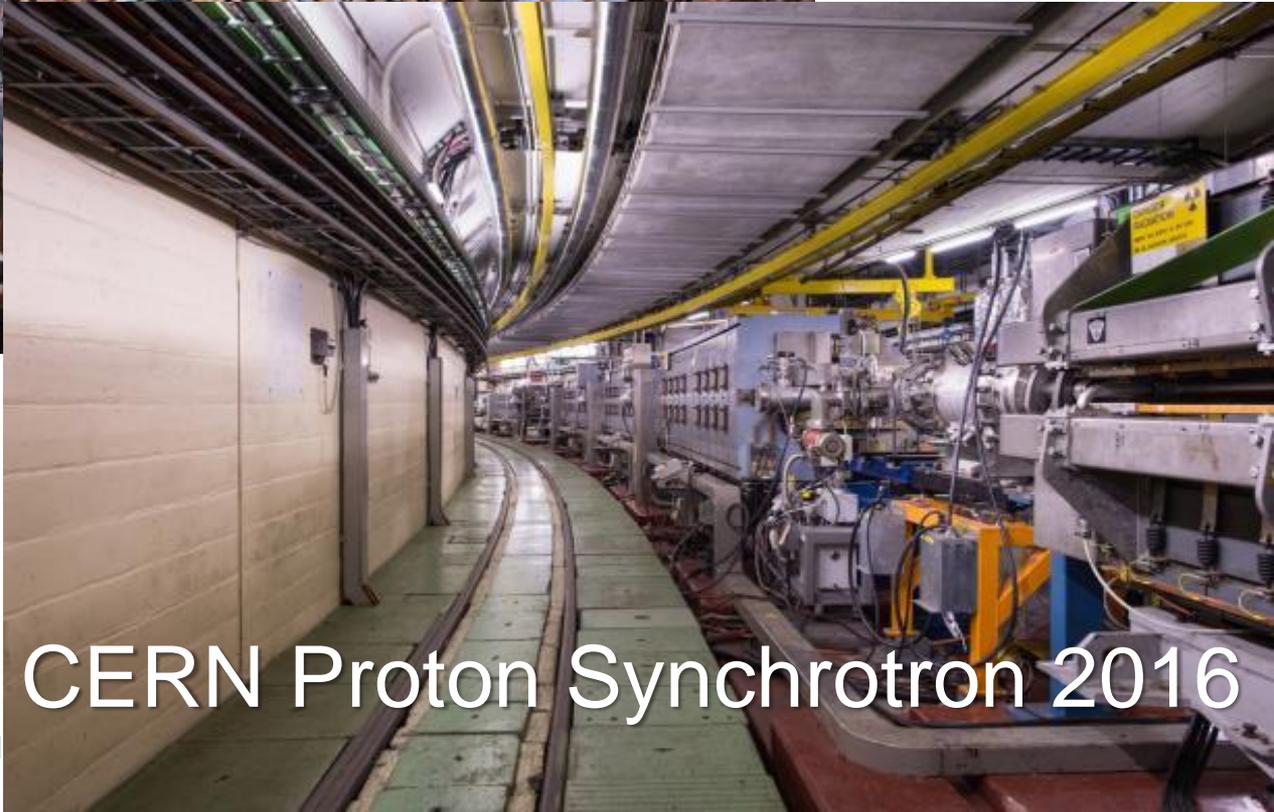




CERN Proton Synchrotron 1959



Germany (Berlin) 2014



CERN Proton Synchrotron 2016



Der Auftrag des CERN

Research

- **Forschung an den Grenzen menschlichen Wissens**

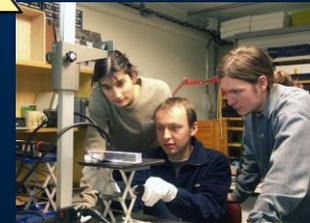
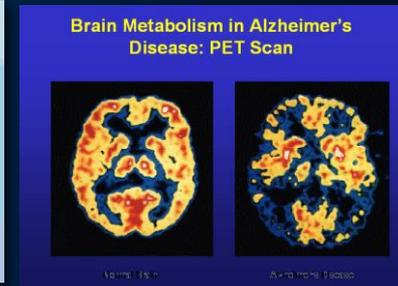
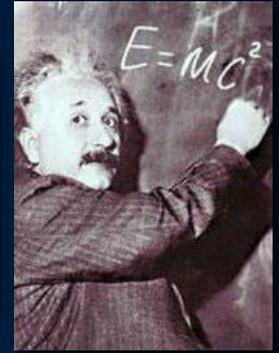
CERN entschlüsselt Geheimnisse des frühen Universums: Materie, Kräfte, Entwicklung

- **Innovative Technologien: Beschleuniger, Detektoren, Datenverarbeitung**

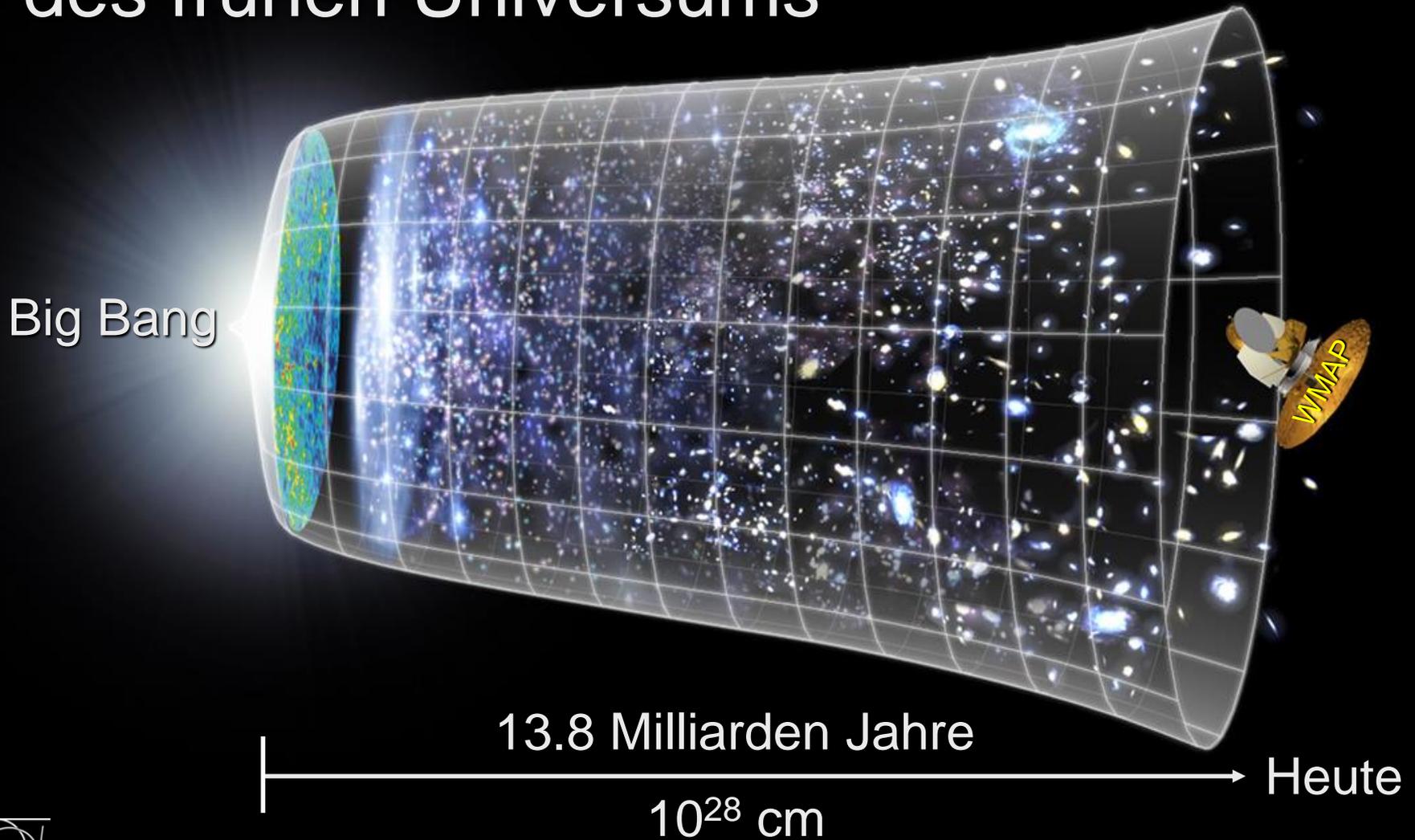
World Wide Web und Google
Medizinische Anwendungen
Therapie

