

YEARS / ANS **CERN**

Dr. Sascha Marc Schmeling

CERN

Eine kurze Einführung



CERN wurde 1954 gegründet

12 europäische Staaten

“Science for Peace”

Heute gibt es 21 Mitgliedsstaaten

~ 2300 internationale Beamte

~ 1620 weitere Angestellte

~10500 Nutzer

Budget (2014) ~1000 MCHF

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

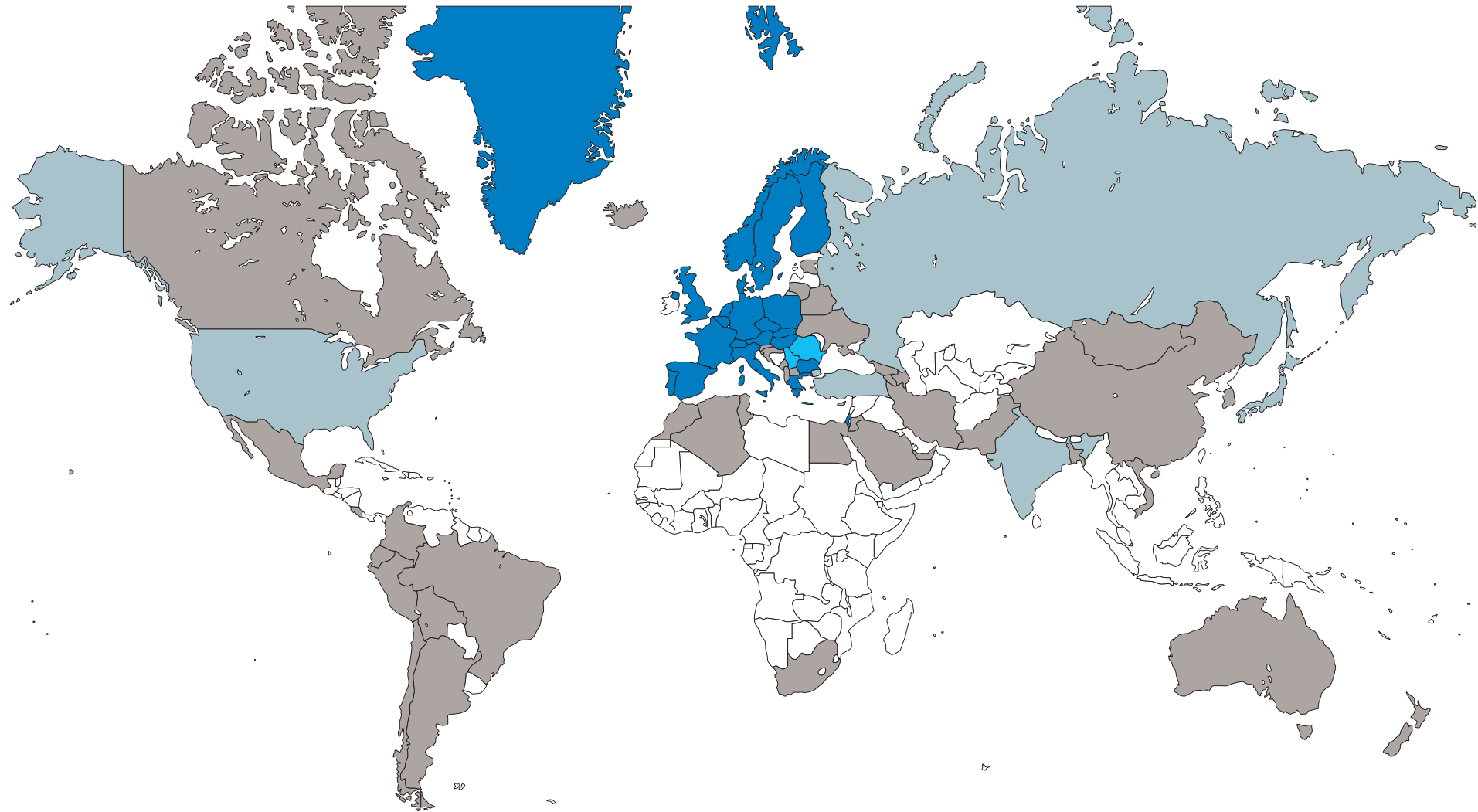
Beitrittskandidat: Rumänien

Assoziierte Staaten auf Beitrittskurs: Serbien

Im Antragsverfahren: Brasilien, Kroatien, Pakistan, Rußland, Slowenien, Türkei, Ukraine, Zypern

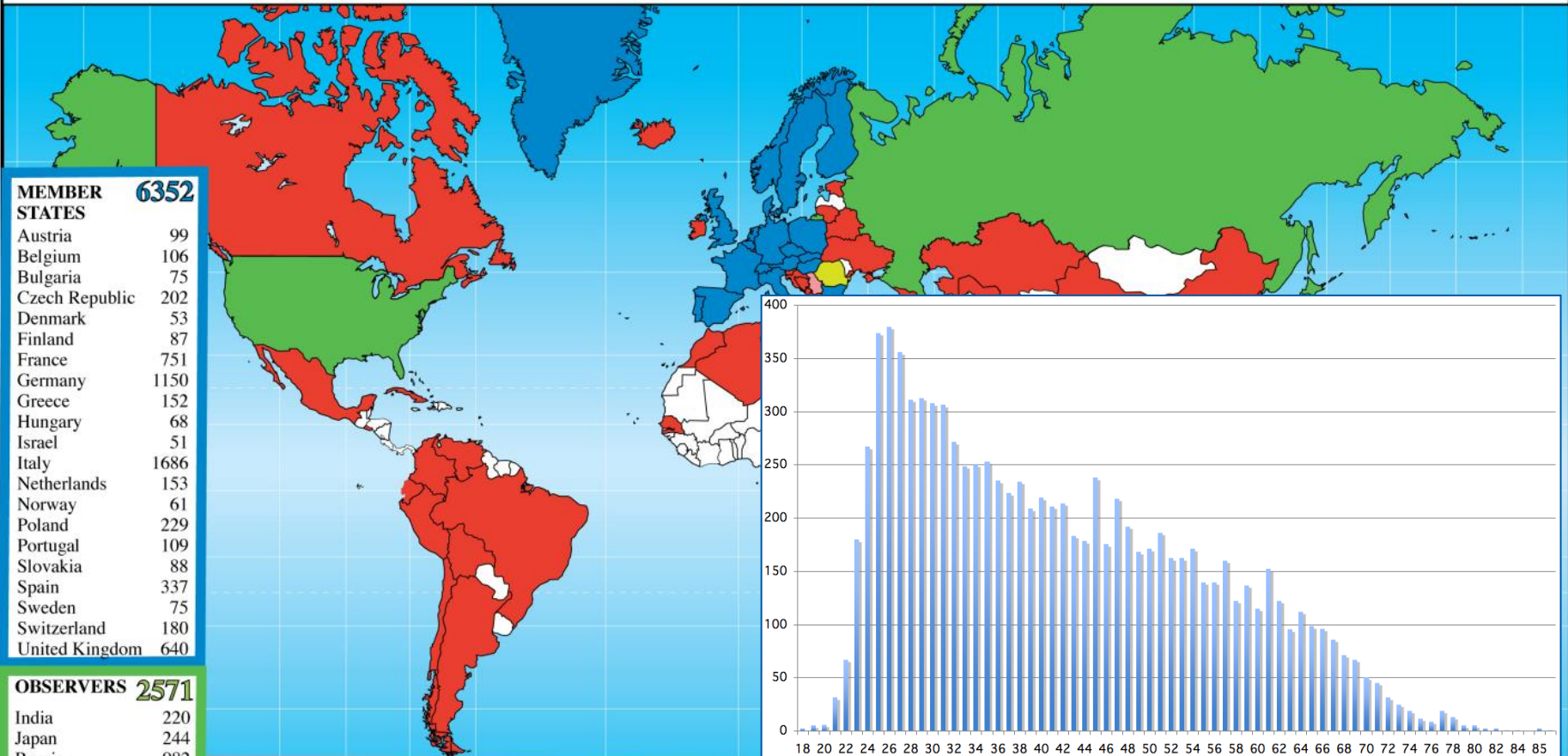
Beobachter im Rat: Indien, Japan, Russische Föderation, Türkei, USA, EU, UNESCO





