

LHC und der Urknall im Labor

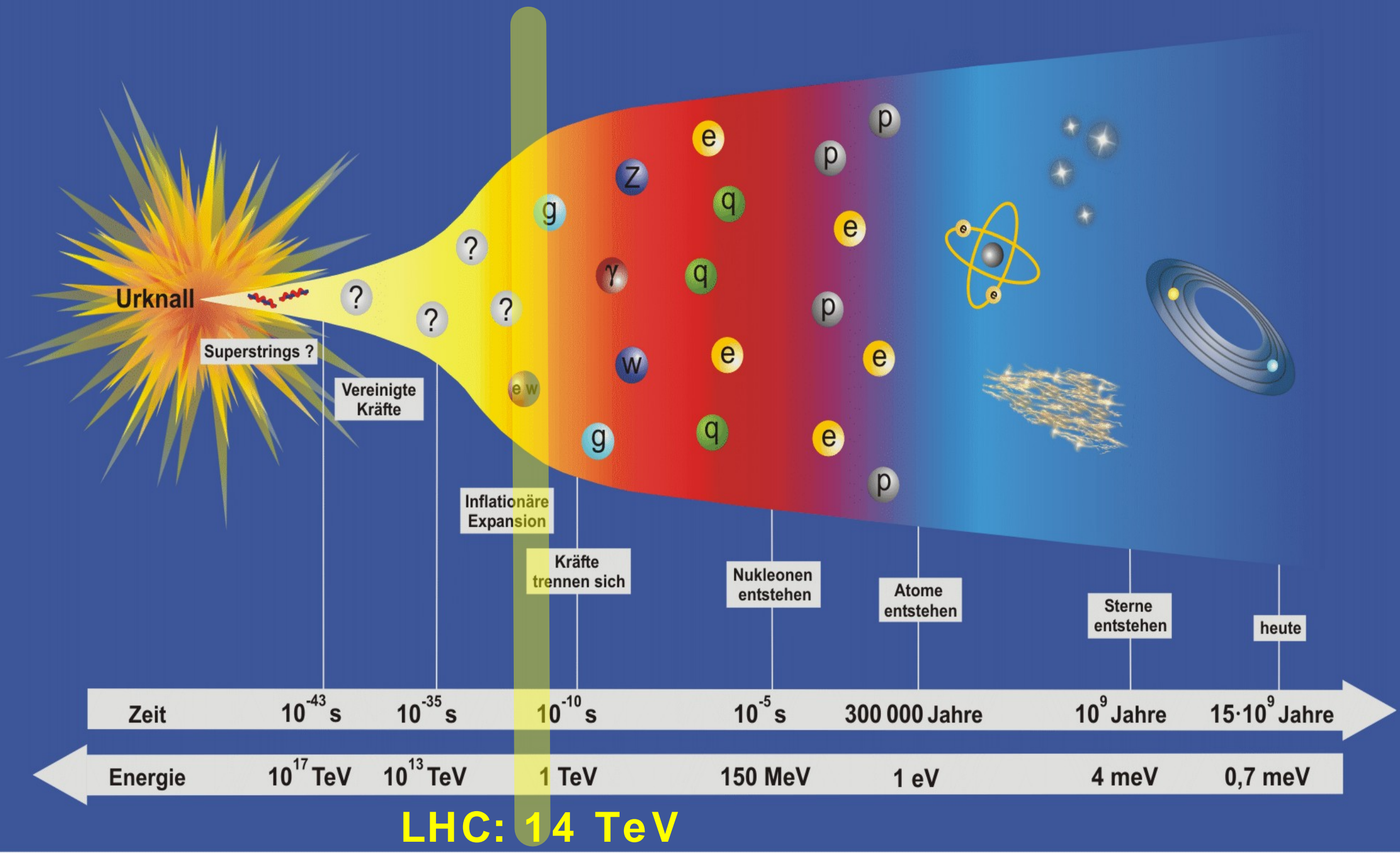
Prof. Dr. O.Biebel

LMU München

10. Mai 2019

DER UHRKNALL UNTER LABORBEDINGUNGEN





LHC: 14 TeV

Temperatur 160 Mio Mrd°C 1700 Mrd°C 11000°C -226°C -270°C



Genfer
See

CMS

Jura

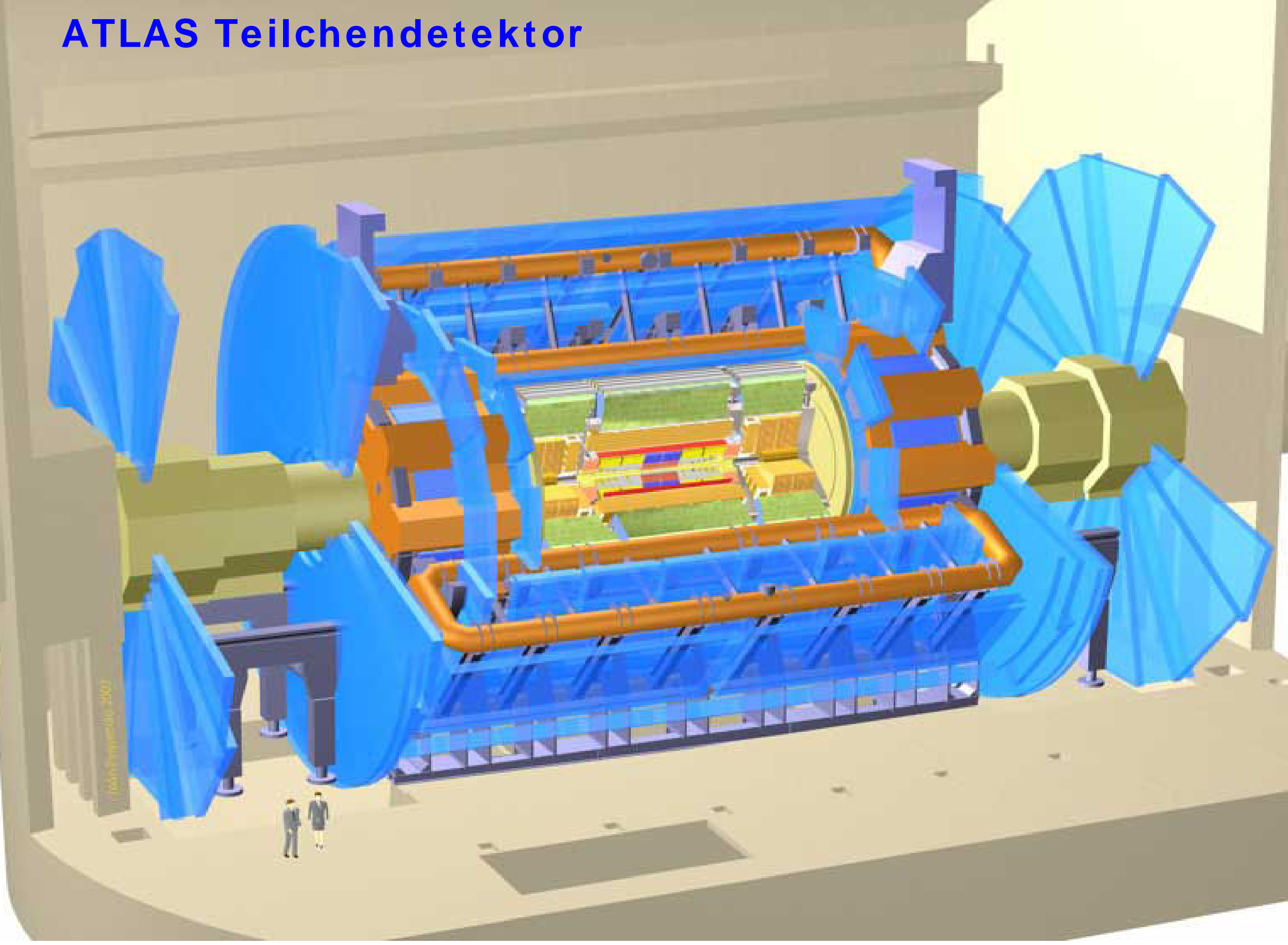
LHC

SPS

ATLAS

CERN

ATLAS Teilchendetektor

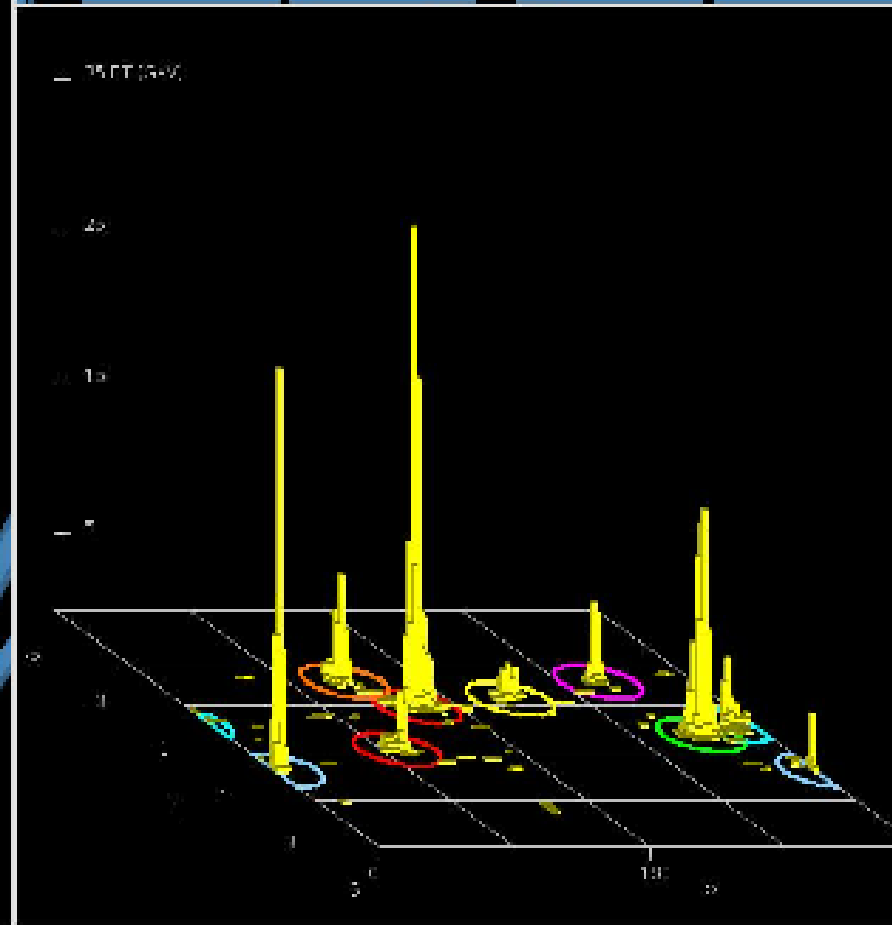
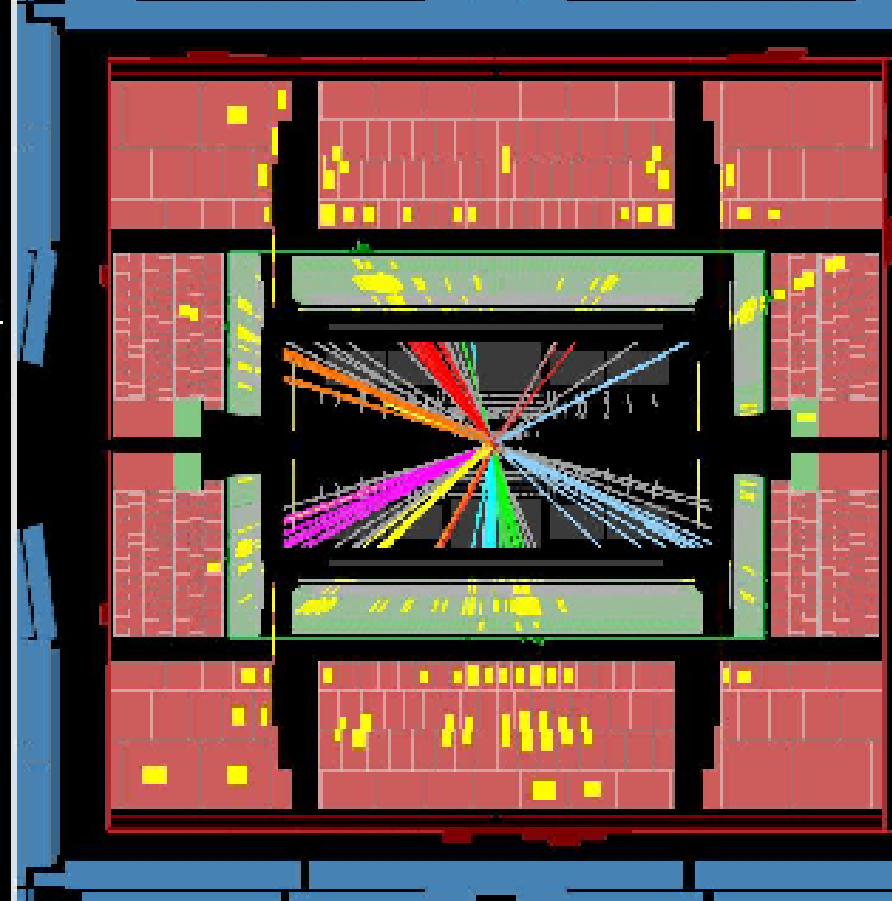
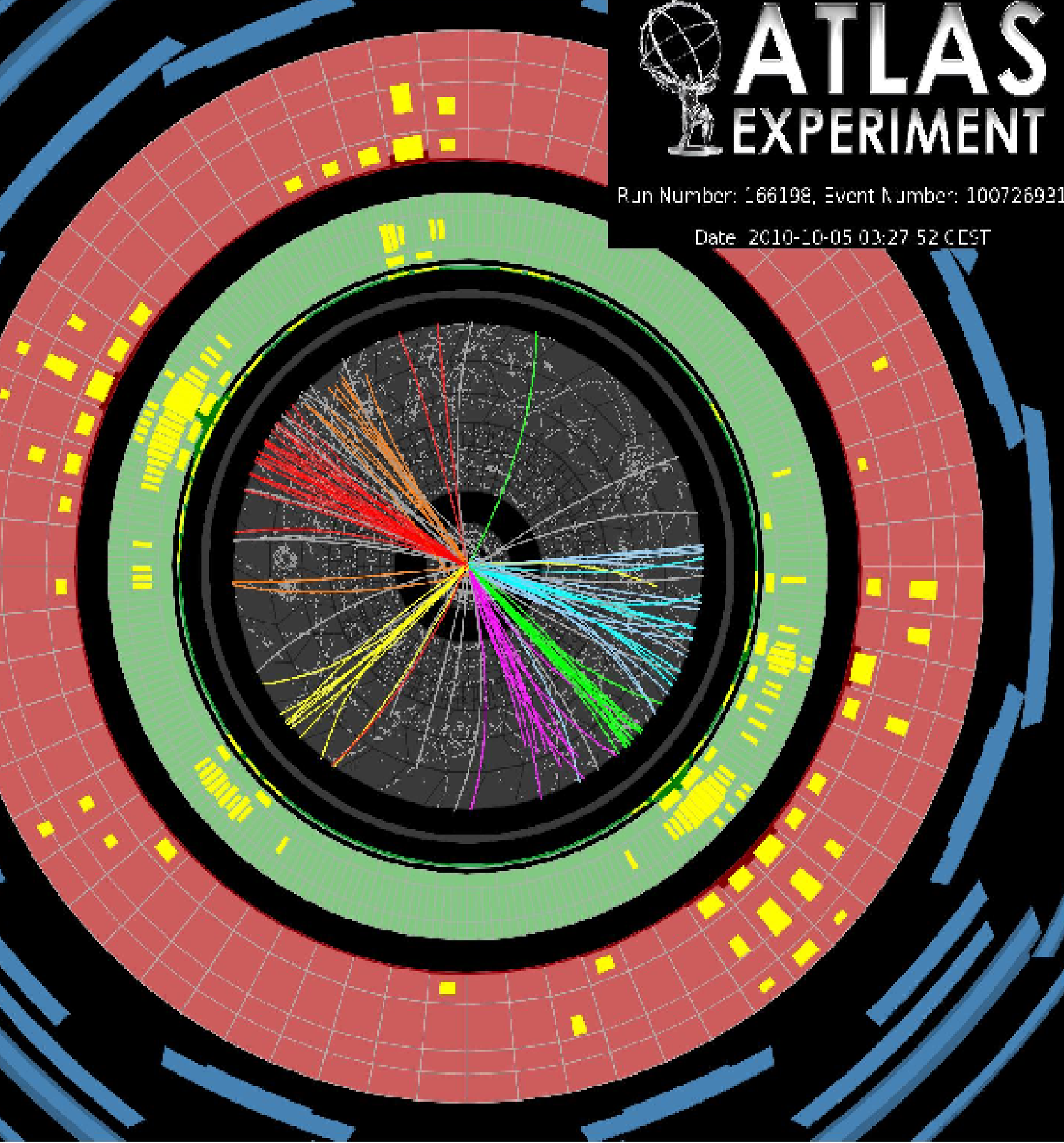




ATLAS EXPERIMENT

Run Number: 166198, Event Number: 100726921

Date: 2010-10-05 03:27:52 CEST



Struktur der Materie

Kristall

Molekül