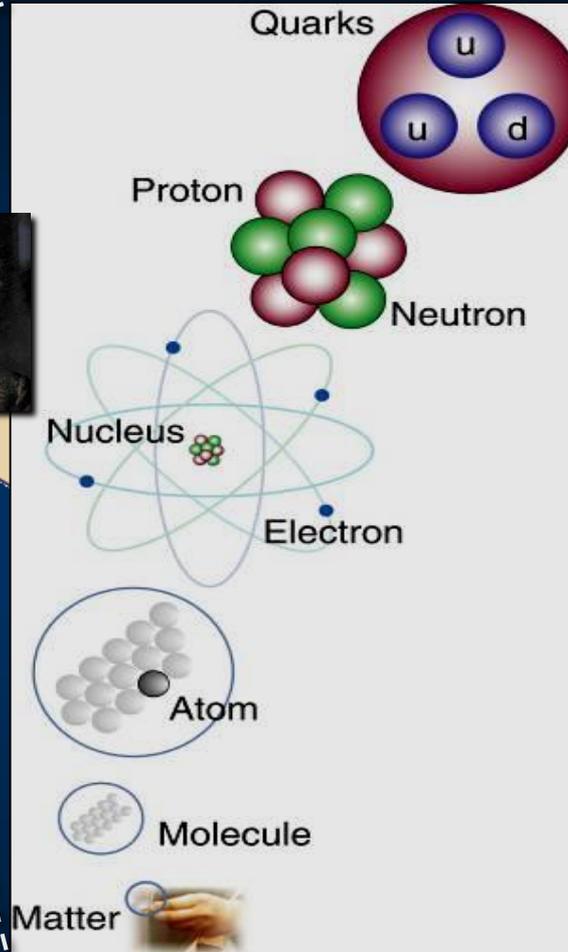
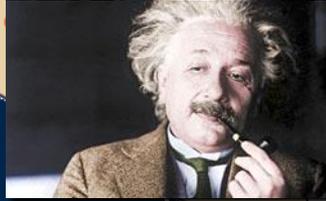
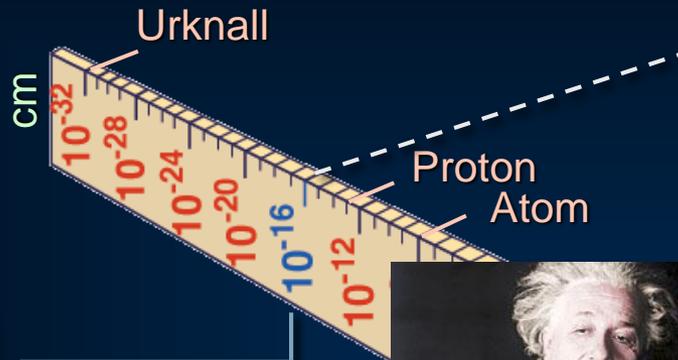
- **Ausbildung: Wissenschaftler und Ingenieure für die Herausforderungen von morgen**

- **Zusammenarbeit und Verständigung zwischen verschiedensten Ländern und Kulturen**



Die wissenschaftliche Herausforderung: Erforschung der Entwicklung des frühen Universums

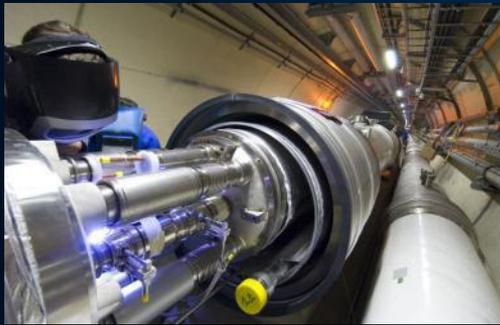
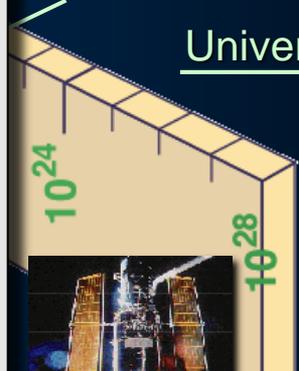