CERN International

Distribution of All CERN Users by Nationality on 14 January 2014



MEMBER STATES	6352
Austria	99
Belgium	106
Bulgaria	75
Czech Republic	202
Denmark	53
Finland	87
France	751
Germany	1150
Greece	152
Hungary	68
Israel	51
Italy	1686
Netherlands	153
Norway	61
Poland	229
Portugal	109
Slovakia	88
Spain	337
Sweden	75
Switzerland	180
United Kingdom	640

OBSERVERS	2571
India	220
Japan	244
Russia	982
Turkey	146
USA	979

CANDIDATE FOR ACCESSION	
Romania	118

ASSOCIATE MEMBERS IN THE PRE-STAGE TO MEMBERSHIP	
Serbia	41

OTHERS	Bolivia	3	Cuba	7	Iran	28	Madagascar	4	Philippines	1	Tunisia	6	
Afghanistan	1	Bosnia & Herzegovina	1	Cyprus	16	Ireland	22	Malaysia	15	Saudi Arabia	3	Ukraine	55
Albania	2	Brazil	108	Ecuador	3	Jordan	2	Mauritius	1	Senegal	1	Uzbekistan	4
Algeria	8	Cameroon	1	Egypt	19	Kazakhstan	1	Mexico	64	Singapore	2	Venezuela	9
Argentina	11	Canada	134	El Salvador	1	Kenya	1	Montenegro	3	Sint Maarten	2	Viet Nam	9
Armenia	25	Cape Verde	1	Estonia	16	Korea, D.P.R.	1	Morocco	12	Slovenia	27	Zimbabwe	2
Australia	25	Chile	12	Georgia	36	Korea Rep.	117	Nepal	5	South Africa	16		
Azerbaijan	8	China	280	Gibraltar	1	Kuwait	1	New Zealand	7	Sri Lanka	5		
Bangladesh	4	China (Taipei)	45	Hong Kong	1	Lebanon	12	Pakistan	41	Syria	2		
Belarus	47	Colombia	30	Iceland	4	Lithuania	19	Palestine (O.T.)	4	Thailand	12		
		Croatia	35	Indonesia	1	Luxembourg	4	Peru	8	T.F.Y.R.O.M.	1		

1415



CERN Council

Präsidentin: A. Zalewska

21 Mitgliedsstaaten

2 Delegierte

1 Beitrittskandidat

2 Delegierte

1 Assoziierter Mitgliedsstaat

2 Delegierte

Ex-Officio Mitglieder

Verschiedene Beobachter auf Einladung

Finance Committee

Vorsitzende: C. Jamieson

21 Mitgliedsstaaten

2 Delegierte

1 Beitrittskandidat

2 Delegierte

1 Assoziierter Mitgliedsstaat

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
EU Projektbüro
Juristischer Dienst
Sprachendienst

Direktionsassistenten

**Generaldirektor
Rolf Heuer**

Internationale Beziehungen
Bildung & Öffentlichkeitsarbeit
Beziehungen zu den Sitzstaaten
Innenrevision
Technologietransfer
Arbeitssicherheitsinspektion

**Direktor für Administration
und Infrastruktur
Sigurd Lettow**

**Direktor für Forschung und
wissenschaftliche Informatik
Sergio Bertolucci**

**Direktor für Beschleuniger
und Technologie
Frédéric Bordry**

Sektoren

**FP
Finanzen und Beschaffung**
Thierry Lagrange

**GS
Infrastruktur**
Lluís Miralles Verge

**HR
Personal**
Anne-Sylvie Catherin

**IT
Informatik**
Frédéric Hemmer

**PH
Physik**
Livio Mapelli

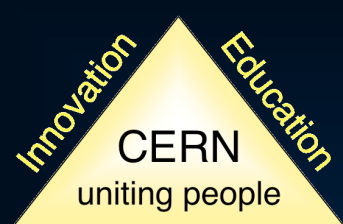
**BE
Beschleunigerbetrieb**
Paul Collier

**TE
Technologie**
Jose Miguel Jimenez

**EN
Ingenieurwesen**
Roberto Saban

Departmente





Der Auftrag des CERN

Research

- **Forschung an den Grenzen menschlichen Wissens**

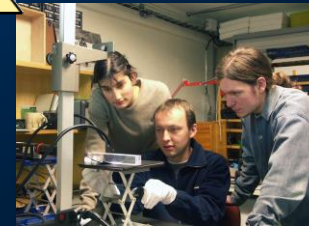
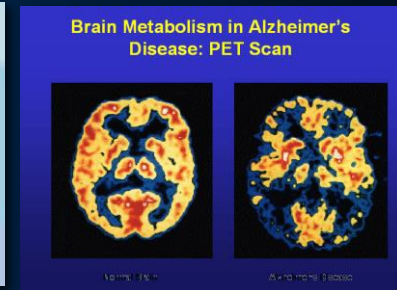
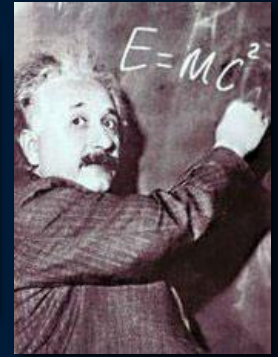
CERN entschlüsselt Geheimnisse des frühen Universums: Materie, Kräfte, Entwicklung