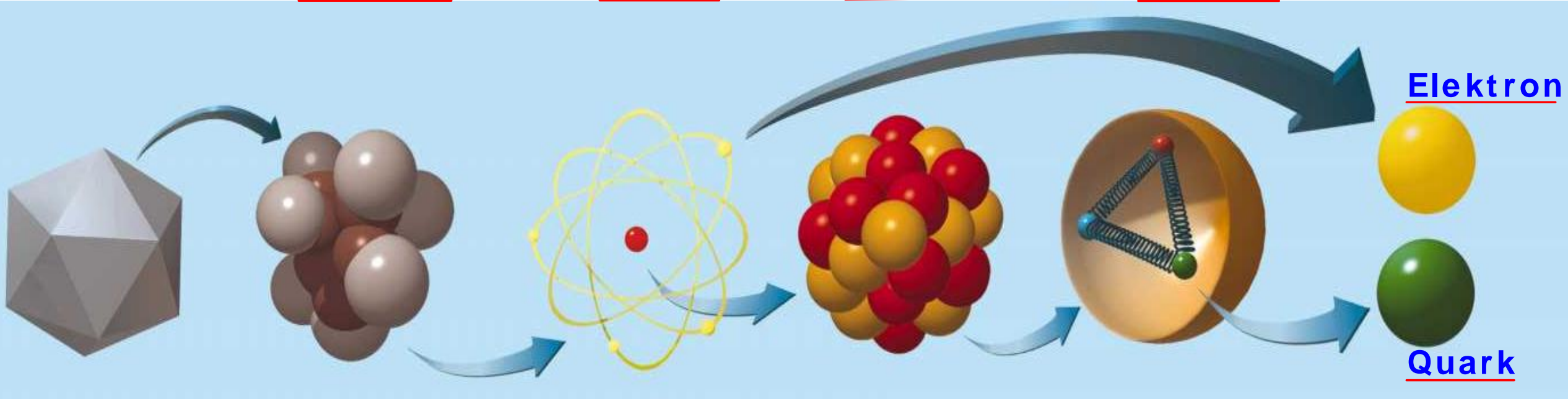
Atom

Atomkern

Proton

Elektron

Quark



Größenverhältnisse:

1/1.000.000

1/10

1/10.000

1/10

1/1000

typ. Größe:

0,001m

10^{-9} m

10^{-10} m

10^{-14} m

10^{-15} m

$< 10^{-21}$ m

typ. Energie für experimentelle Untersuchung:

0,0001eV

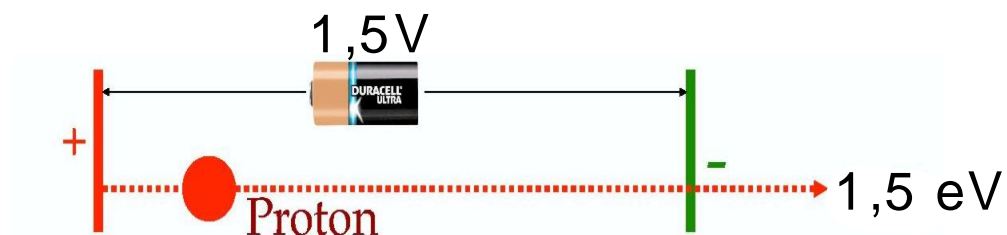
0,1eV

1eV

10 MeV

1 GeV

> 1 TeV



Überblick

aller Elementar=
teilchen

Materieteilchen

1. Familie



Up-
Quark



Down-
Quark



Elektron



Elektron-
Neutrino

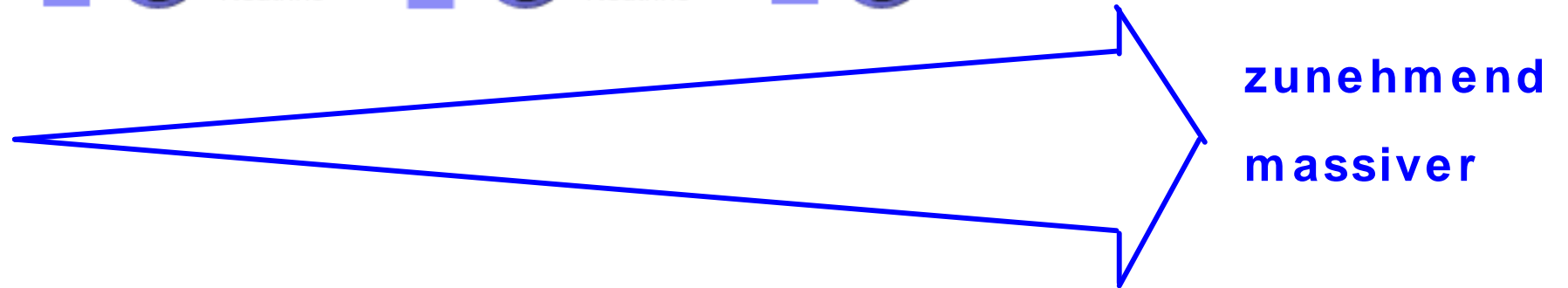
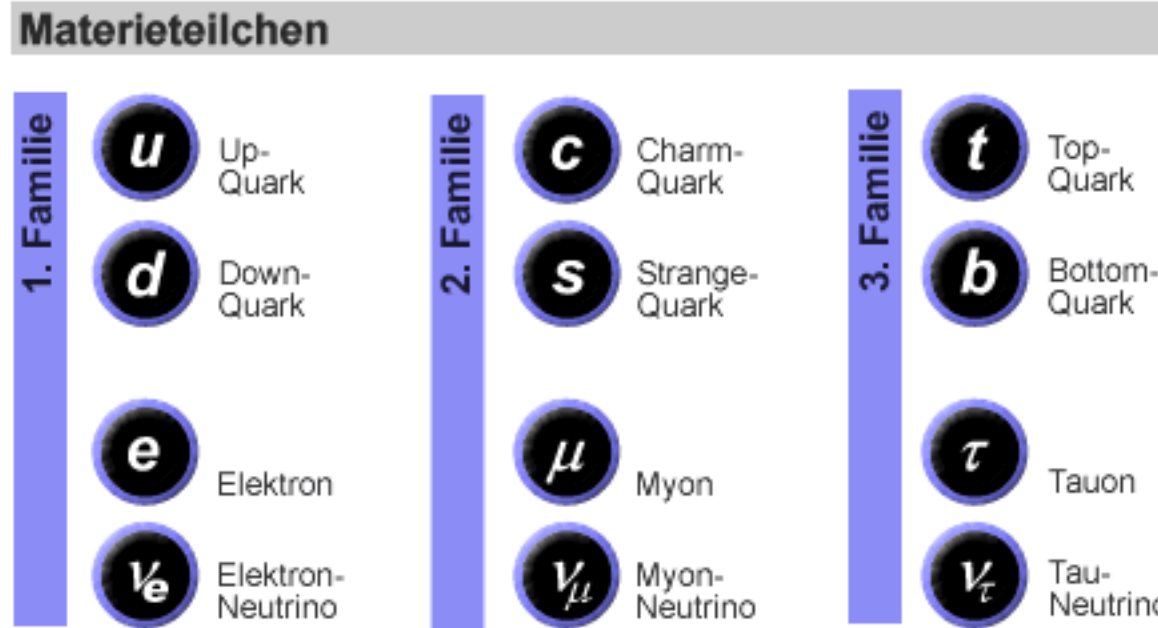
Bausteine für Proton & Neutron -> Atomkerne