Sonne

Galaxien

Universum



LHC

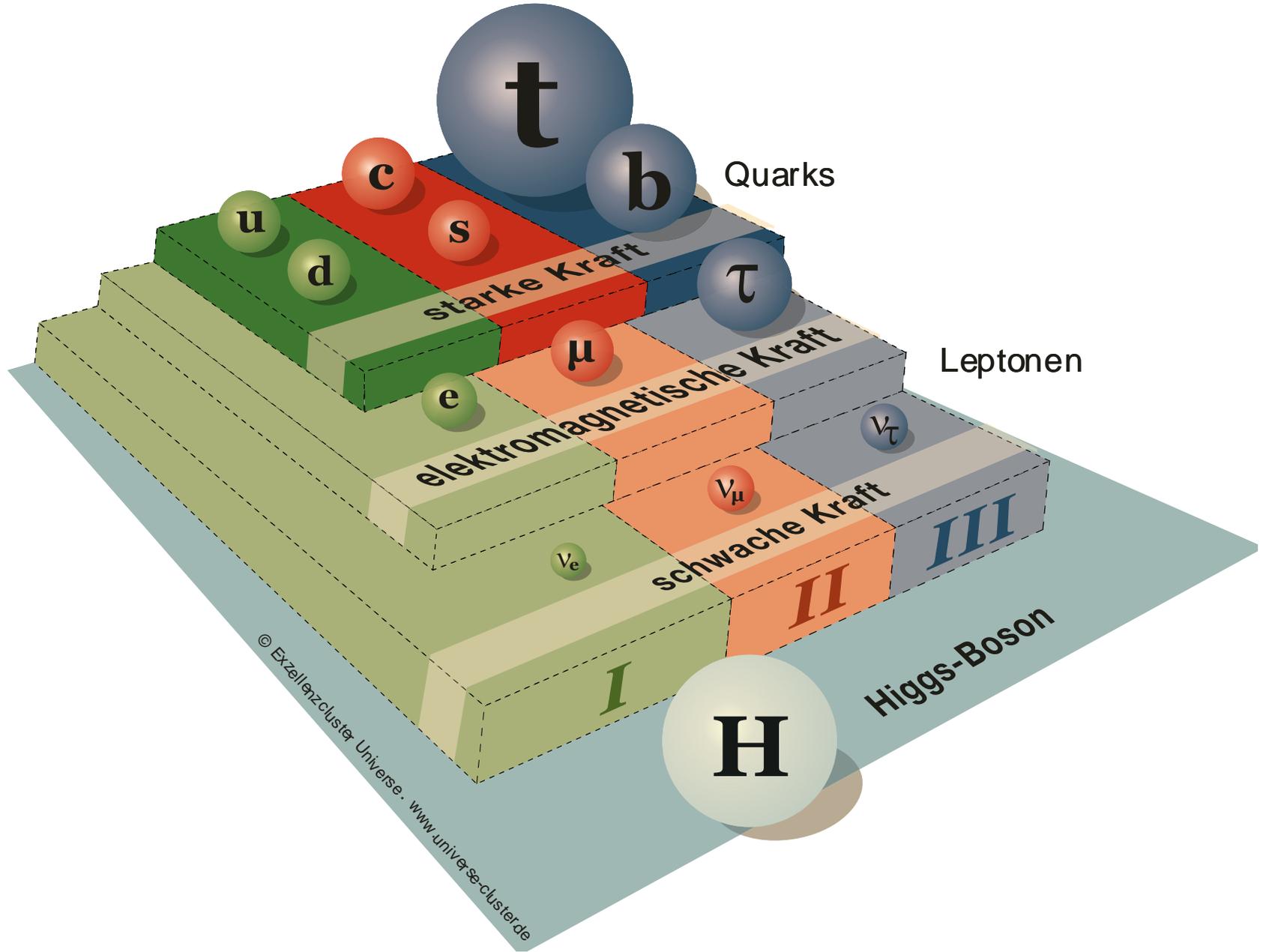
Supermikroskop



Physik Nobelpreis 2013



The Nobel Prize in Physics 2013 was awarded jointly to François Englert and Peter W. Higgs *"for the theoretical discovery of a mechanism that contributes to our understanding of the origin of mass of subatomic particles, and which recently was confirmed through the discovery of the predicted fundamental particle, by the ATLAS and CMS experiments at CERN's Large Hadron Collider"*.



Standardmodell

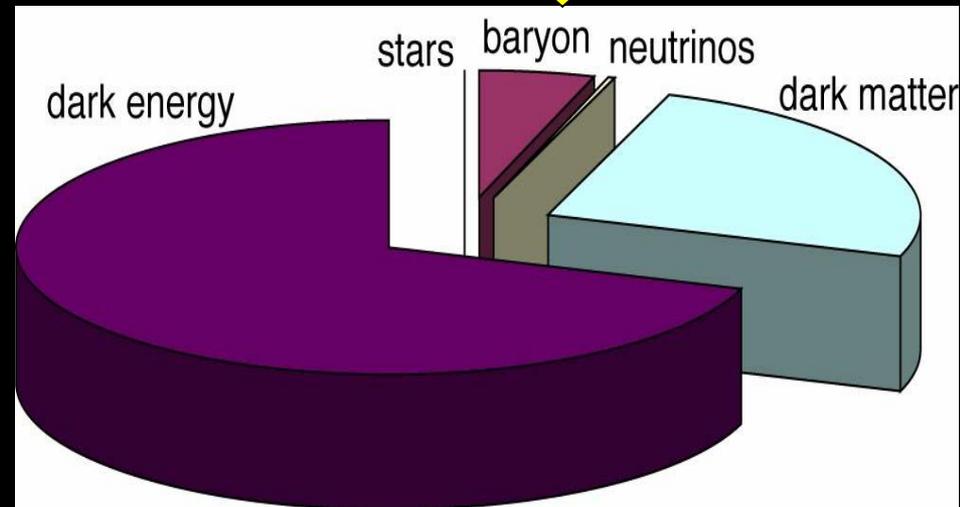
... Standard Modell lässt ausserdem viele Fragen offen,
z.B. wo blieb die Antimaterie

aber insbesondere ...:

Ω_B	BARYONS
Ω_{CDM}	DARK MATTER
Ω_ν	NEUTRINOS
Ω_{DE}	DARK ENERGY

$$\Omega_{TOT} = \Omega_B + \Omega_{CDM} + \Omega_\nu + \Omega_{DE}$$

Standard Modell



→ Mit dem Large Hadron Collider stehen wir heute am Anfang
der Erforschung des 'Dunklen Universums'