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

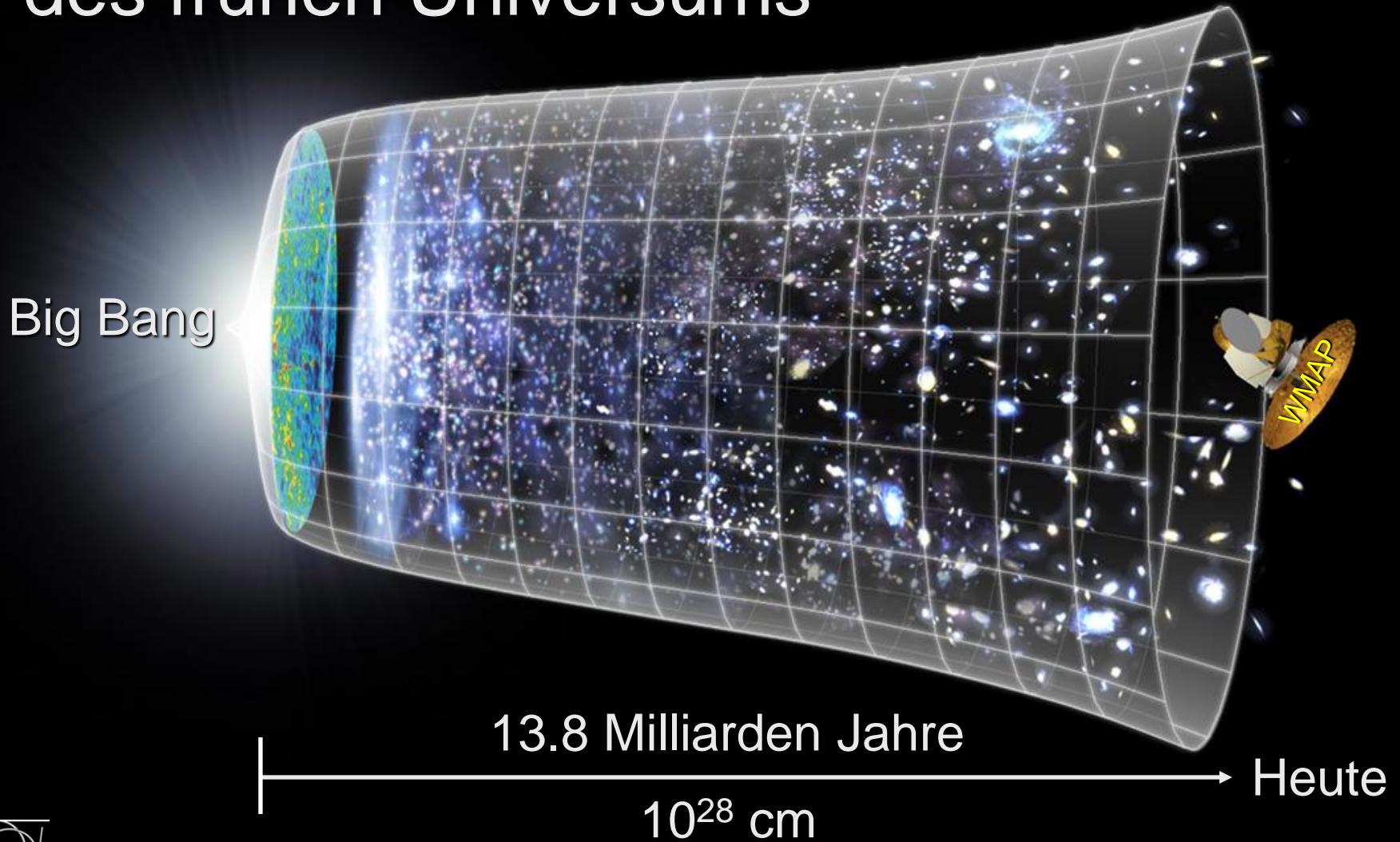
World Wide Web und Google
Medizinische Anwendungen
Therapie

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

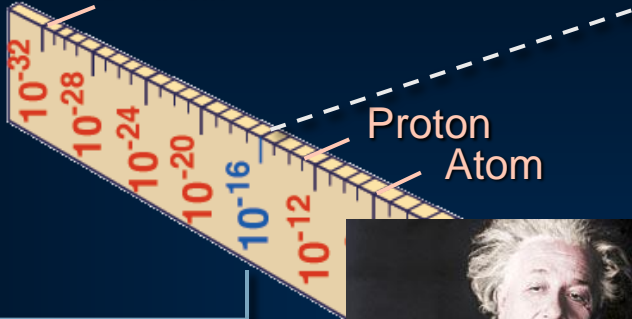
- **Zusammenarbeit und Verständigung zwischen verschiedensten Ländern und Kulturen**



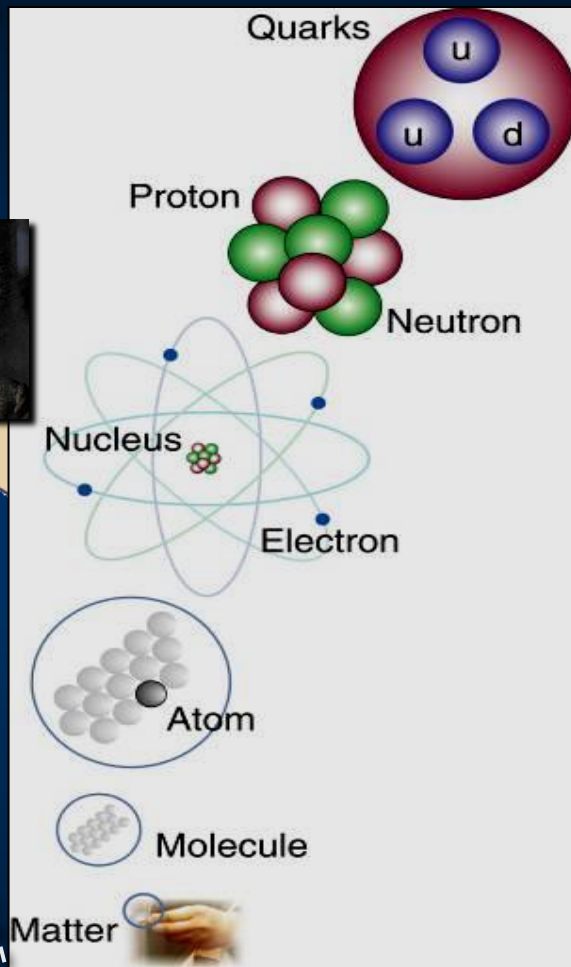
Die wissenschaftliche Herausforderung: Erforschung der Entwicklung des frühen Universums