Hülle der Atome

Radioaktivität; Fusion in Sonne

Überblick

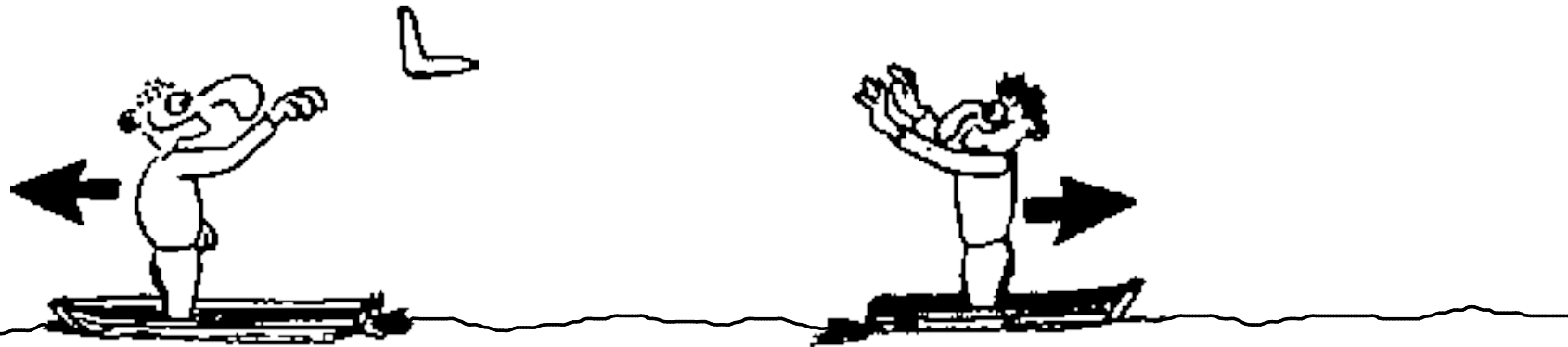
aller Elementar=
teilchen



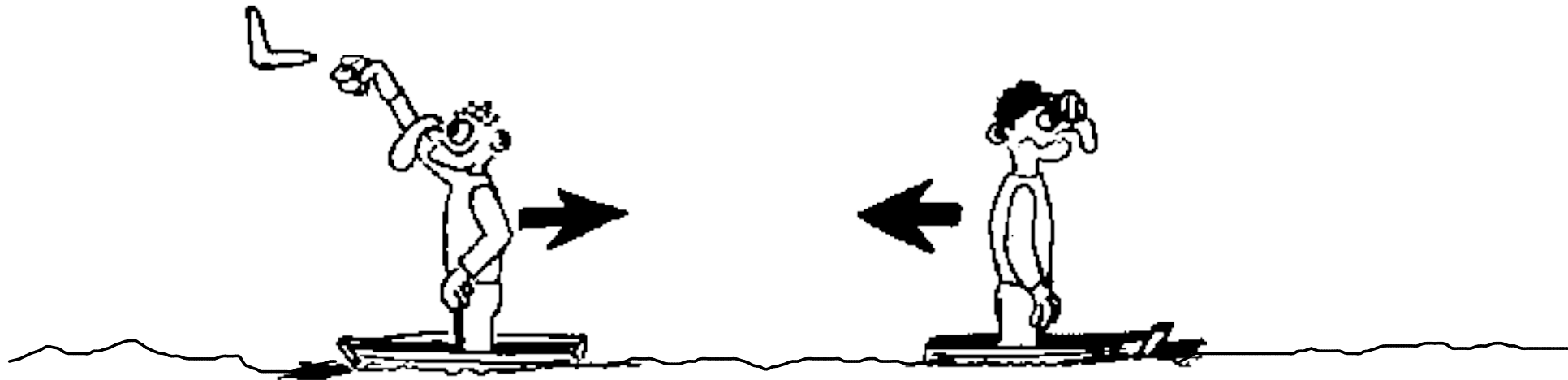
Kräfte durch Kraftteilchen




abstoßend:



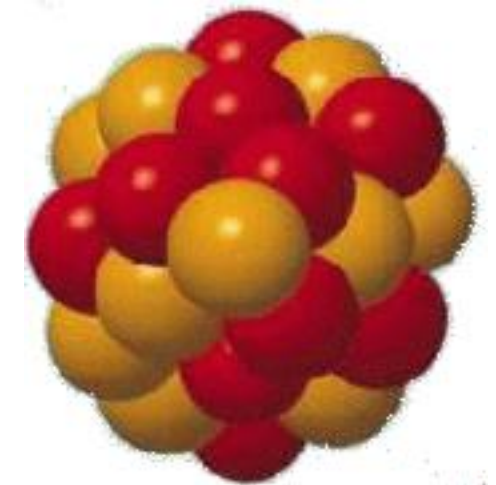
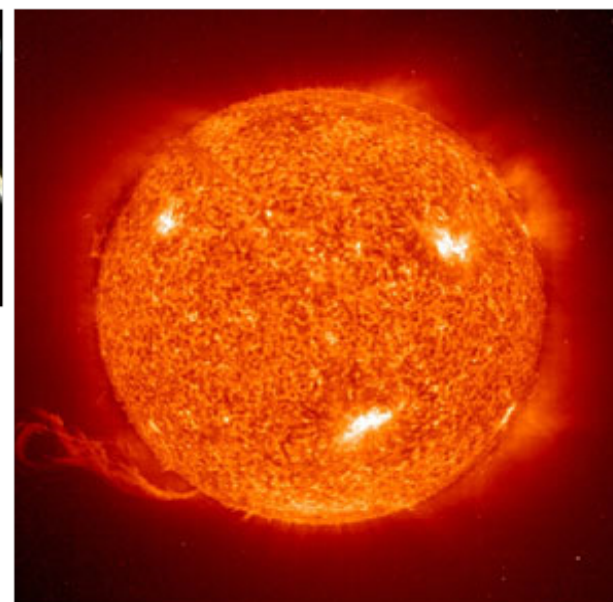
anziehend:



Vier bekannte Kräfte

Gravitation	elektromag. Kraft	schwache Kraft	starke Kraft
	1 Photon 	3 Bosonen 	8 Gluonen 

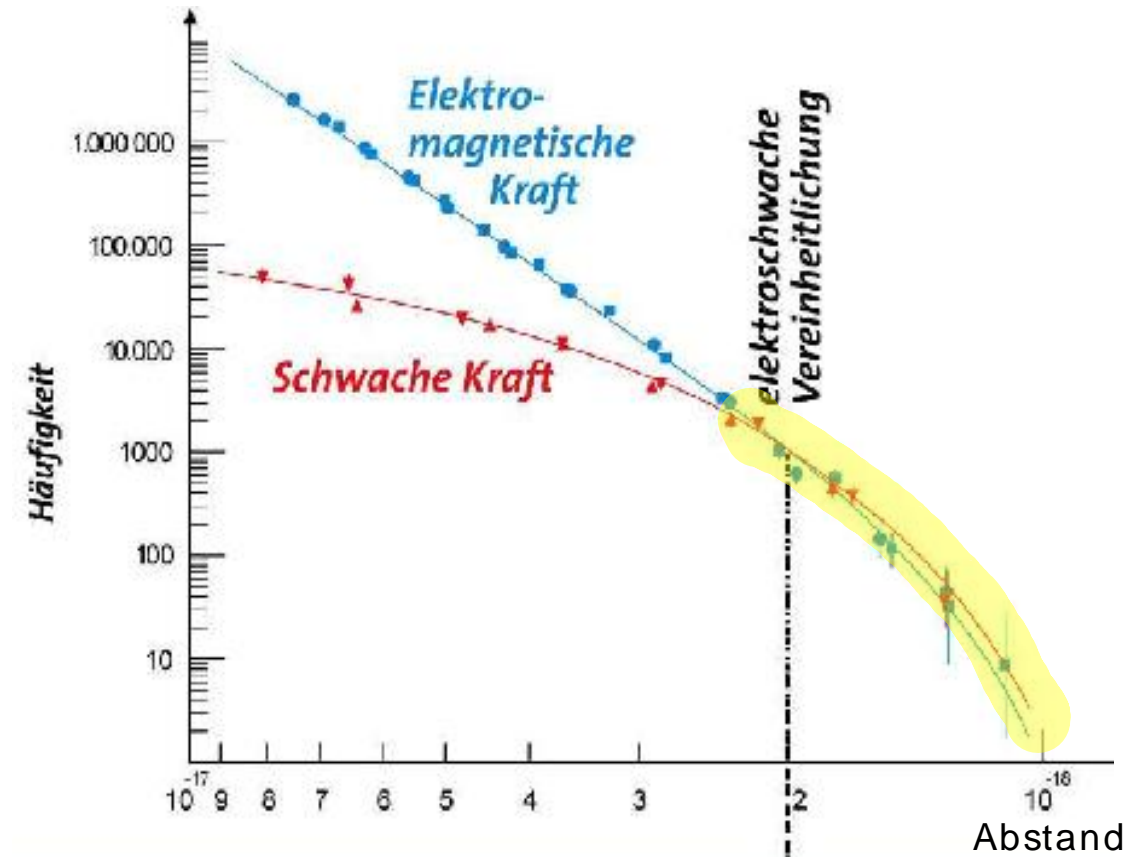
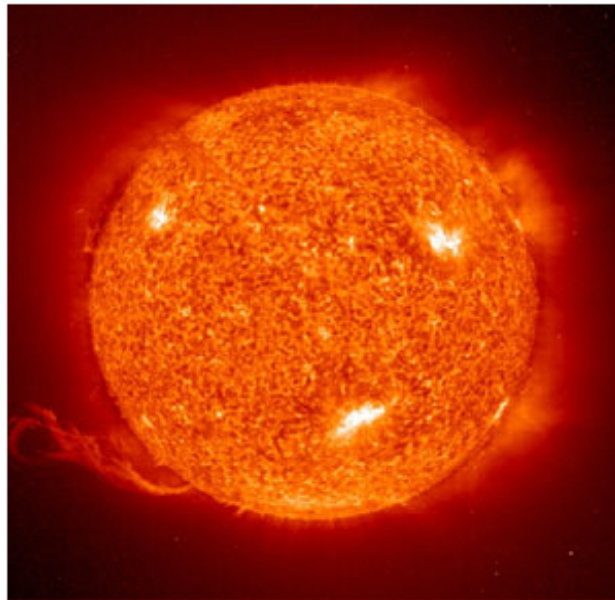
© Exzellenzcluster Universe · www.univers-e-cluster.de