LHCb

ATLAS

CERN Meyrin

CERN Prévessin

SPS 7 km

ALICE

CMS

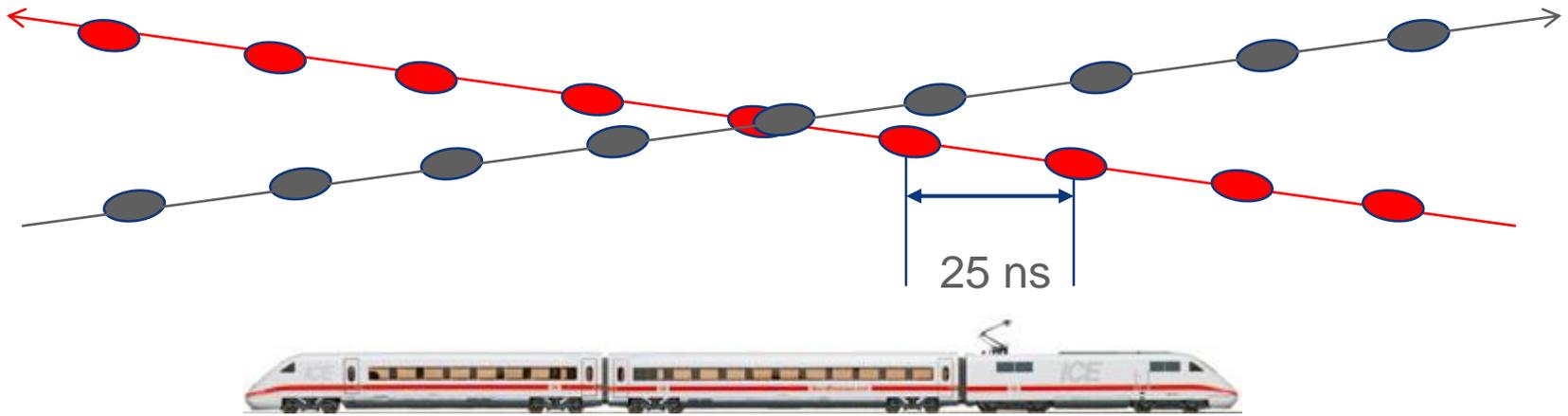
LHC 27 km

FRANCE
ISSE

- 1982 : Erste Projektstudien
- 1983 : Z^0 -Ereignis am S_pP_S
- 1985 : Nobelpreis für S. van der Meer und C. Rubbia
- 1989 : Beginn des LEP-Betriebs (Z Factory)
- 1994 : Zustimmung zum LHC durch das Council
- 1996 : Endgültige Entscheidung zum Baubeginn
- 1996 : LEP Betrieb bei 100 GeV (W Factory)
- 2000 : Ende des LEP Betriebs
- 2002 : Abschluß des LEP Abbaus
- 2003 : Beginn der LHC Installation
- 2005 : Beginn der LHC Tests
- 2008 : Erste Betriebsaufnahme LHC
- *2009 : Physik!*



LHC – Von der Idee zum Beschleuniger



Strahlenergie = Protonenenergie • Anzahl der Protonen pro Wolke • Anzahl der Wolken

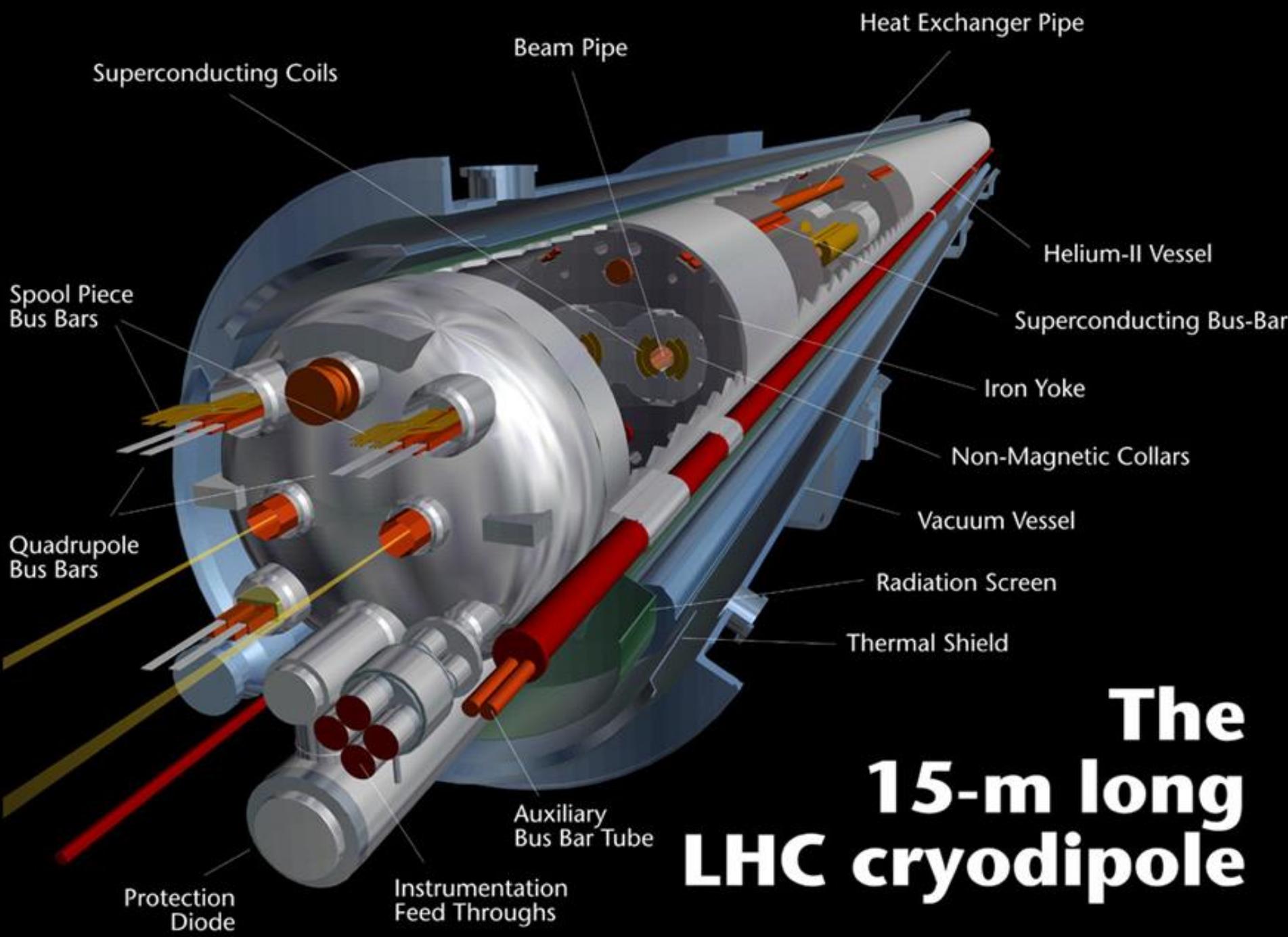
Protonenenergie: 7 TeV

bei höchster Intensität:

Anzahl der Protonen je Wolke: $1.05 \cdot 10^{11}$

Anzahl der Wolken pro Richtung: 2808

Strahlenergie (pro Richtung): 346 MegaJoule



The 15-m long LHC cryodipole

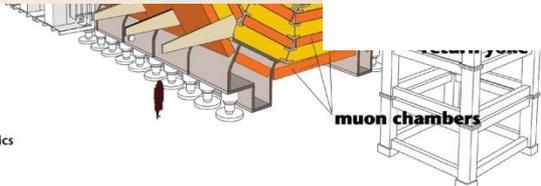
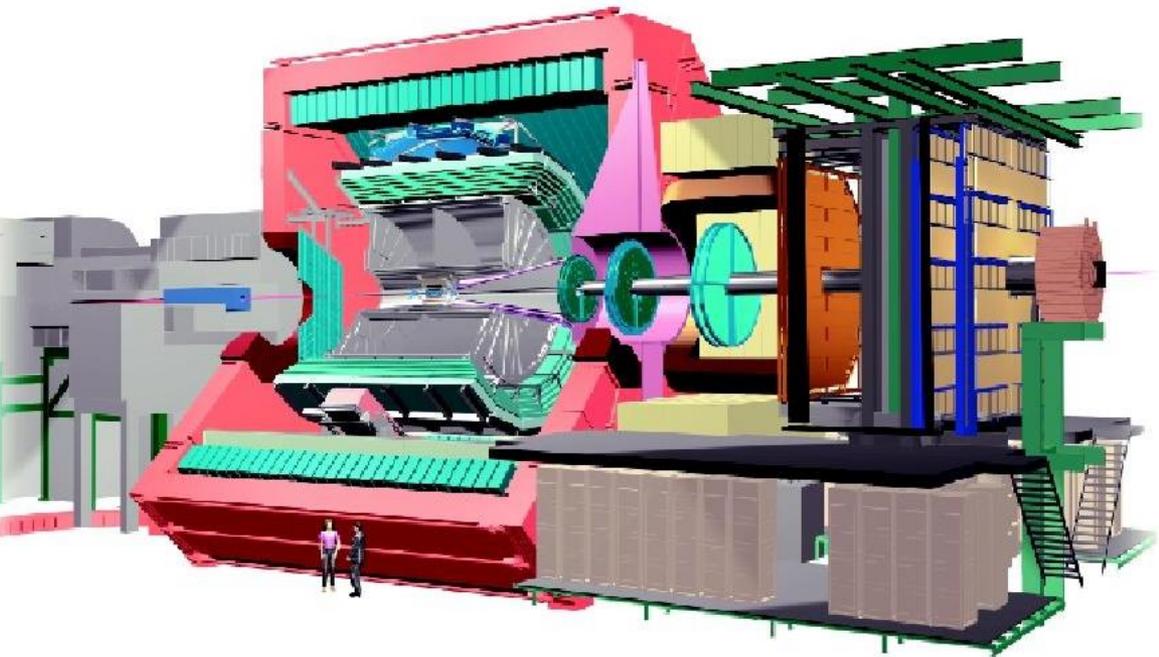
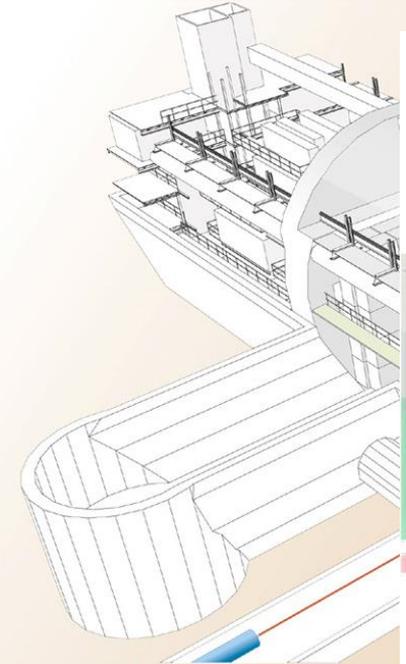
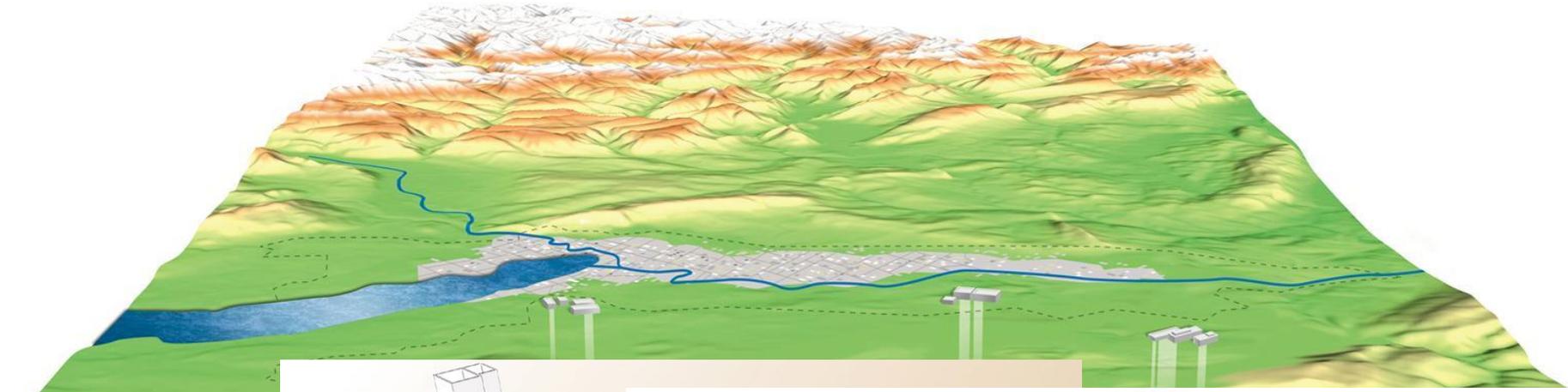
$$E_{\text{Dipol}} = 0.5 \cdot L_{\text{Dipol Inductivität}} \cdot I_{\text{Dipol}}^2$$

gespeicherte Energie in einem Dipol: 7.6 MJ

Gesamt für alle 1232 Dipole im LHC: 9.4 GJ

Nimitz Klasse Flugzeugträger (90000 t)
bei Reisegeschwindigkeit von 20 kn
Energie = $\frac{1}{2} mv^2 \sim 10\text{GJ}$





Detector characteristics
Width: 22m
Diameter: 15m
Weight: 14500t

Weitere Aktivitäten

181 Protocol and National visits in 2013

Member States: 87

Austria 3
Belgium 5
Bulgaria 1
Czech Republic 3
Finland 1
France 9
Germany 8
Greece 4
Hungary 3
Italy 7
Netherlands 5
Norway 3
Poland 7
Portugal 1
Slovak Republic 2
Spain 3
Sweden 1
Switzerland 7
United Kingdom 14

Associate Member and Observers: 38

European Commission 3
India 4
Israel 7
Japan 6
Russian Federation 5
Turkey 6
UNESCO 1
United States of America 6



EU High Representative
Lady Ashton

International Organisations Special events: 19

- International Organisations 12
- DG's New Year Reception
- Inaugural Fundamental Physics Prize Ceremony
- Passeport Big-Bang
- ILC Handover event
- Visits for CERN Delegates 3

US Former Vice President Gore



PL Deputy Minister Styczen, CZ Deputy Minister Braun and SK State Secretary Palko



UA Vice Prime Minister Gryshenko



NMS: 37

Australia 1
Bangladesh 1
Brazil 2
Burkina Faso 1
Canada 1
Chile 1
China 1
Chinese Taipei 2
Colombia 1
Cuba 1
Cyprus 1
Dominican Republic 1
Estonia 1
Georgia 1
Ireland 1
Jamaica 1
Korea 3
Lesotho 1
Lithuania 1
Mexico 2
Mongolia 2
Nigeria 1
New Zealand 2
Pakistan 2
Panama 1
Sri Lanka 1
Thailand 1
Ukraine 2