Urknall



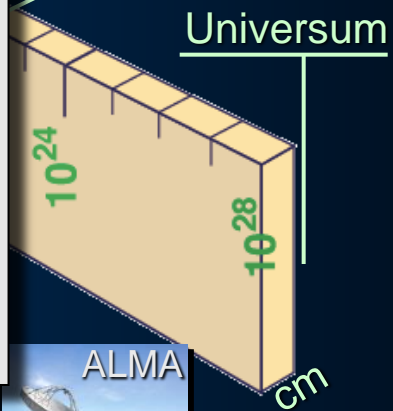
Proton
Atom



Sonne

Galaxien

Universum



LHC

Supermikroskop



AMS



ALMA



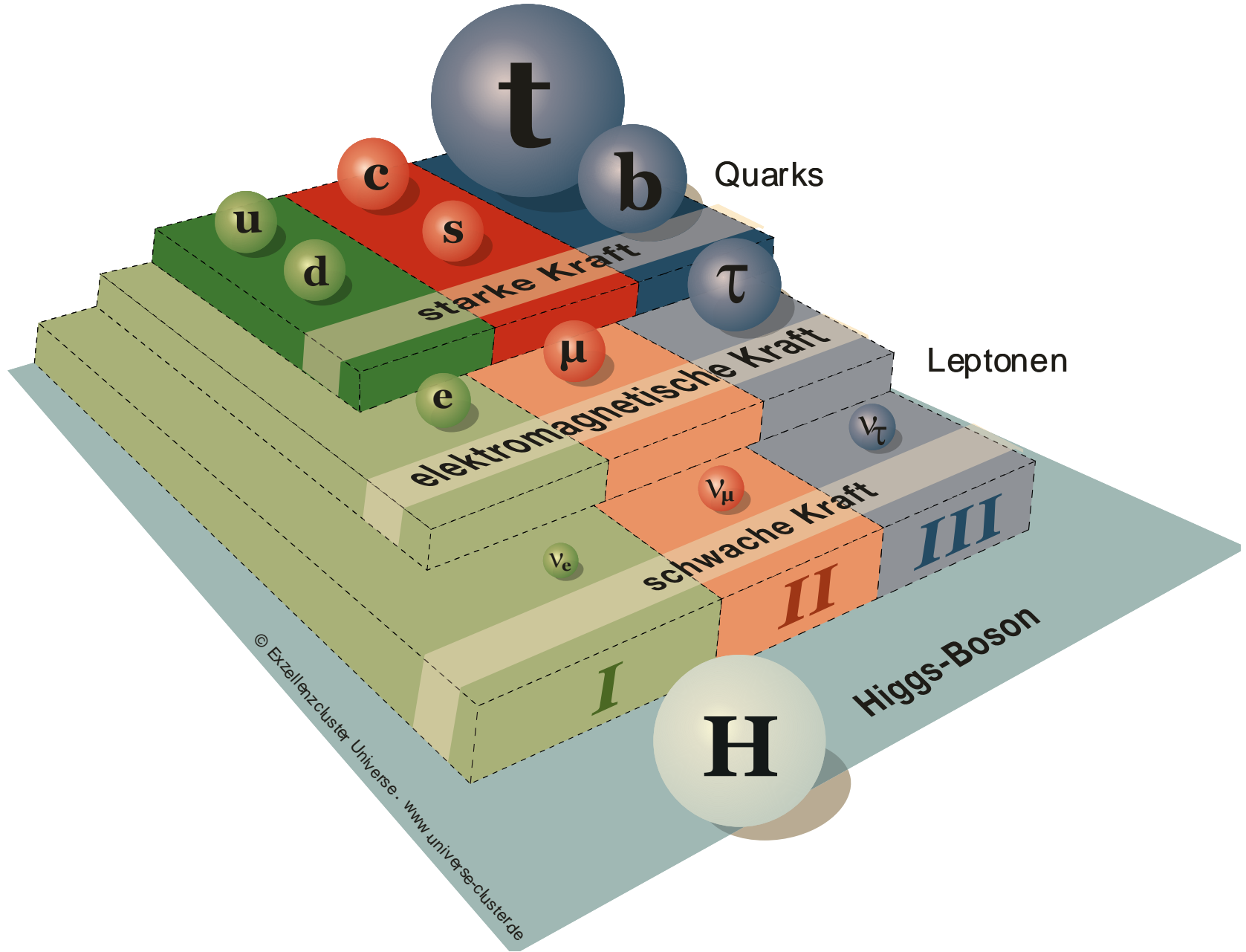
VLT



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

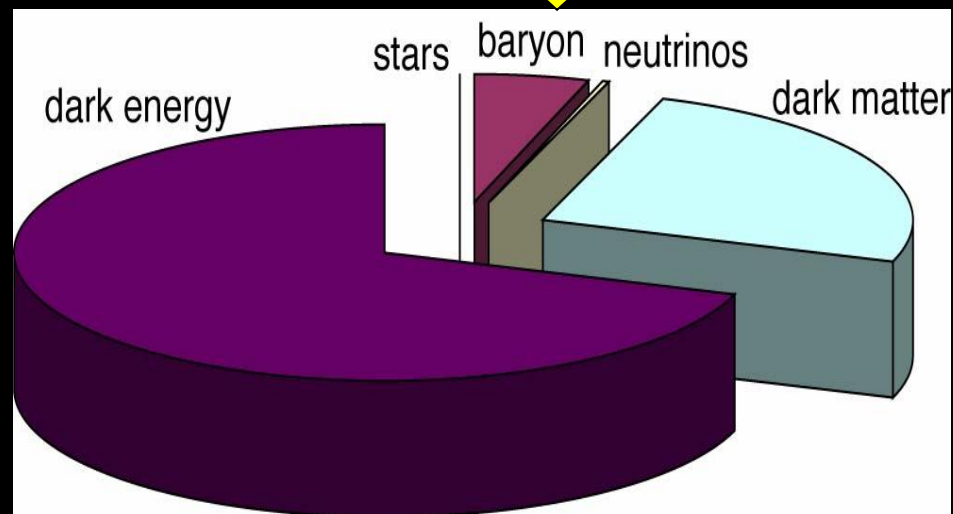
Ω_{CDM} DARK MATTER

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

FRANCE

ALICE

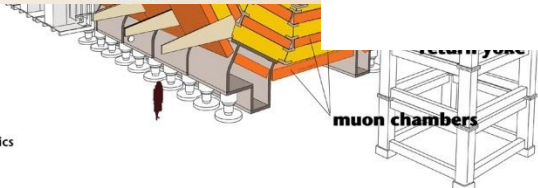
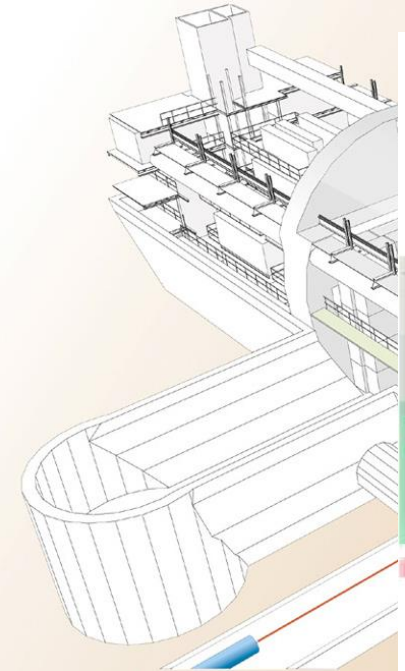
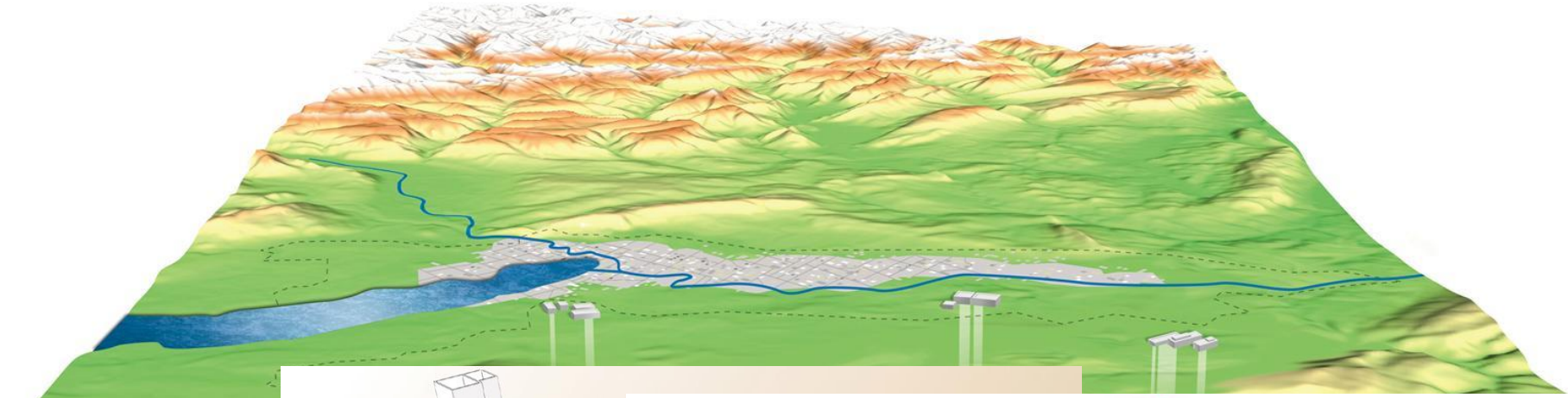
CMS

LHC 27 km

- 1982 : Erste Projektstudien
- 1983 : Z^0 -Ereignis am S_p^pS
- 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