Vereinigung elektromag. & schwache Kräfte

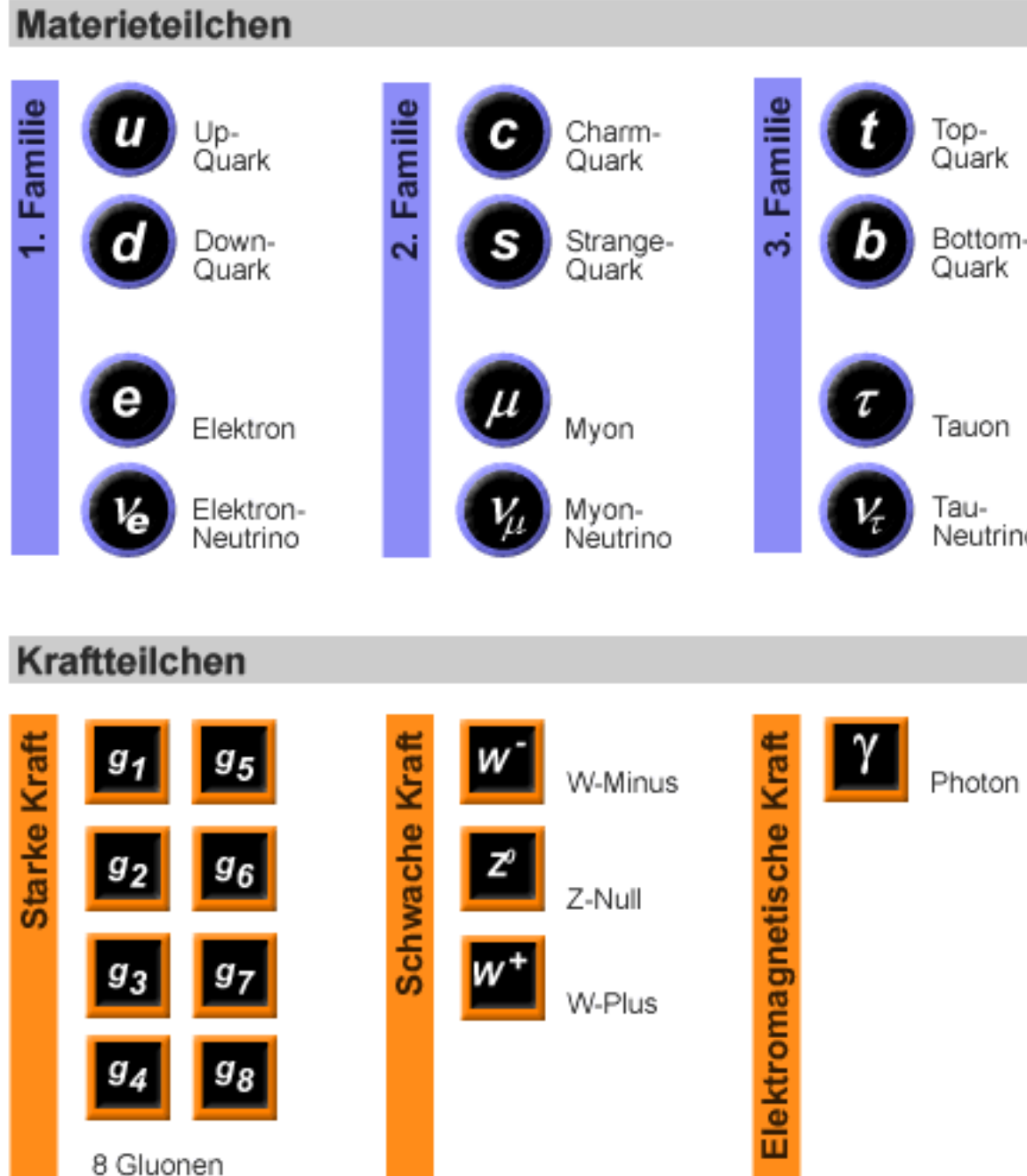
---> Standardmodell der Teilchenphysik !

elektromag. Kraft	schwache Kraft
1 Photon	3 Bosonen
	  



Überblick

aller Elementar=
teilchen

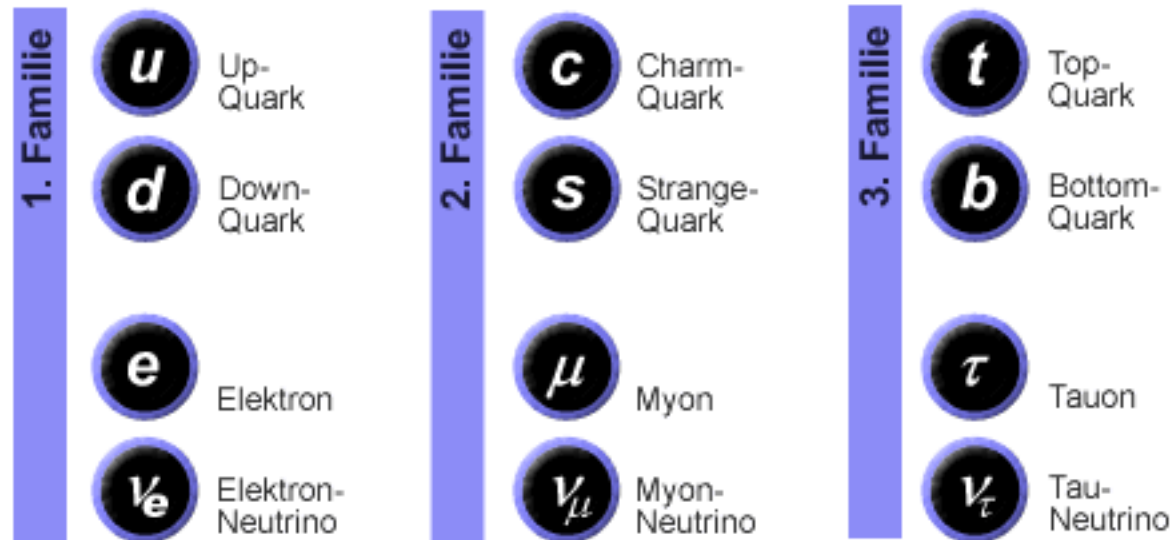


**Problem: Standardmodell erwartet masselose W & Z-Teilchen
Experimente beobachten sehr massive W & Z-Teilchen**

Überblick

aller Elementarteilchen

Materieteilchen



Kraftteilchen



Massenerzeugung



< ---- !!!!!!!

Lösung: spontane Aufteilung der elektroschwachen Kraft + ---->



Genfer See

GMS

Jura

LHC

SPS

ATLAS

CERN

Der LHC-Beschleuniger

Mikroskop:

höchste Energie -> kleinste Strukturen

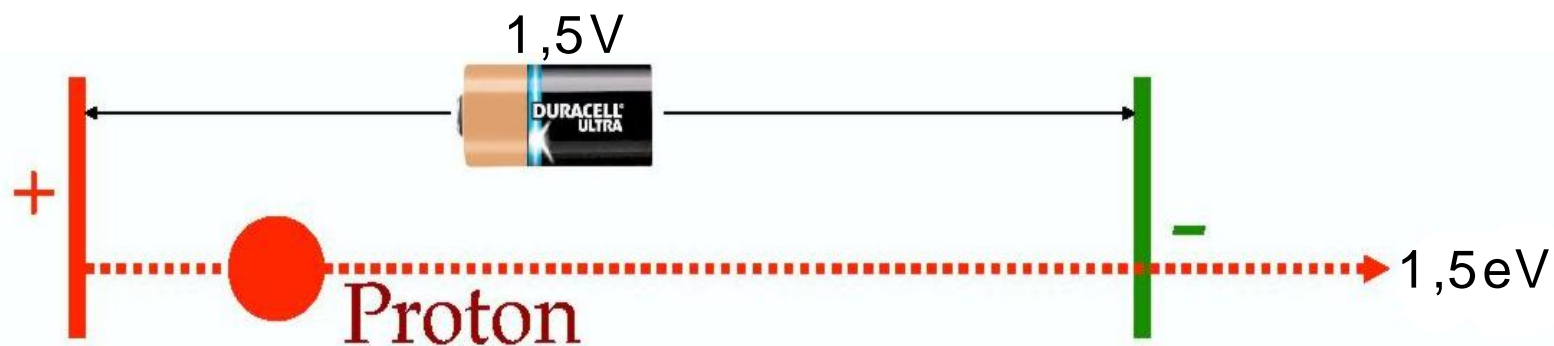
$E = mc^2$:

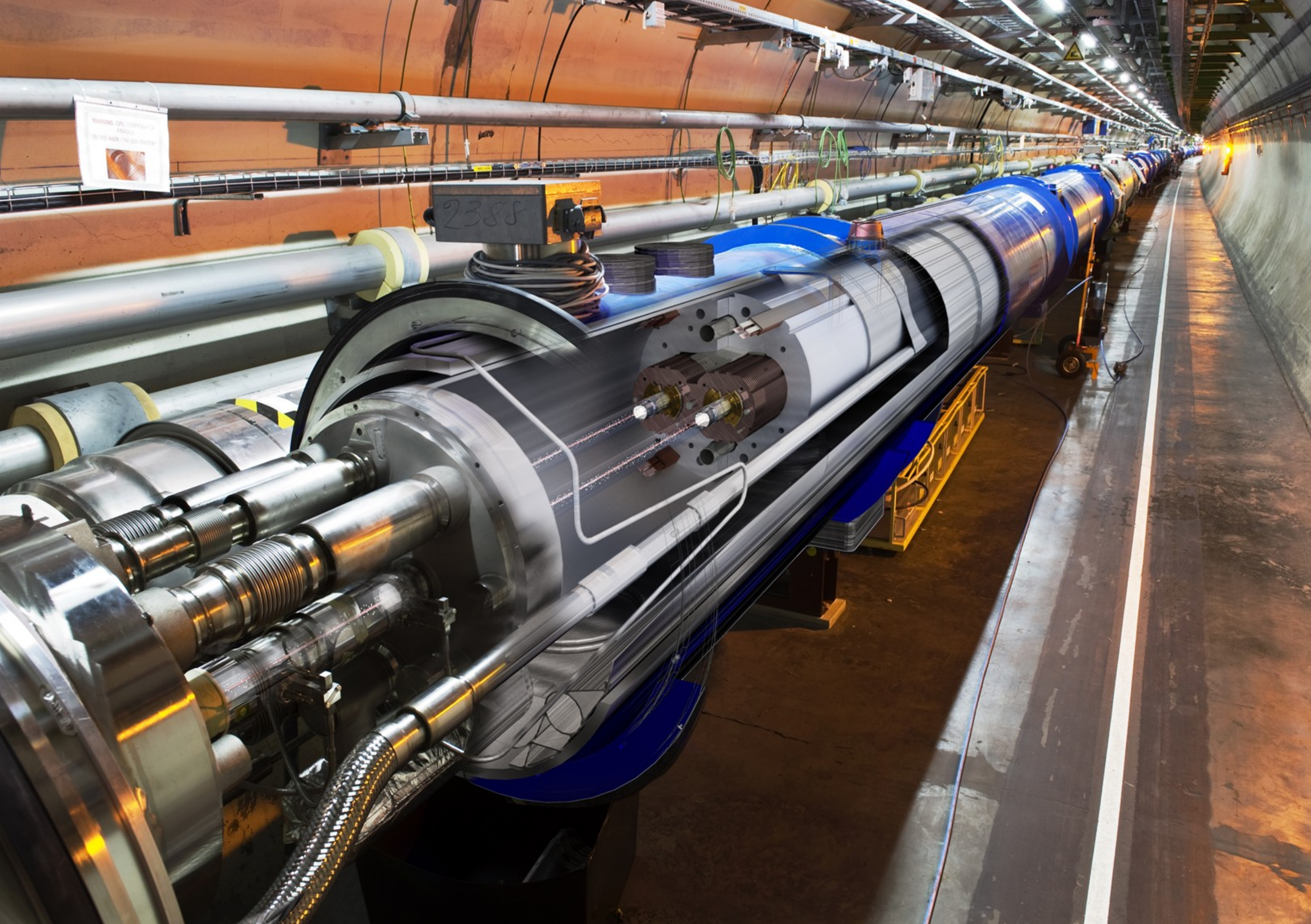
höchste Energie -> schwerste Teilchen

Physik & Technologie: hohe Energie

-> großer Umfang

-> starke Magnetfelder





WARNING OIL CONTAMINATION
FRAGILE
DO NOT WALK / RUN ON THIS

2385

LHC: Daten & Fakten

- Strahl:

Energie der Protonen	7 TeV
Strom der Protonen	0,58 A
-> gespeicherte Strahlenergie	100 kWh

- Magnete:

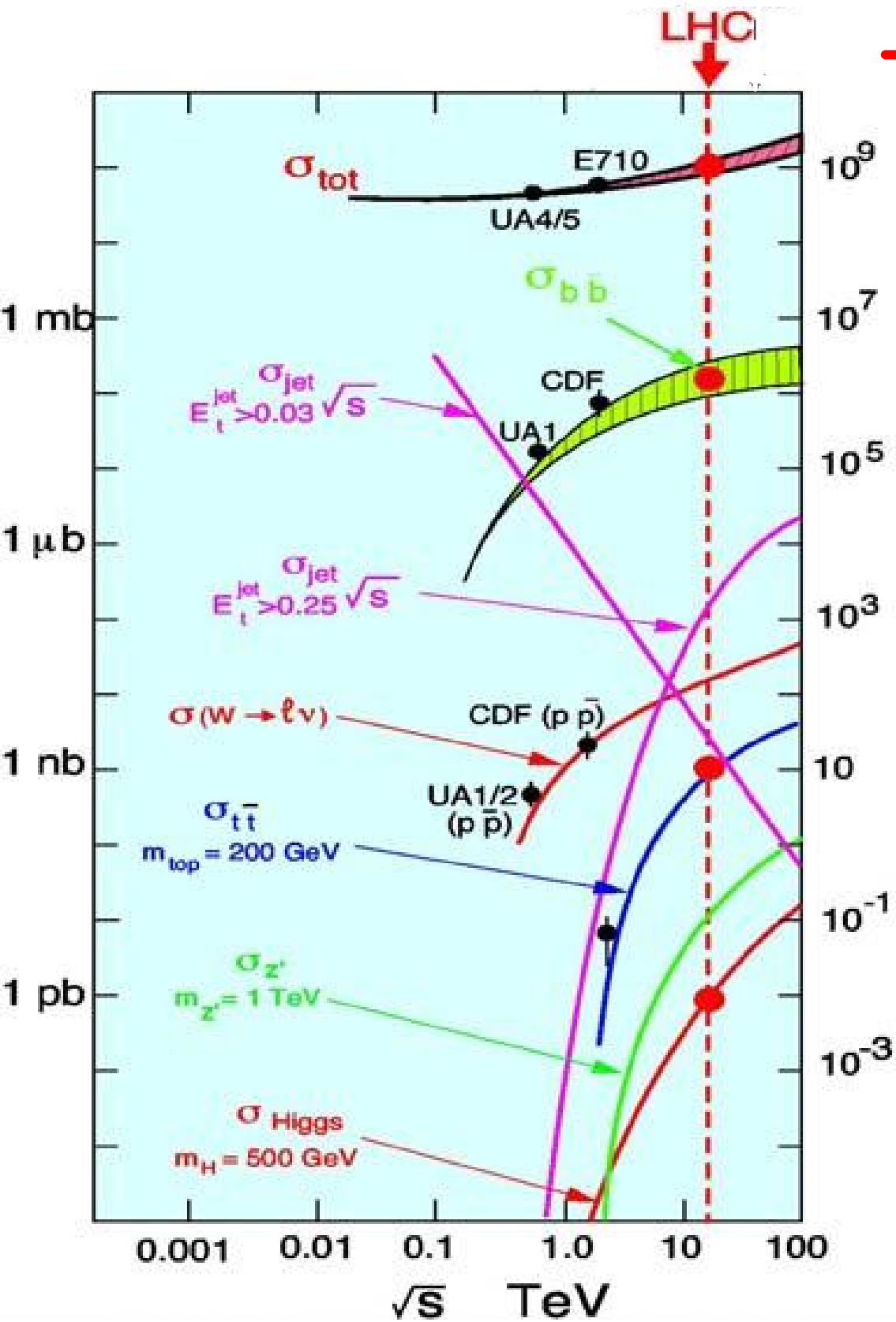
max. Magnetfeld	8,33 Tesla
Betriebstemperatur	-271 °C
Anzahl d. Ablenkmagnete	1232
Länge eines Ablenkmagnets	ca. 14 m
gespeicherte Energie	ca. 3000 kWh

- Tunnel:

Umfang	ca. 27 km
Kollisionszonen für Tunnellage	4 Teilchendetektoren 100-170m unterirdisch

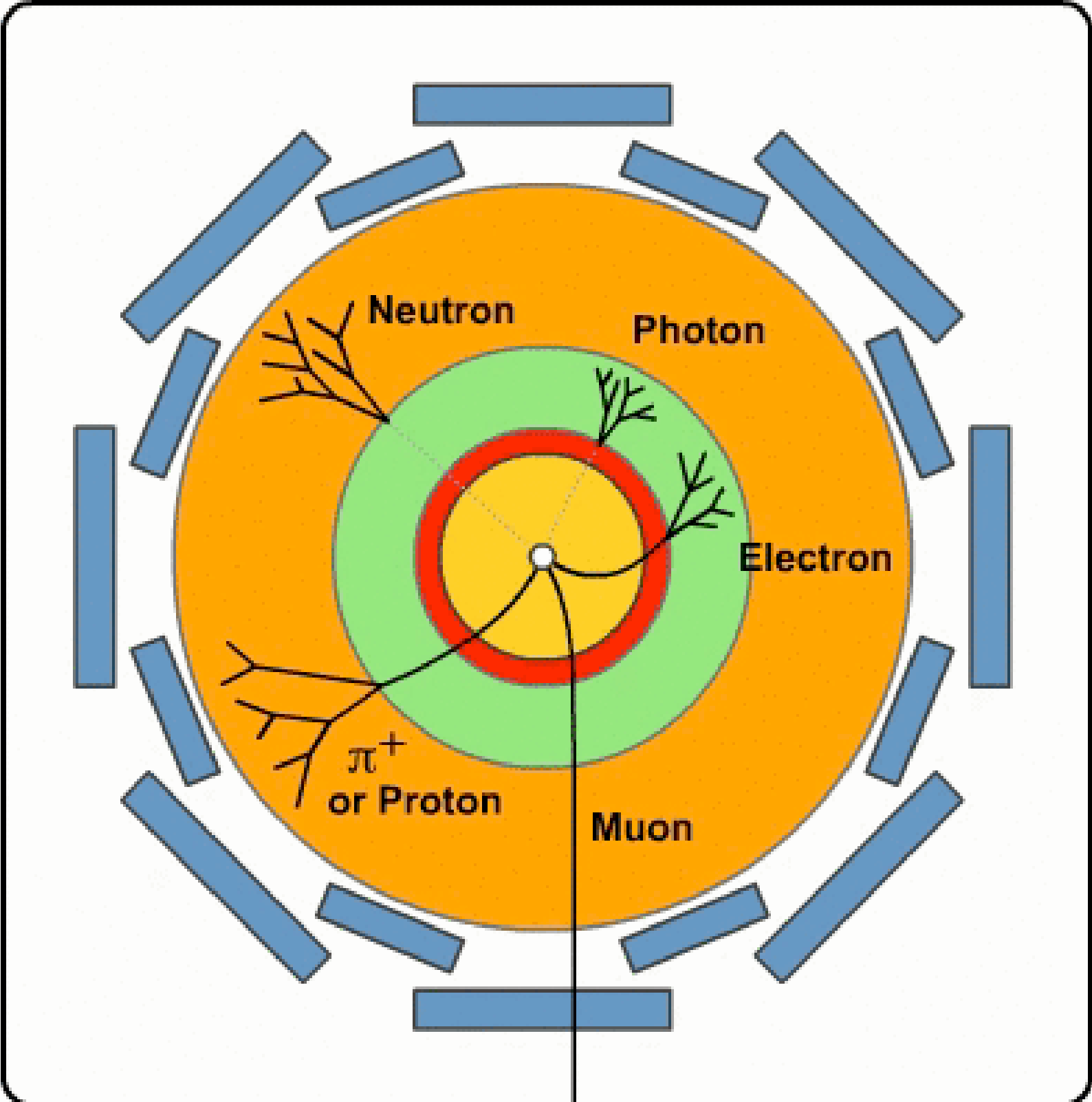
Proton-Proton-Kollisionen

< - 1 Mrd Kollisionen / Sekunde



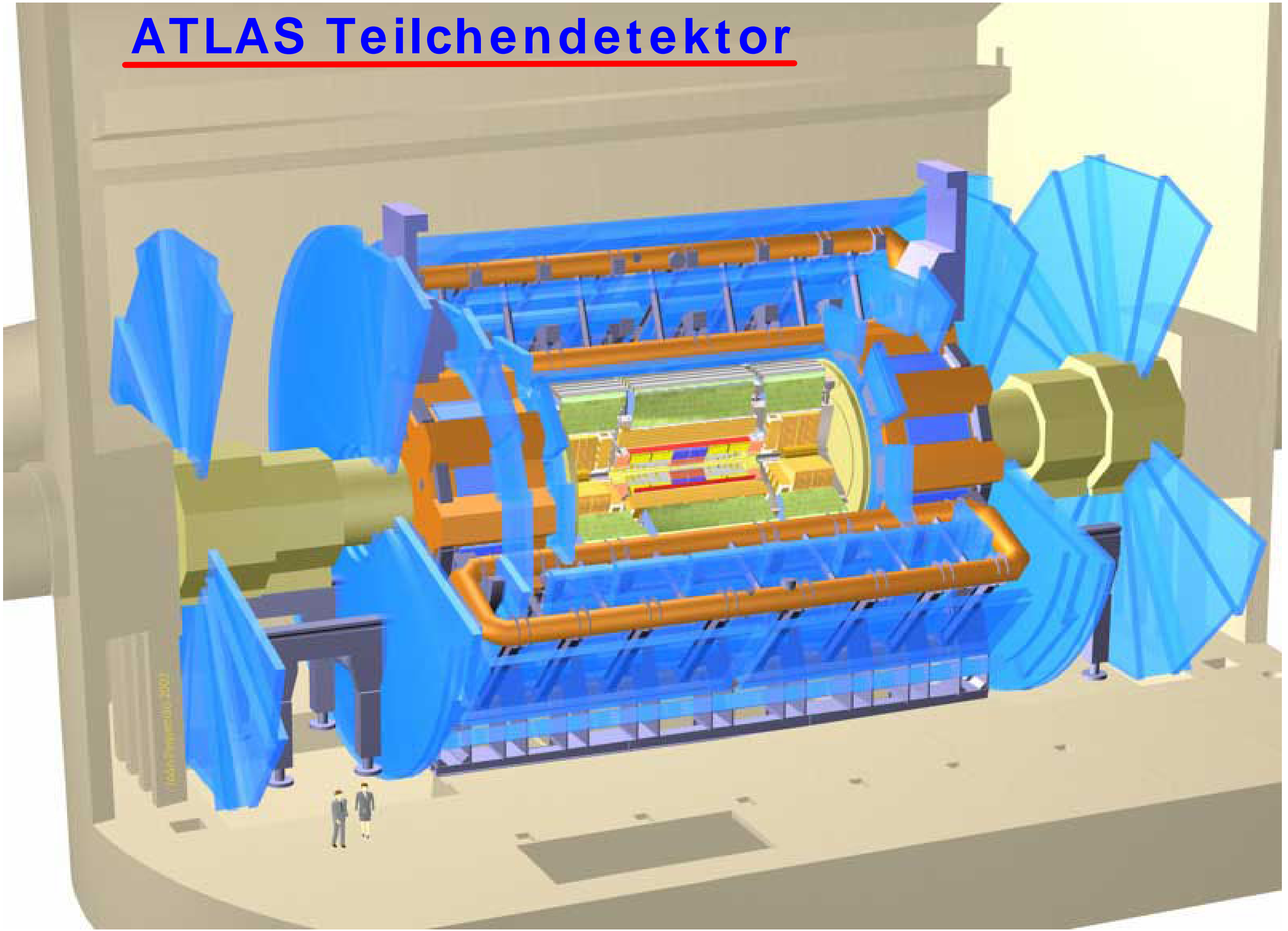
Prinzipieller Aufbau des ATLAS-Detektors