Apprentices

Accelerator School

Doctoral Students

Academic Training

Fellows

Physics School

Exhibitions

CERN-Latin America School

Computing School

Visits

Technical Students

Summer Students

Microcosm

Outreach

Science on Stage

Language Training

Technical Training

Communications Training

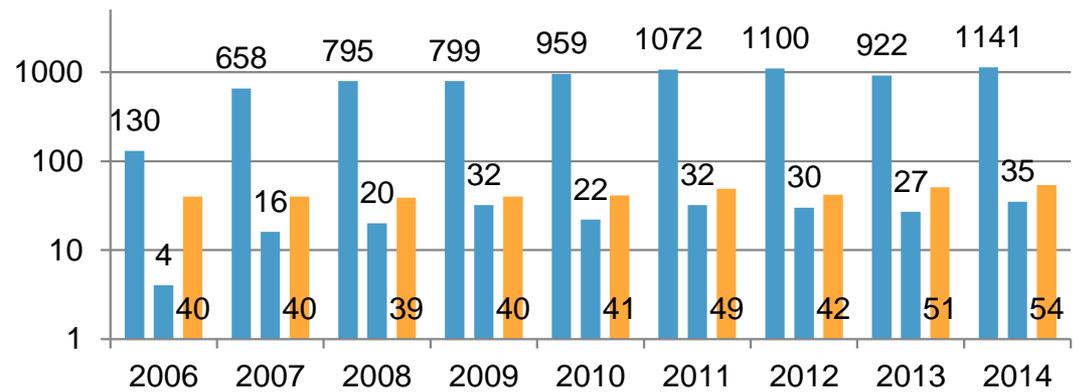
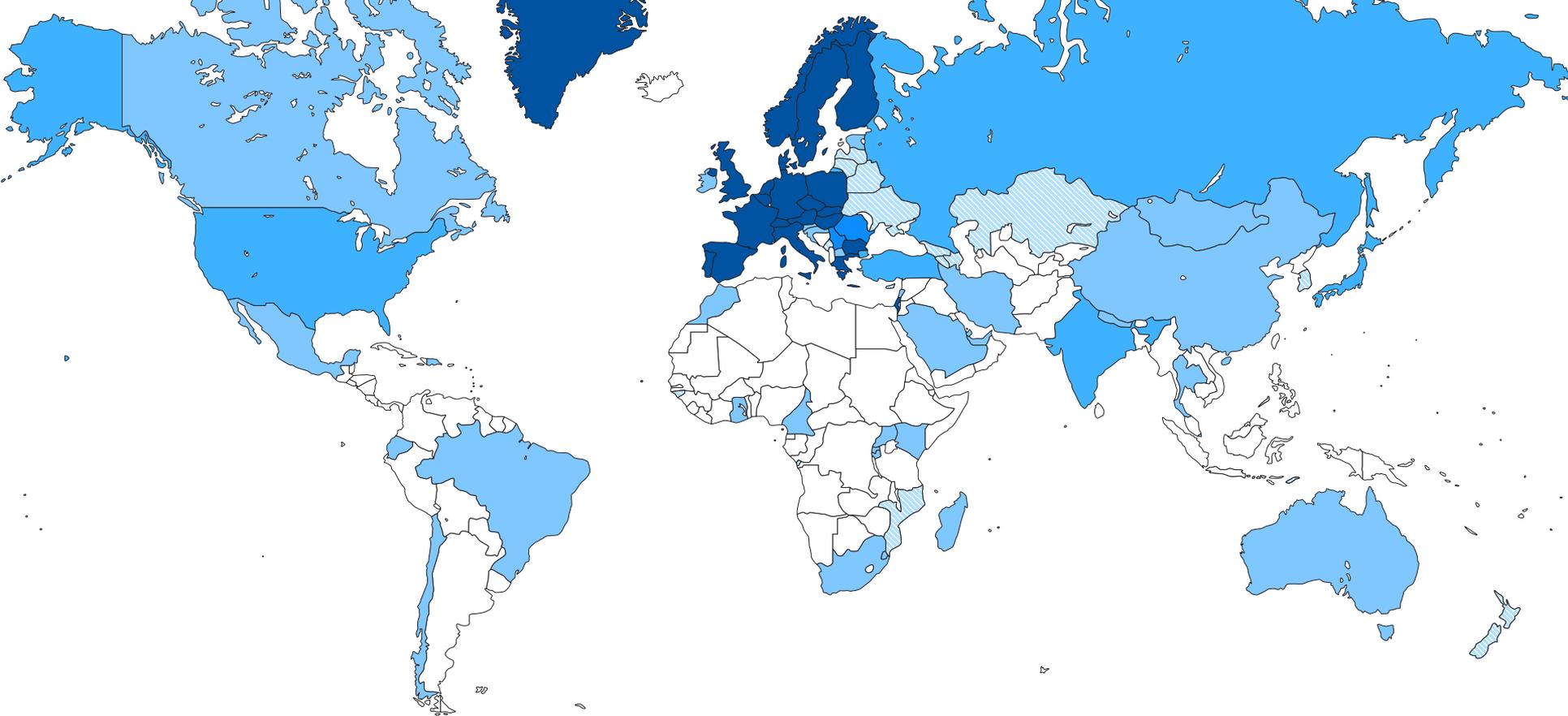
Teachers programmes

Conferences

Management Training



Eine Vielzahl anderer Aktivitäten ...



CERN Lehrerprogramme



CERN: Teilchenphysik und Innovation

- **Vermitteln** zwischen Grundlagenforschung und Schlüsseltechnologien



- **CERN Technologien und Innovationen**

Beispiel für Technologietransfer: Medizinische Anwendungen

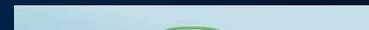
Eine Kombination von Physik, Ingenieurskunst, Informationstechnologie und Biologie um Krebs zu bekämpfen.



Beschleunigung von
Teilchenstrahlen



Nachweis von
Teilchen



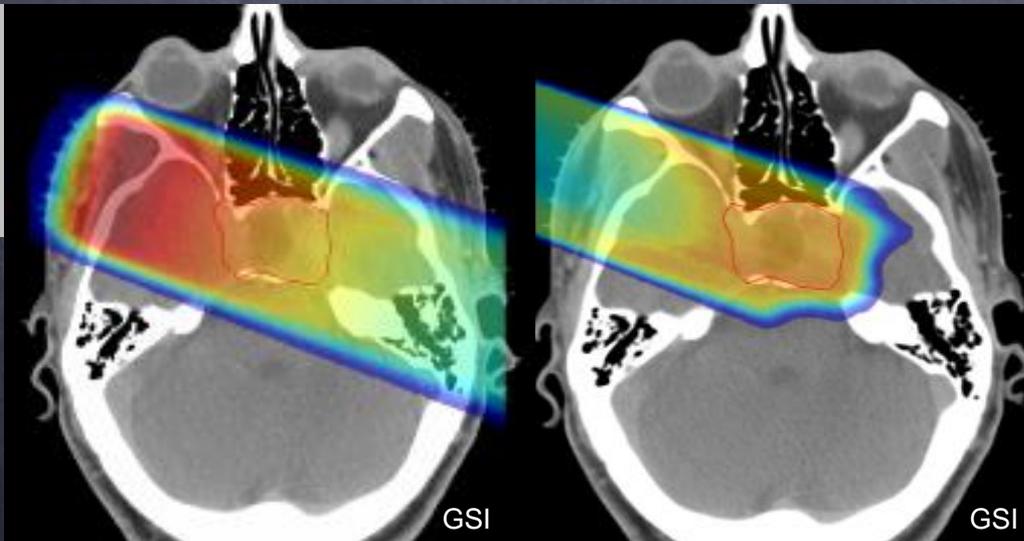
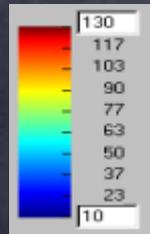
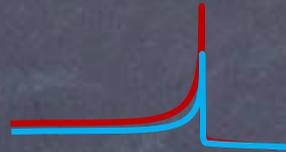
Hochleistungs-
rechenzentren
(GRID)