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 Gryshchenko



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

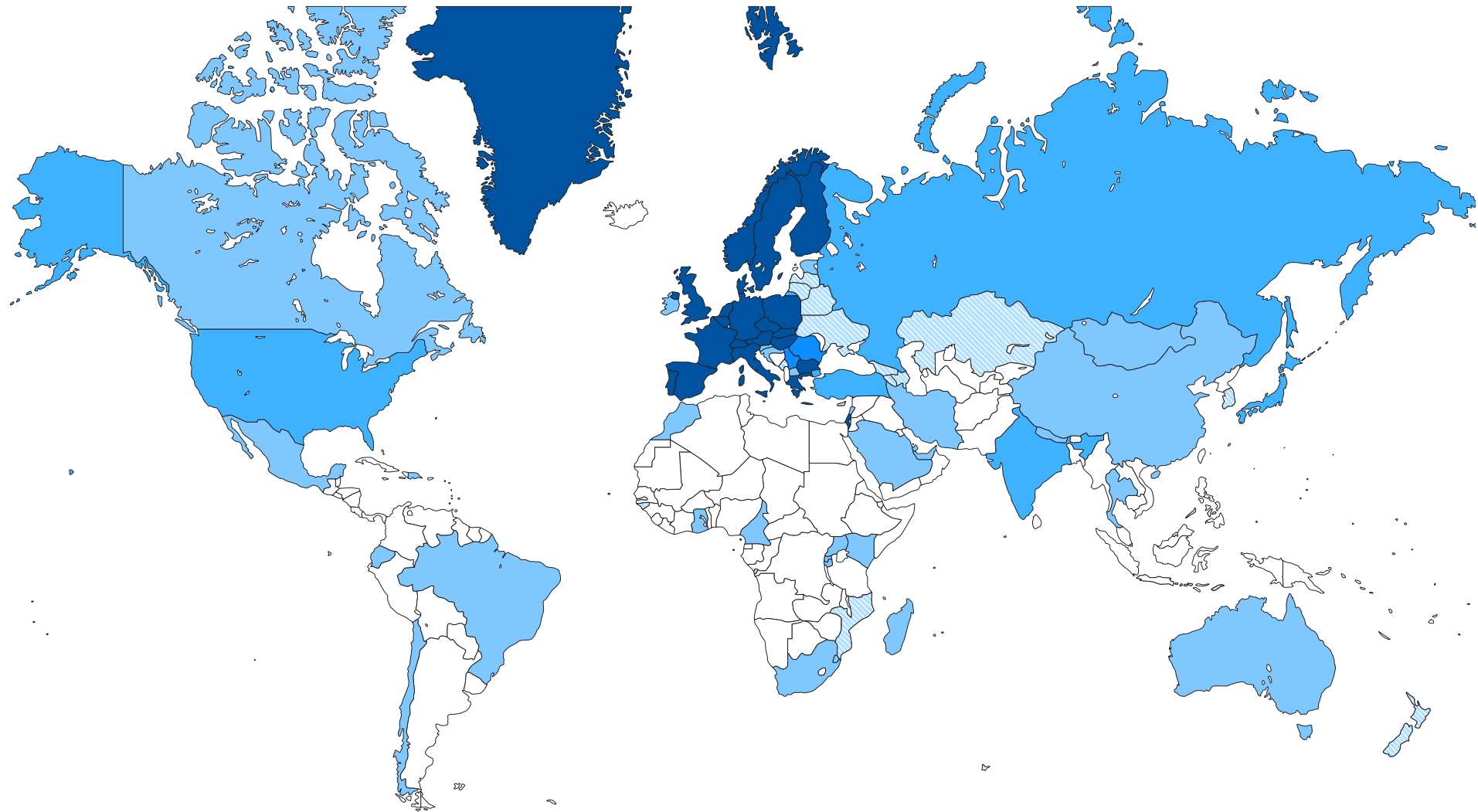
Teachers programmes

Conferences

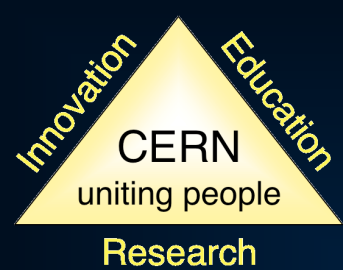
Management Training



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

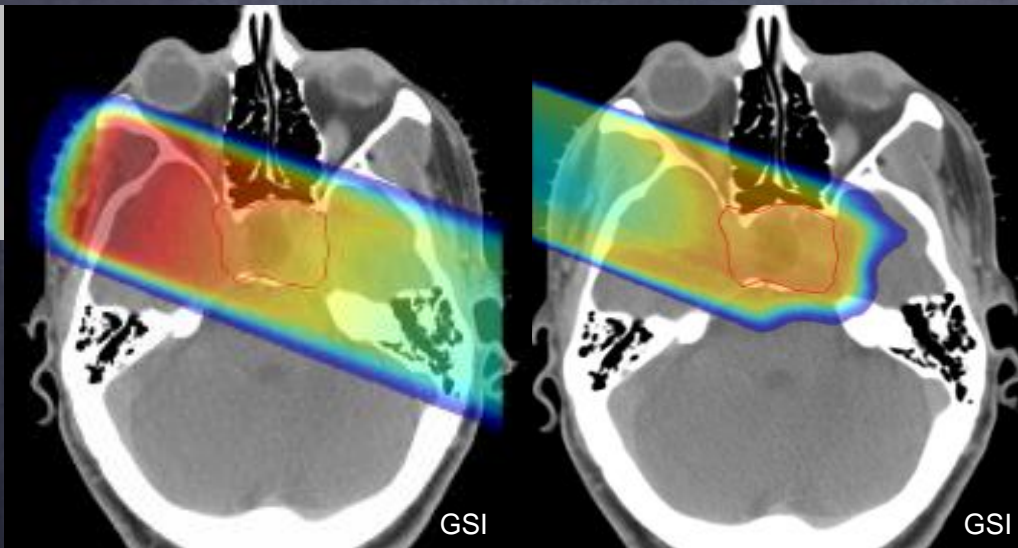
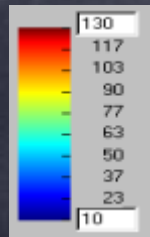


Hochleistungs-
rechenzentren
(GRID)

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?



Die wichtigsten Konsolidierungsarbeiten am LHC 2013-14

1695 Zwischenverbindungen werden geöffnet und wieder verschlossen

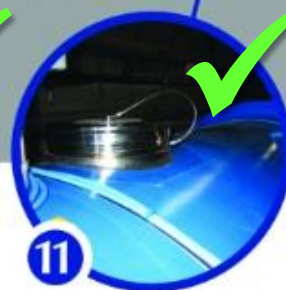
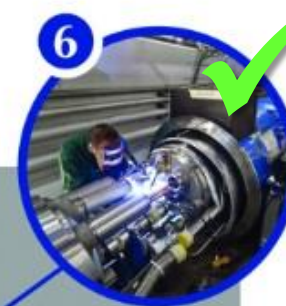
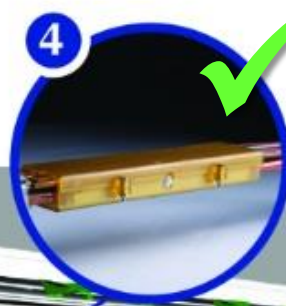
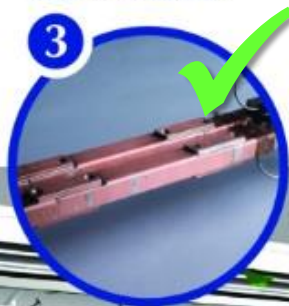
Vollständige Erneuerung von 3000 dieser Kabelverbindungen