(Querschnitt)

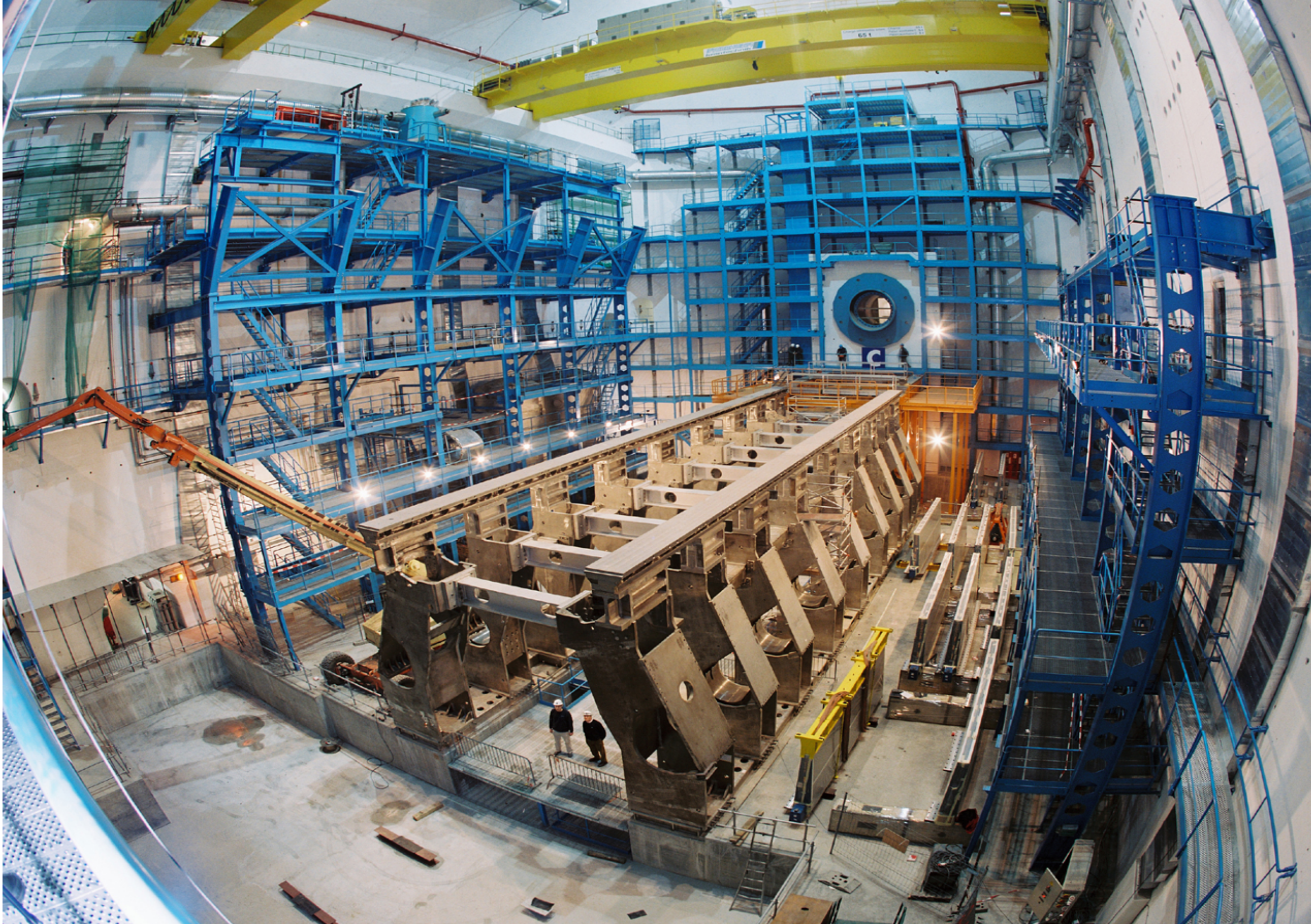


- Myon-Detektor
- Energiesmessung für Hadronen
- Energiesmessung für Elektron & Photon
- Magnet zur Spurkrümmung
- Spurdetektor
- Strahlröhre