Longitudinal energy deposition - Bragg-peak

Photons



Protons or Carbon



Hadron beams are more effective than X-rays in destroying tumors while sparing healthy tissues nearby.

New treatment opportunities for deep-seated tumors

Was passiert zur Zeit?

LHC schedule beyond LS1

Only EYETS (19 weeks) (no Linac4 connection during Run2)

LS2 starting in 2018 (July) 18 months + 3months BC (Beam Commissioning)

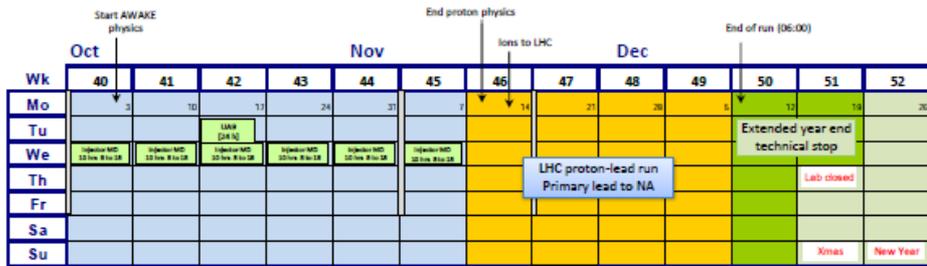
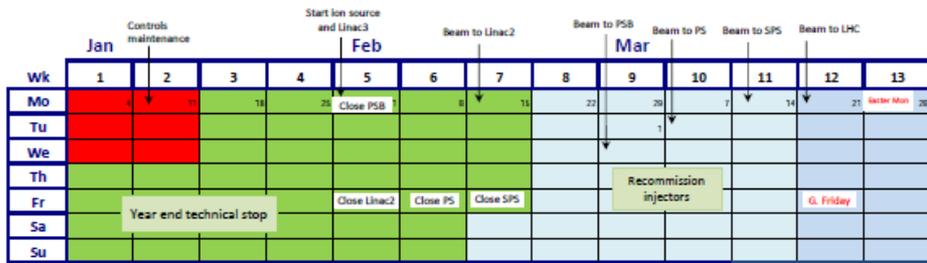
LS3 LHC: starting in 2023 => 30 months + 3 BC

injectors: in 2024 => 13 months + 3 BC



2016 Injector Accelerator Schedule

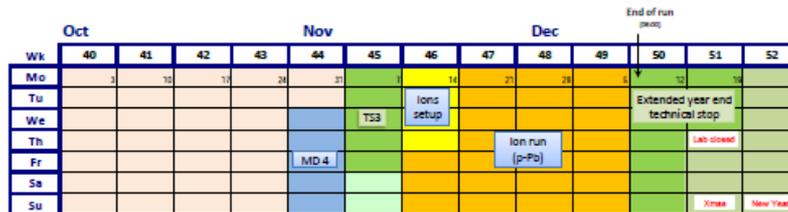
Approved by the Research Board - September 2015



Injector Complex MD Block
 Technical stop for the Injector Chain
 AD Setting-up & Studies
 Ions to LHC/NA
 HiRadMat: possible beam request

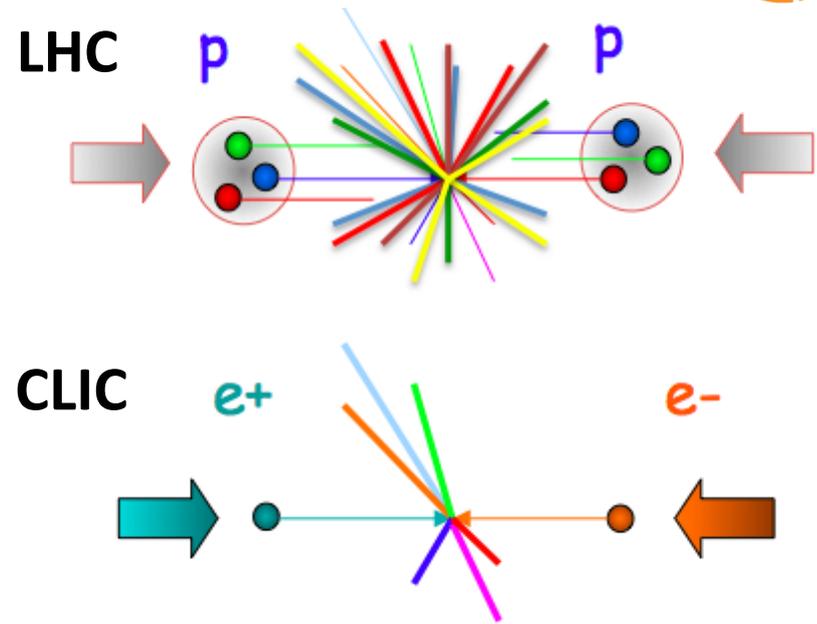
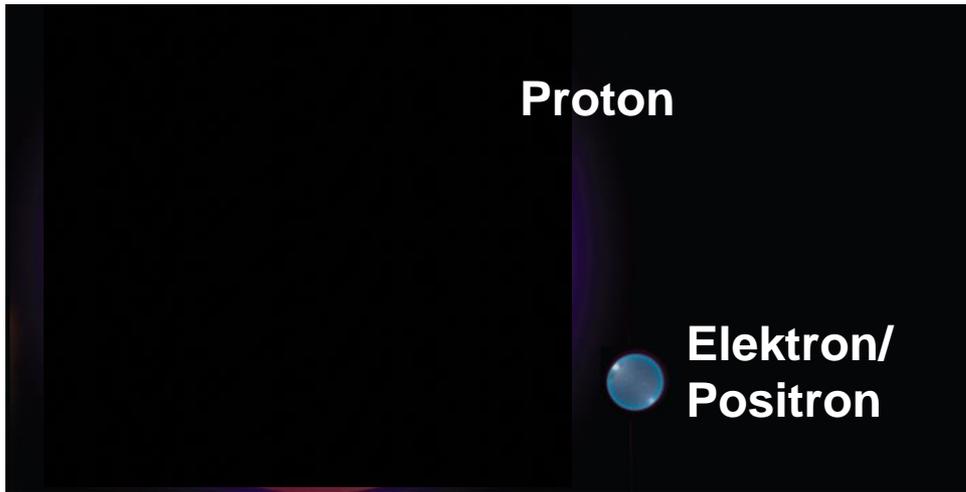
LHC Schedule 2016

Approved by the Research Board, December 2015



Technical Stop
 Recommisioning with beam
 Machine development
 Special physics runs - schedule to be established
 Scrubbing (indicative - dates to be established)

Und dann?