Konsolidierung von 10'170 13kA-Kabelverbindungen und Einbau von 27'000 Nebenwiderständen

Einbau von 5000 verbesserten elektrischen Isolierungssystemen

300'000 Messungen elektrischer Widerstände

Rundnahtverschweißung von 10'170 Edelstahlrohren



18'000 elektrische Qualitätssicherungstests

10'170 Dichtigkeitstests

Austausch von 3 Quadrupolmagneten

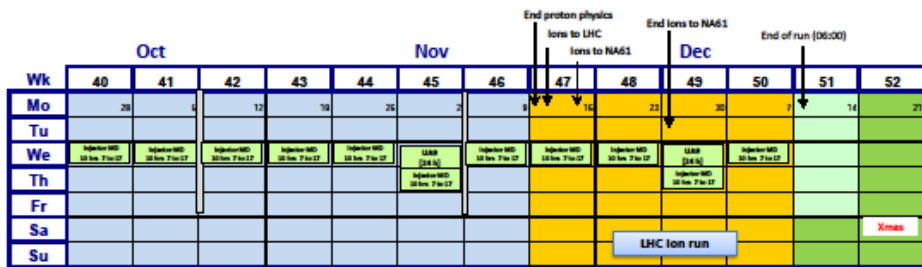
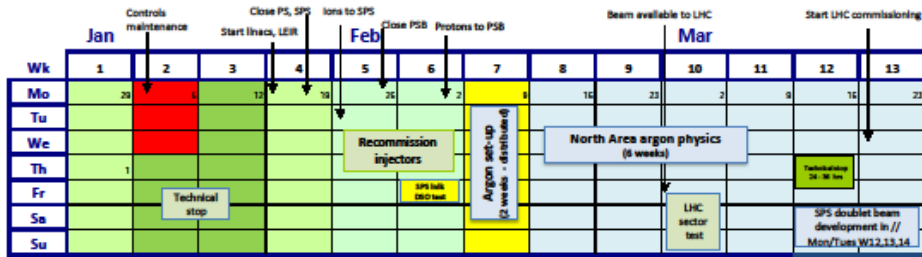
Austausch von 15 Dipolmagneten

Installation von 612 Druckentlastungsventilen (Gesamtzahl dann 1344)

Konsolidierung der 13 kA Stromkreise in den 16 zentralen Stromversorgungsboxen

2015 Injector Accelerator Schedule

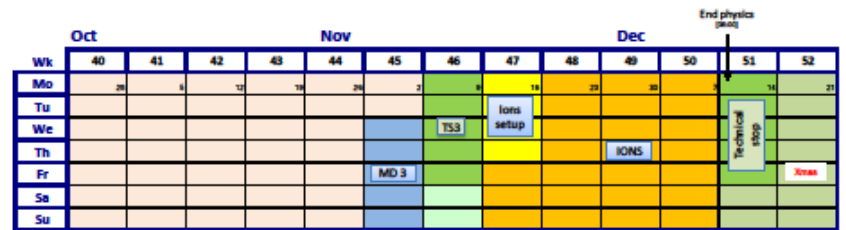
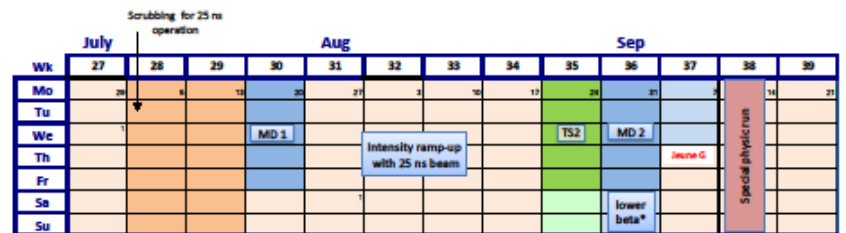
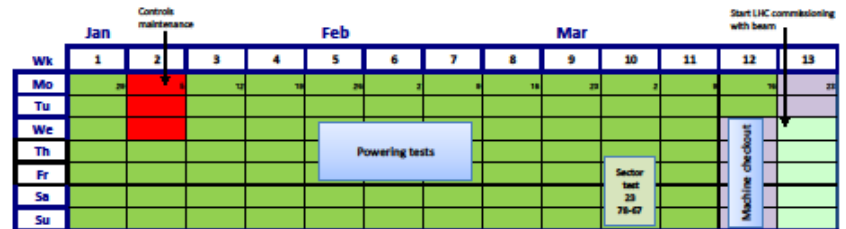
Approved by the Research Board, December 2014



- Injector Complex MD Block
- Technical stop for the Injector Chain
- AD Setting-up & Studies
- Ions to LHC
- Ions to North Area
- HiRadMet: possible beam request
- Argon set-up

LHC Schedule 2015

Approved by the Research Board, December 2014



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

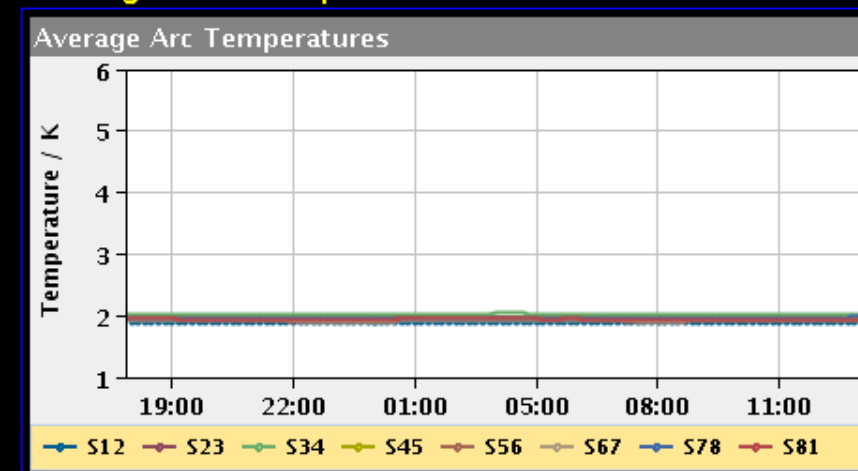
MACHINE CHECKOUT: NO BEAM

S 12	CM ITR1 CS ITR1	CM MSR1 CS MSR1	CM AR12 CS AR12	CM MSL2 CS MSL2	CM ITL2 CS ITL2
S 23	CM ITR2 CS ITR2	CM MSR2 CS MSR2	CM AML3 CS AML3		
S 34			CM AMR3 CS AMR3	CM MSL4 CS MSL4	
S 45		CM MSR4 CS MSR4	CM AR45 CS AR45	CM MSL5 CS MSL5	CM ITL5 CS ITL5
S 56	CM ITR5 CS ITR5	CM MSR5 CS MSR5	CM AR56 CS AR56	CM MSL6 CS MSL6	
S 67		CM MSR6 CS MSR6	CM AML7 CS AML7		
S 78			CM AMR7 CS AMR7	CM MSL8 CS MSL8	CM ITL8 CS ITL8
S 81	CM ITR8 CS ITR8	CM MSR8 CS MSR8	CM AR81 CS AR81	CM MSL1 CS MSL1	CM ITL1 CS ITL1