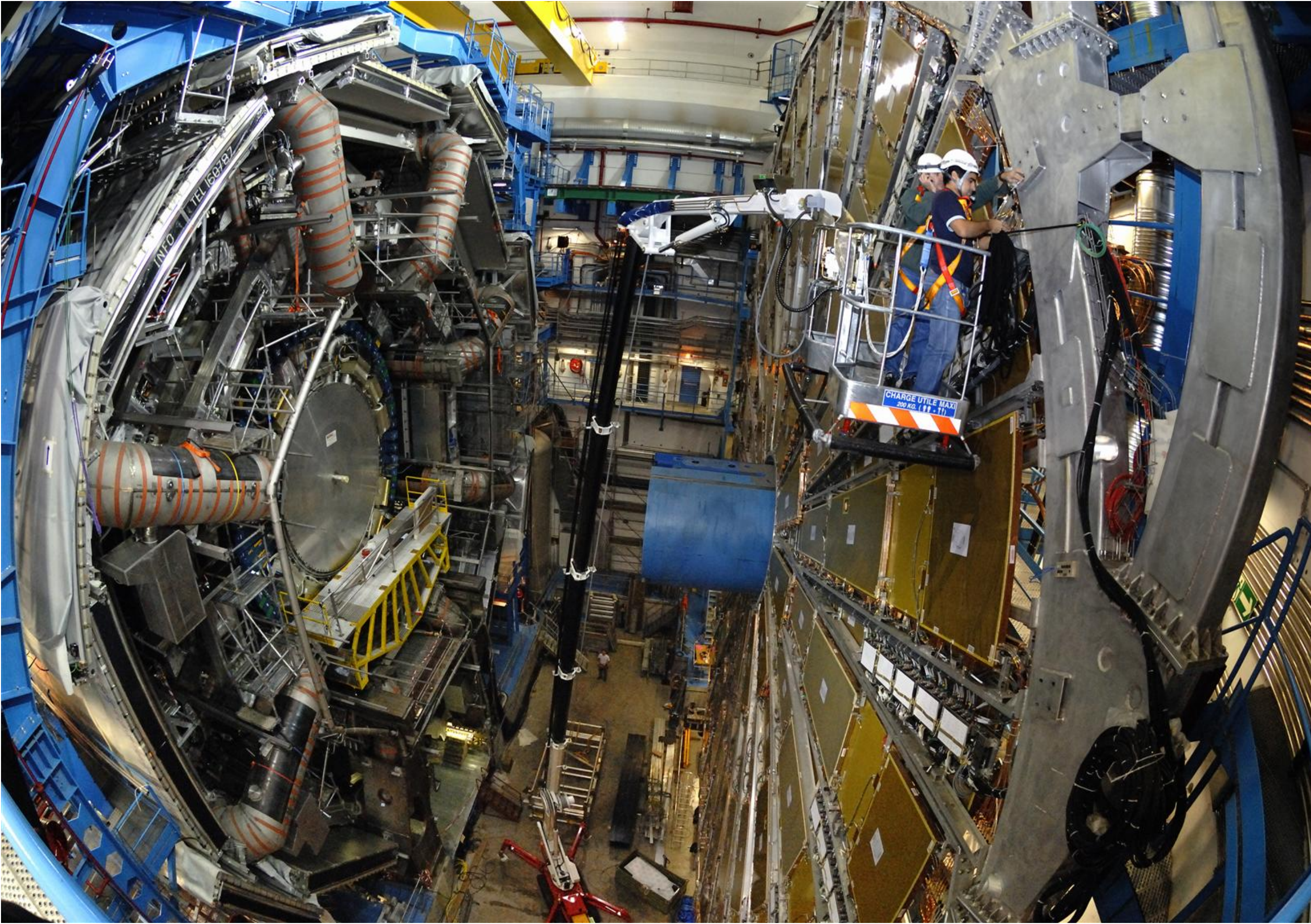
ATLAS Teilchendetektor

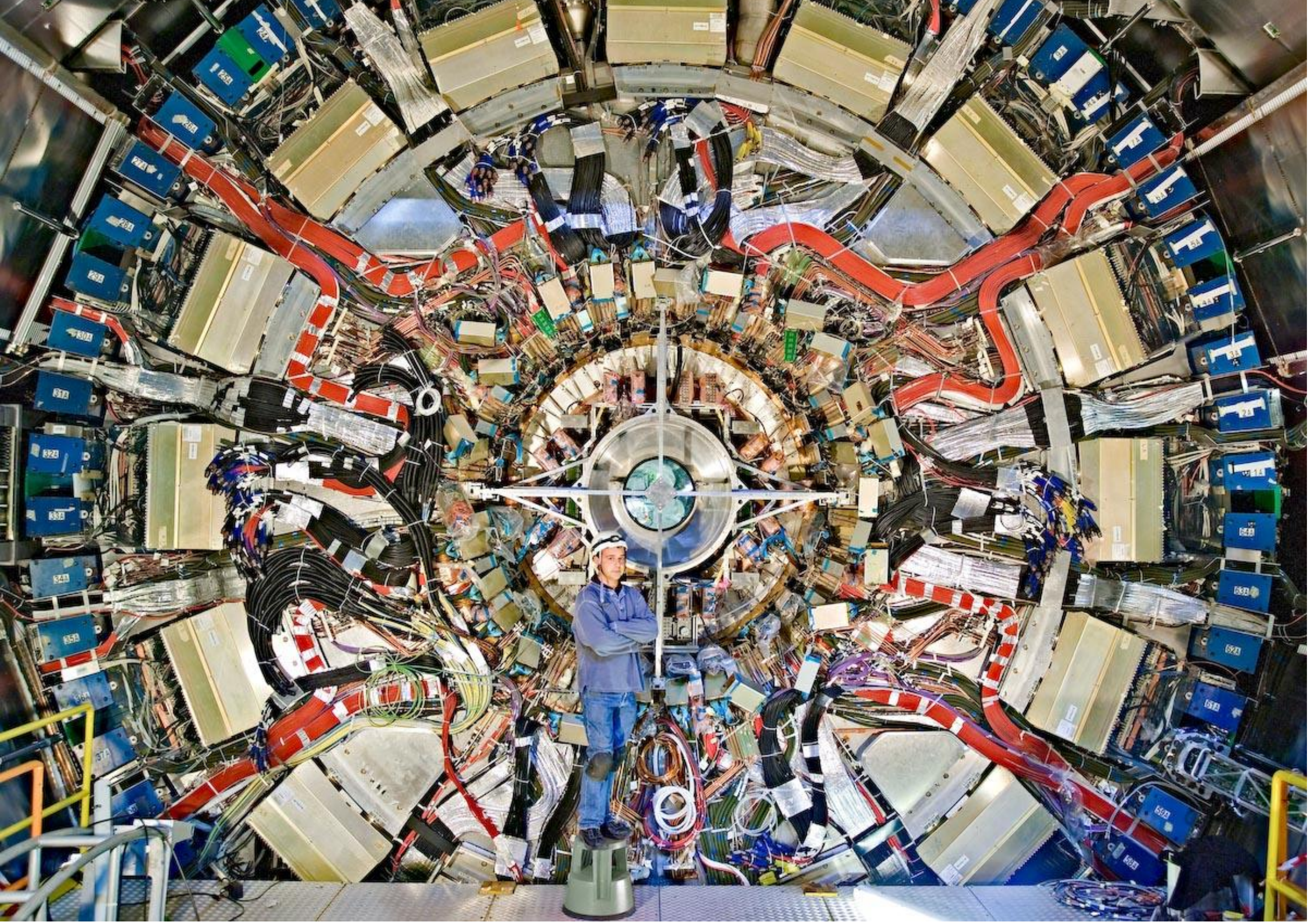


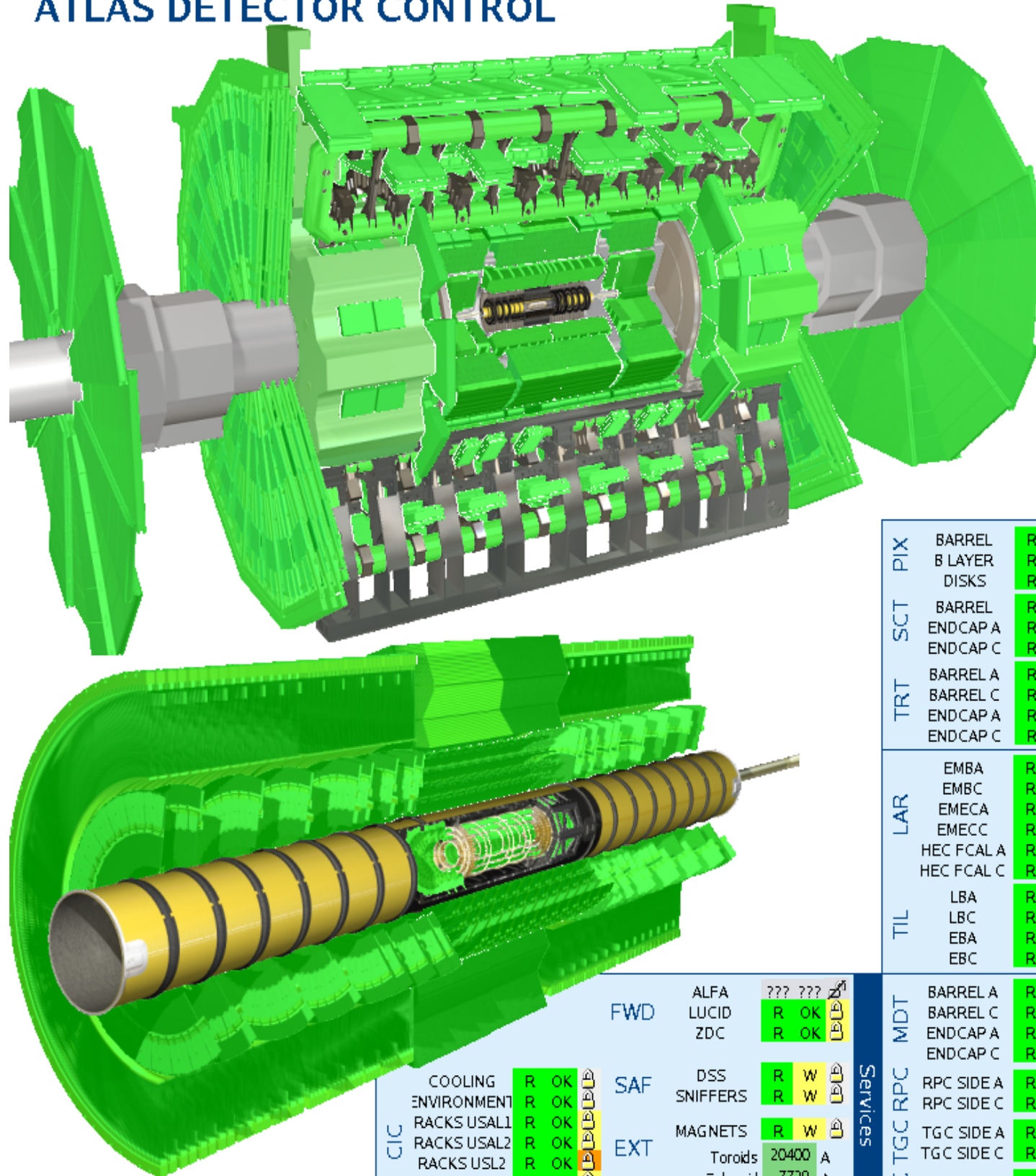












ATLAS- Detektorstatus

seit November 2009

= > alles bereit !

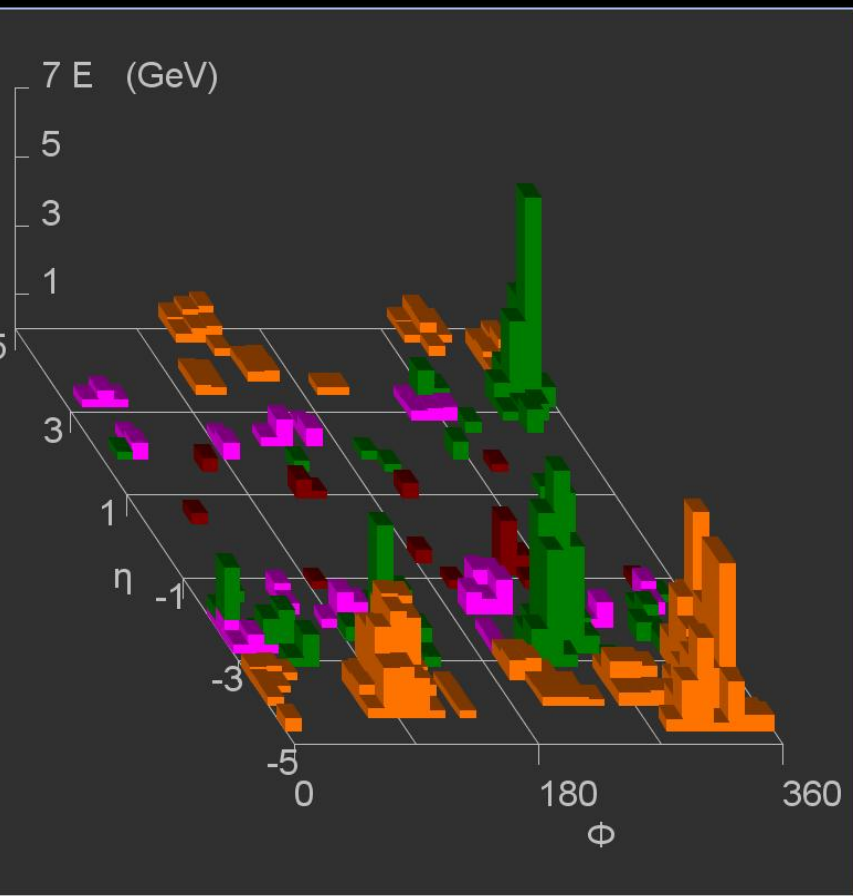
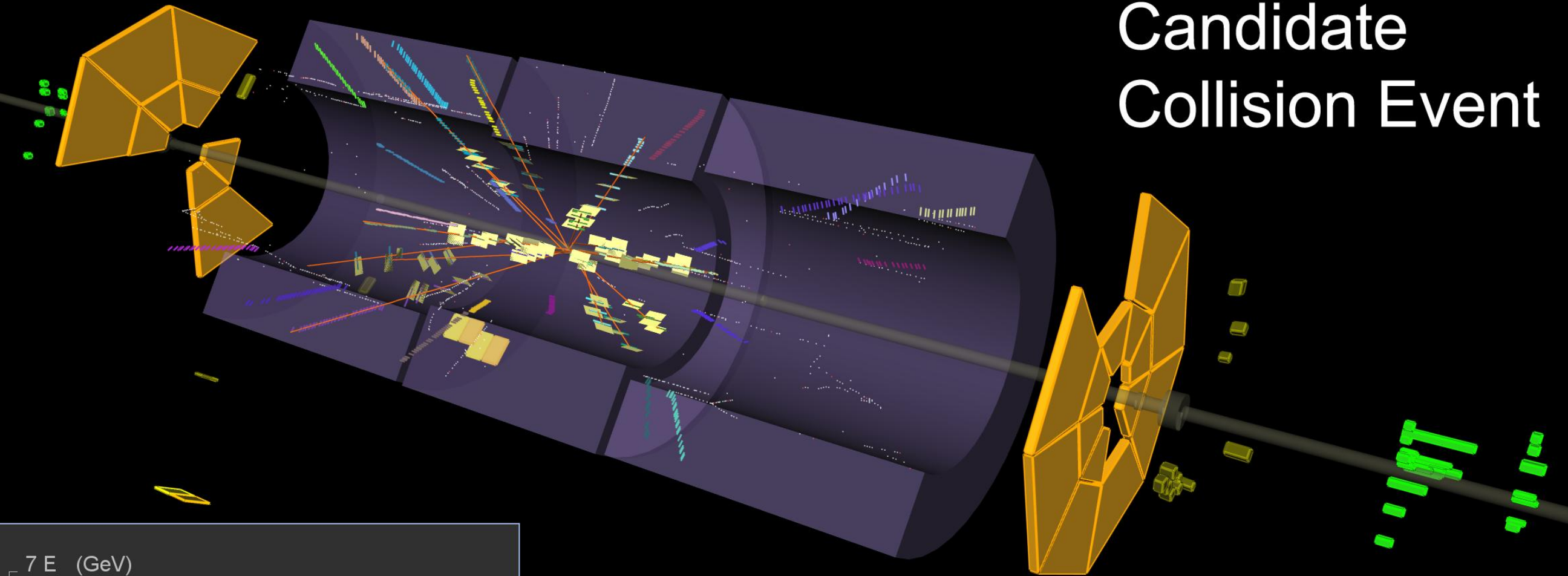
		FWD		ALFA	???	???	⚠		
				LUCID	R	OK	⚠		
				ZDC	R	OK	⚠		
CIC	COOLING	R	OK	⚠					
	ENVIRONMENT	R	OK	⚠					
	RACKS USAL1	R	OK	⚠					
	RACKS USAL2	R	OK	⚠					
	RACKS USL2	R	OK	⚠					
	RACKS SDX1	R	OK	⚠					
	RACKS UX	R	OK	⚠					
		SAF	DSS	R	W	⚠			
			SNIFFERS	R	W	⚠			
		EXT	MAGNETS	R	W	⚠			
			Toroids	20400	A				
			Solenoid	7729	A				
		TDQ	TRIGGER L1	R	OK	⚠			
		Services							
		CSC	TGC	RPC	MDT	BARREL A	R	W	⚠
						BARREL C	R	OK	⚠
						ENDCAP A	R	W	⚠
						ENDCAP C	R	OK	⚠
		CSC	TGC	RPC	MDT	RPC SIDE A	R	OK	⚠
						RPC SIDE C	R	OK	⚠
		CSC	TGC	RPC	MDT	TGC SIDE A	R	OK	⚠
						TGC SIDE C	R	OK	⚠
		CSC	TGC	RPC	MDT	CSC SIDE A	R	OK	⚠
						CSC SIDE C	R	OK	⚠