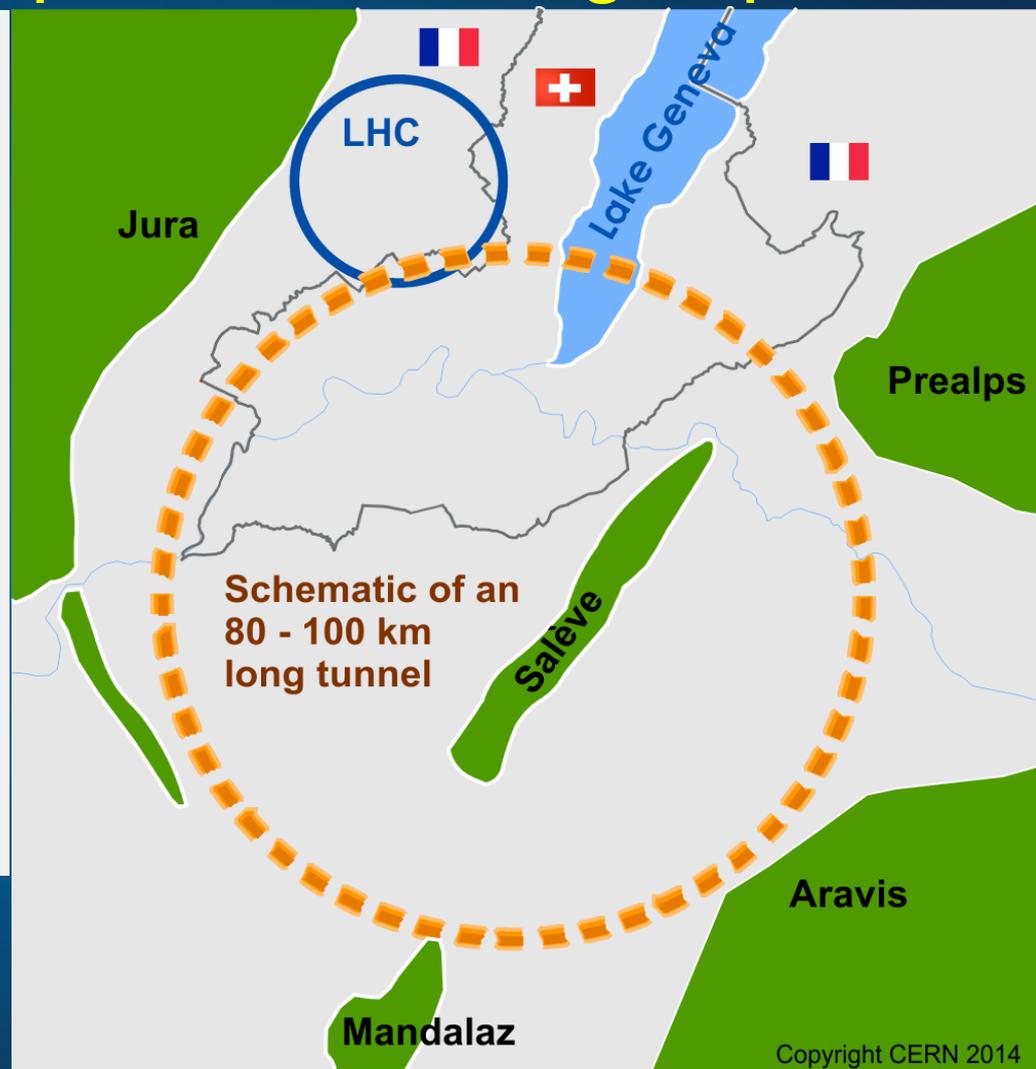


p-p Kollisionen	e^+e^- Kollisionen
<p>Ein Proton ist ein zusammengesetztes Objekt</p> <ul style="list-style-type: none"> → Der Initialzustand ist nicht pro Ereignis bekannt → schränkt die Präzision ein 	<p>e^+/e^- sind punktförmig</p> <ul style="list-style-type: none"> → Initialzustand ist gut bekannt (v_s / Polarisation) → hochpräzise Messungen möglich
<p>Hohe Raten von QCD-Untergrund</p> <ul style="list-style-type: none"> → komplexe Trigger notwendig → hohe Strahlungsraten 	<p>Sehr klare Experimente</p> <ul style="list-style-type: none"> → Auslese sogar ohne Trigger möglich → sehr niedrige Strahlungsraten
<p>Hohe Wechselwirkungsraten für Farbzustände</p>	<p>Beste Auflösung für elektroschwache WW</p>

Future Circular Collider Study für das nächste Europäische Strategieupdate

Eine internationale
Kollaboration zum Studium von:

- **pp -collider (*FCC-hh*)**
→ Infrastrukturanforderungen
- **~ 16 T \Rightarrow 100 TeV pp in 100 km**
 - **~ 20 T \Rightarrow 100 TeV pp in 80 km**
- **e^+e^- -collider (*FCC-ee*)**
als möglicher Zwischenschritt
 - **$p-e$ (*FCC-he*) Option**
 - **80-100 km Tunnelinfrastruktur
im Genfer Becken**



Fahrradverleih:

Link zum Mobility Center, <https://cern.service-now.com/service-portal/report-ticket.do?name=CERN%20bicycle%20form&se=bicycle-rental>

Wenn die Schüler im System registriert sind, können sie den Request ausfüllen und bekommen dann beim Mobility Center ein Fahrrad. Der **Budget Code 30115** wird zur Sicherheit hinterlegt (400 CHF).

Die Schüler sollen bitte den SIR online Kurs zum Fahrradfahren ablegen.

Fahrradverleih:

- 1) Hochfrequenz- Vakuumtechnik: Raymond Chen, Carltin Schmidt, Matheo Dapper
- 2) ATLAS Pixel-Group: Ole Dreßler, Sabrina Raudies
- 3) Superconducting magnets: Justus Schacht, Onno Pfohl
- 4) High Performance Computing: Daniel Gebhard, Philipp Apostel
- 5) RF Simulationen: Salome Schwark, Wiebke Liebscher
- 6) Vermessungstechnik: Brook Tewolde

Fragen ?



www.cern.ch