60 A S12 S23 S34 S45

RF : CM 1L4 CS 1L4 CM 2L4 CS 2L4 C

Average Arc Temperatures



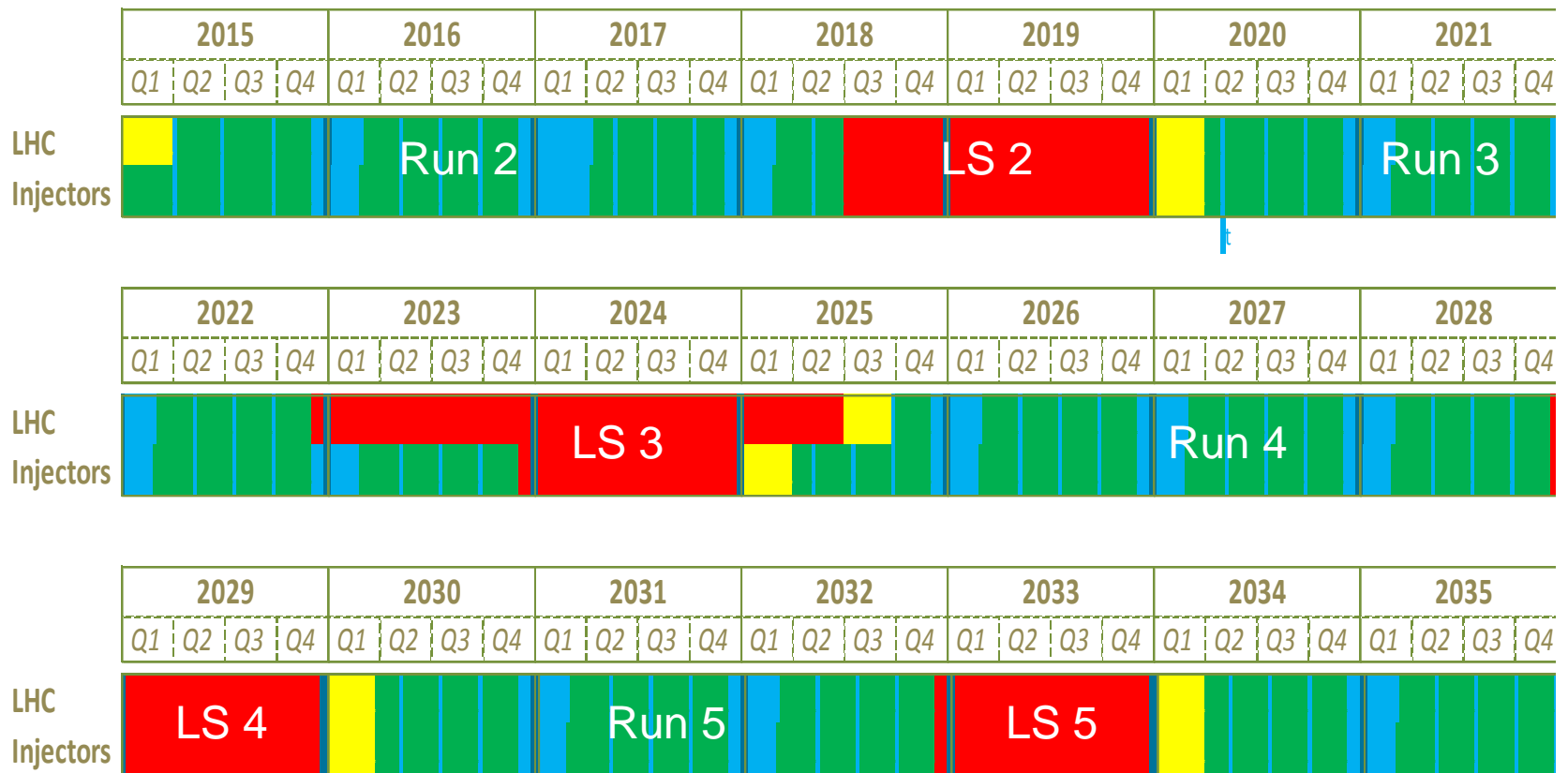
LHC schedule beyond LS1

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

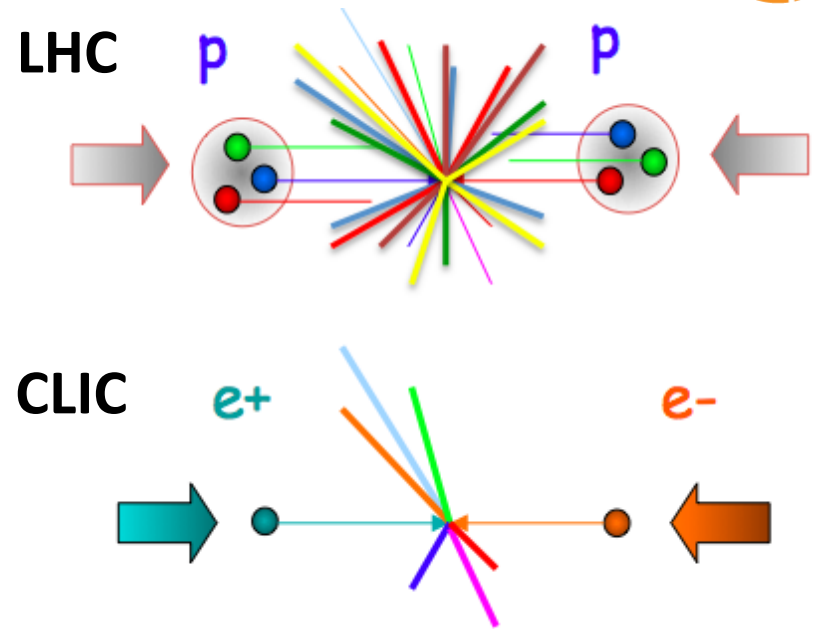
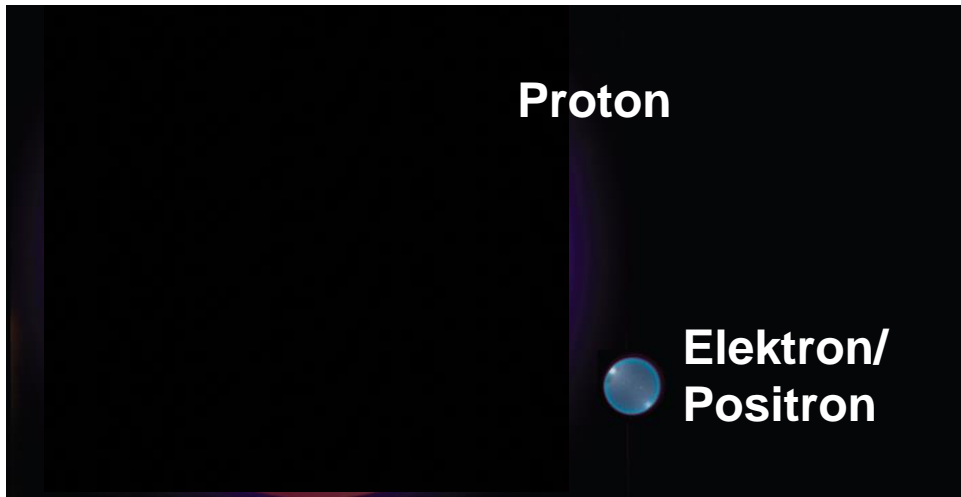
LS2 starting in 2018 (July) 18 months + 3months BC (Beam Commissioning)

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

injectors: in 2024 => 13 months + 3 BC



Und dann?

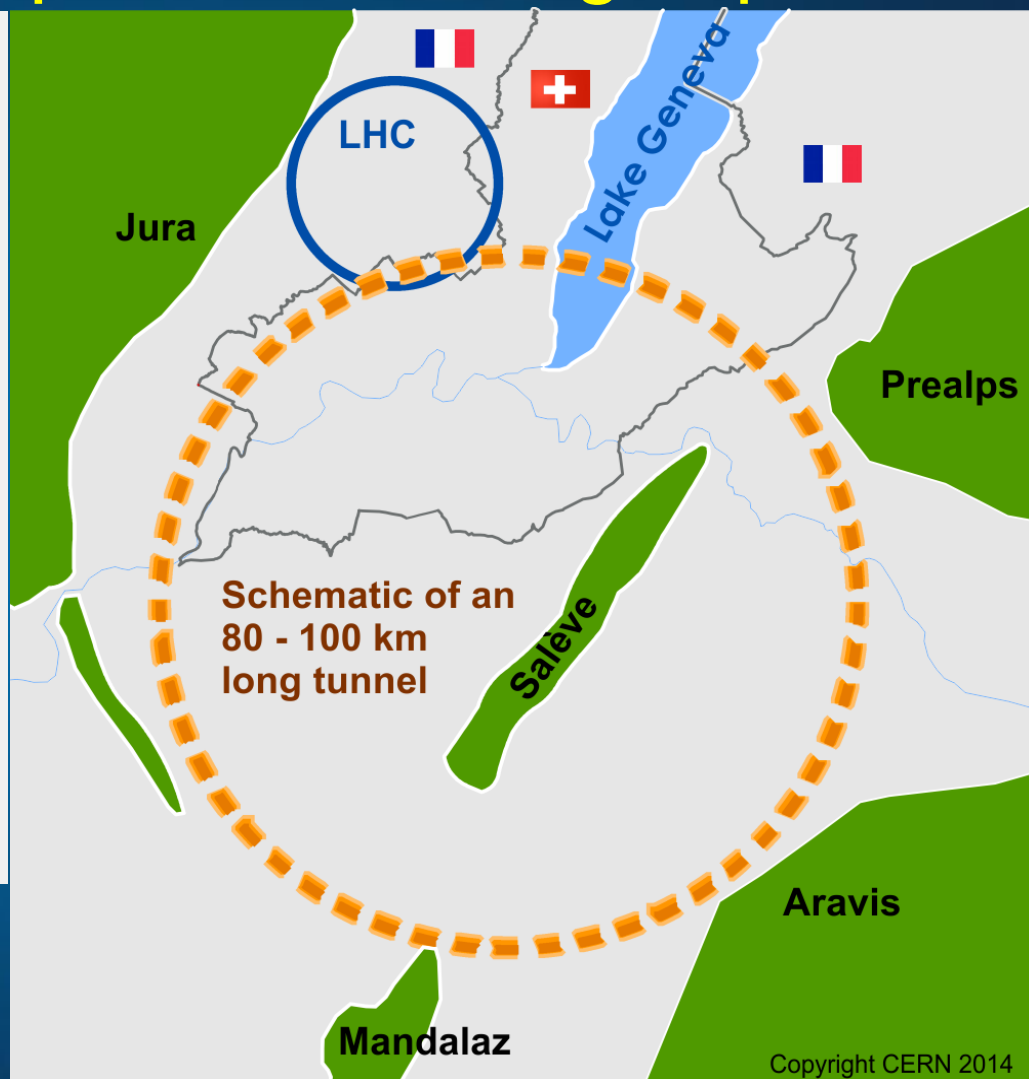


p-p Kollisionen	e^+e^- Kollisionen
<p>Ein Proton ist ein zusammengesetztes Objekt</p> <ul style="list-style-type: none"> → Der Initialzustand ist nicht pro Ereignis bekannt → schränkt die Präzision ein 	<p>e^+/e^- sind punktförmig</p> <ul style="list-style-type: none"> → Initialzustand ist gut bekannt (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 ⇒ 100 TeV *pp* in 100 km**
 - **~20 T ⇒ 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**



Möglichkeiten

- **Öffentliche Programme**
 - Am bekanntesten: das Besuchsprogramm
 - 2014: >100.000 Halbtagsbesucher bei ~300.000 Anfragen im Jahr
 - mehrere permanente Ausstellungen mit ~65.000 Besuchern pro Jahr
 - Zusätzlich: Wanderausstellungen
- **Aus- und Weiterbildung**
 - CERN Sommerstudenten (261)
 - CERN Studentenprogramme (360)
 - CERN Fellowship Programm (437)
 - Internationale CERN Schulen
 - Akademisches Vorlesungsprogramm
 - Nationalsprachliche Lehrerprogramme (22/1.200)
 - Internationales Lehrerprogramm (54/32)
- **Didaktik-Forschung**





NETZWERK TEILCHENWELT

Deutschland
Land der Ideen
Ausgewählter Ort 2011



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung





S'Cool
LAB

CERNs Schülerlabor

Ein Labor für die Besucher von CERN,
Lehrkräfte und Schüler

Experimente

Teilchen- Beschleunigung

Elektronenröhre

Supraleitung

Spezifische
Elektronenladung

Paulfalle

Grundlagen

Radioaktivität

Halleffekt

Spinthariscop

Franck-Hertz Experiment

Planck-Konstante

Rutherford Experiment

Teilchen- Identifikation

Nebelkammer

Röntgenstrahlung

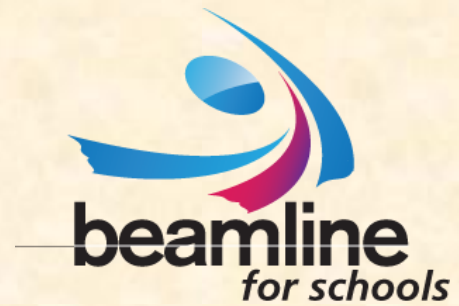
MediPix

COSmic Muon Observer

« KamioKanne »

γ - γ Koinzidenz

Ein Wettbewerb



... für Gruppen von Schülern

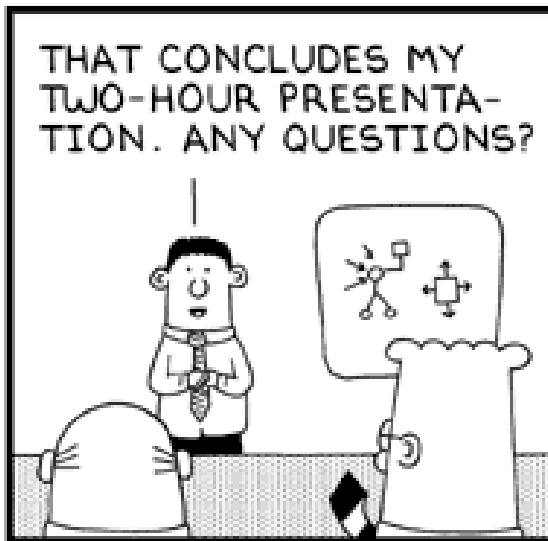
- Teams schlagen ein Experiment vor
- CERN stellt eine Woche Strahlzeit am PS zur Verfügung
- Ein oder zwei Gewinner werden von CERN eingeladen, ihr Experiment zusammen mit Wissenschaftlern durchzuführen
- Teilnahmeschluß 31. Januar 2015



Video: <http://cds.cern.ch/record/1757251>

<http://beamline-for-schools.web.cern.ch/>

Fragen ?



www.dilbert.com scottadams@aol.com



8/1/03 © 2003 United Feature Syndicate, Inc.