!!! BEAM AT ATLAS !!!
20-11-09 20:53



Candidate Collision Event

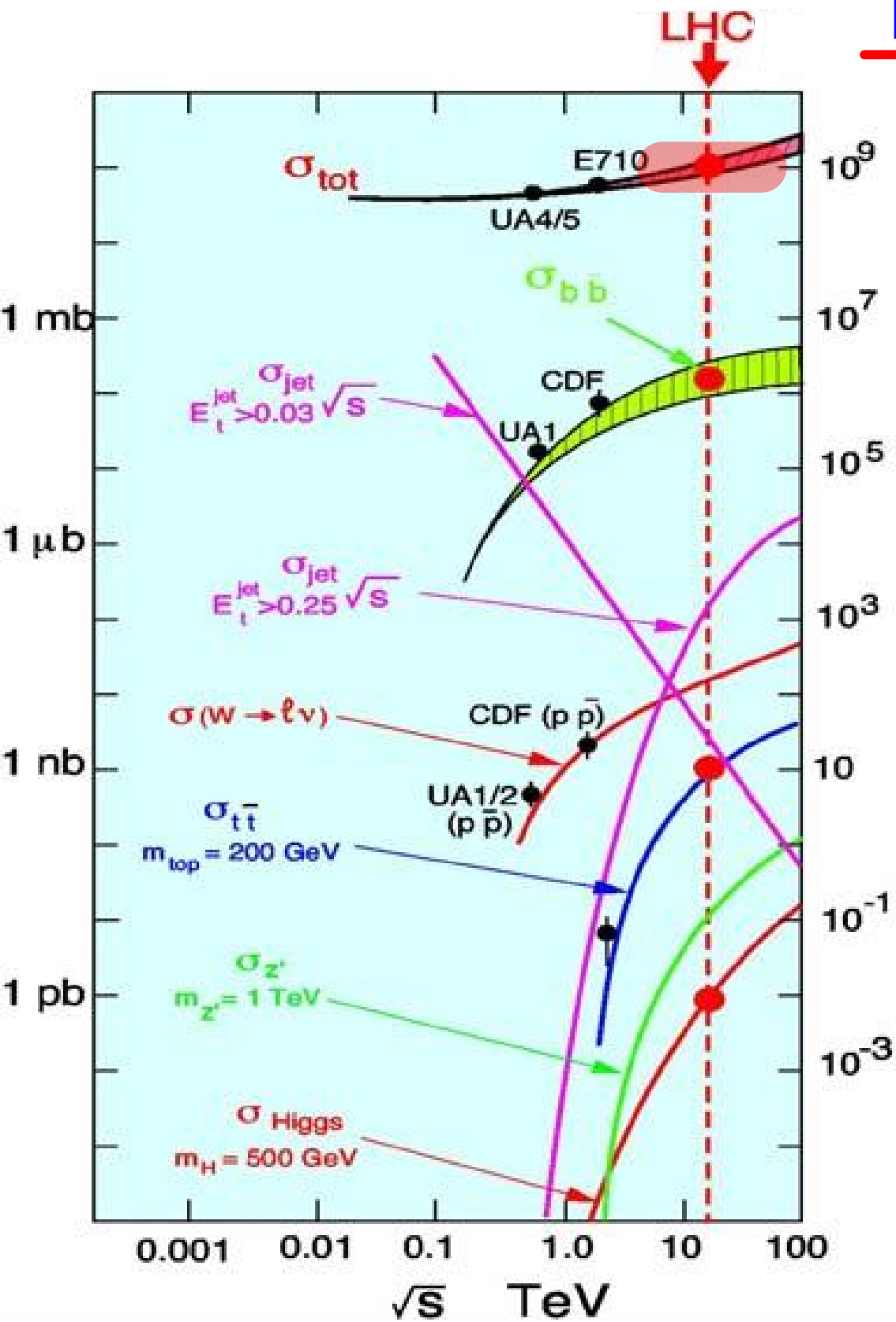


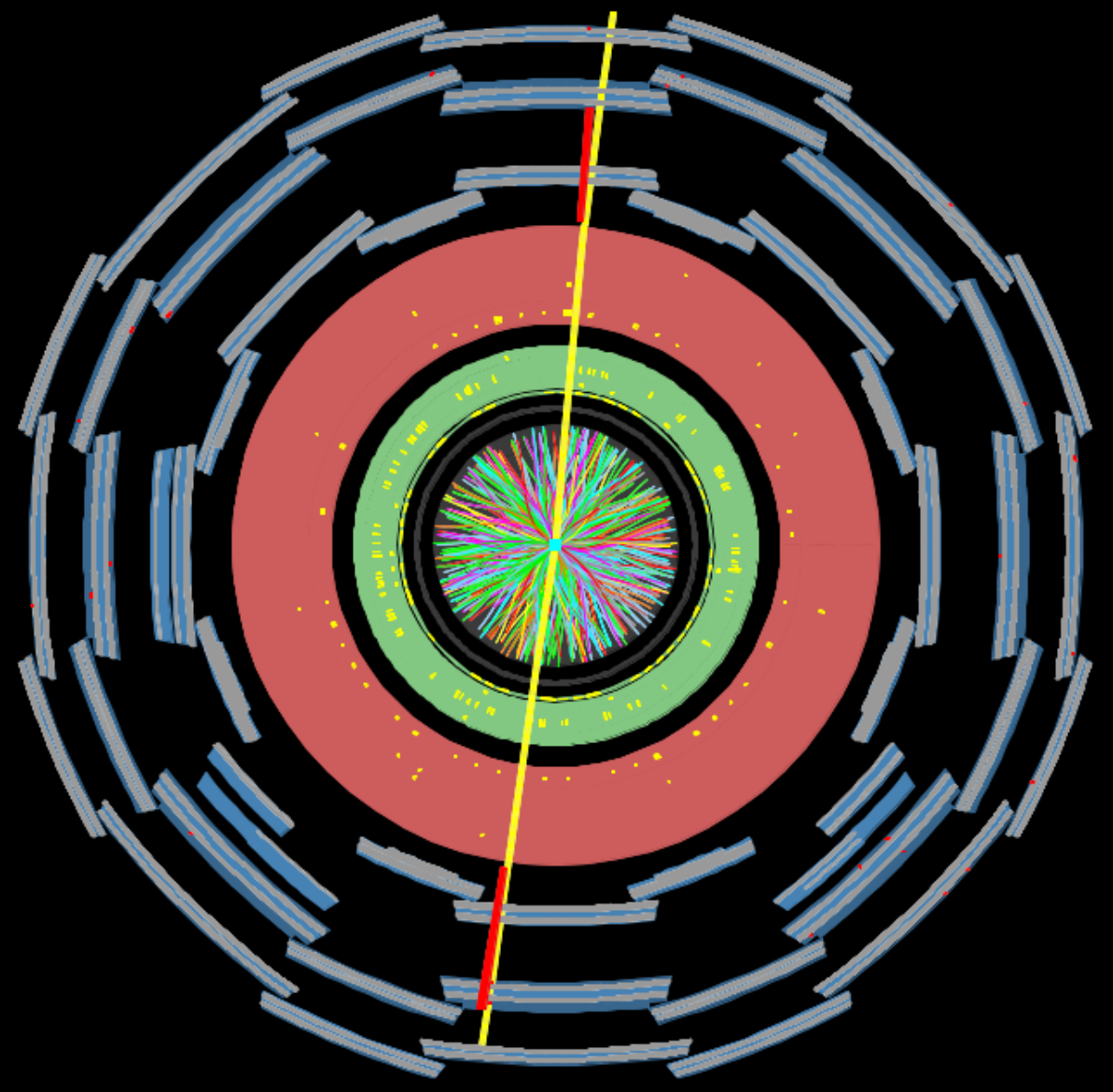
 **ATLAS
EXPERIMENT**

2009-11-23, 14:22 CET
Run 140541, Event 171897

Proton-Proton-Kollisionen

< - 1 Mrd Kollisionen / Sekunde
meist bekannte Reaktionen



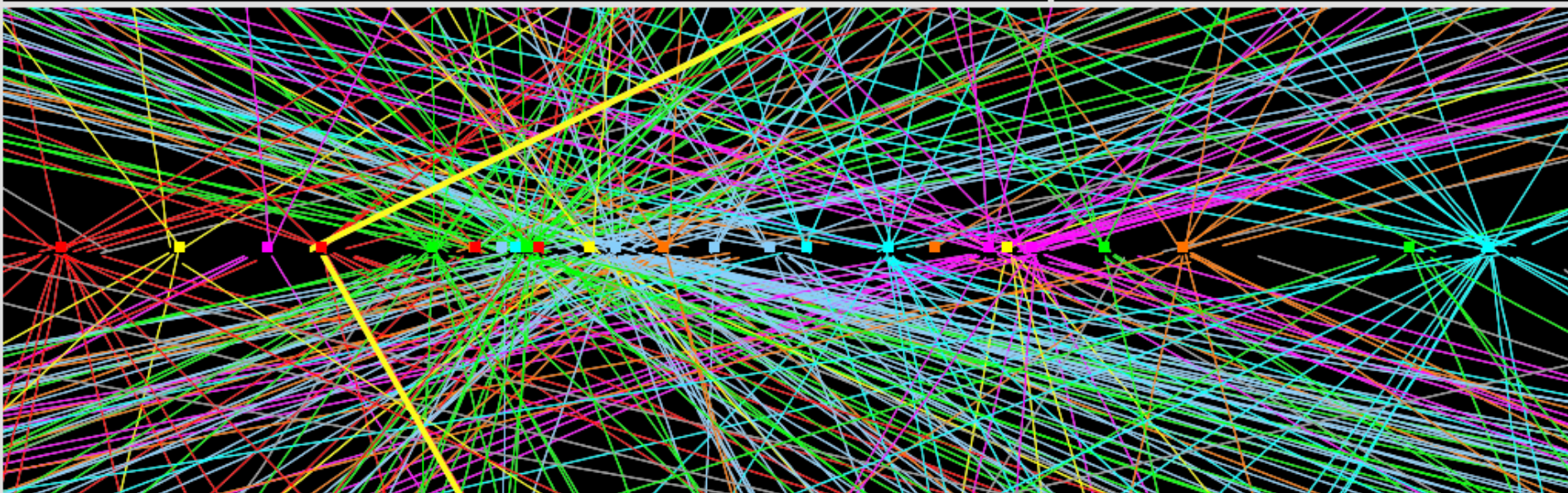
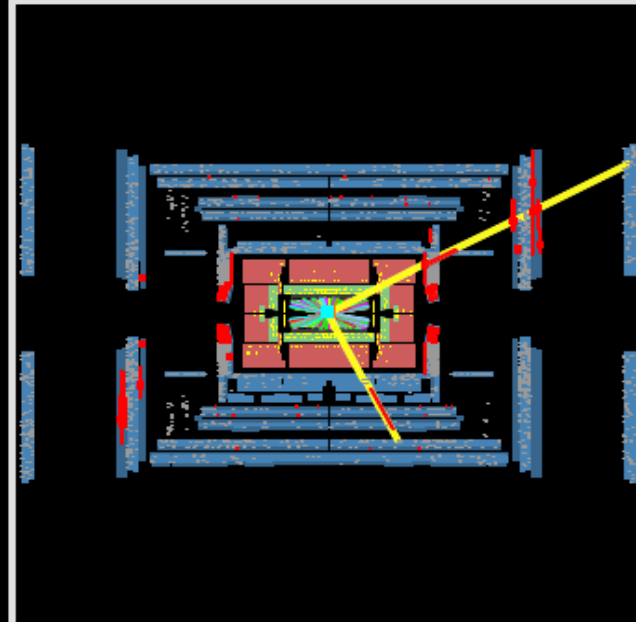


 **ATLAS**
EXPERIMENT

Run Number: 201289, Event Number: 24151616
Date: 2012-04-15 16:52:58 CEST

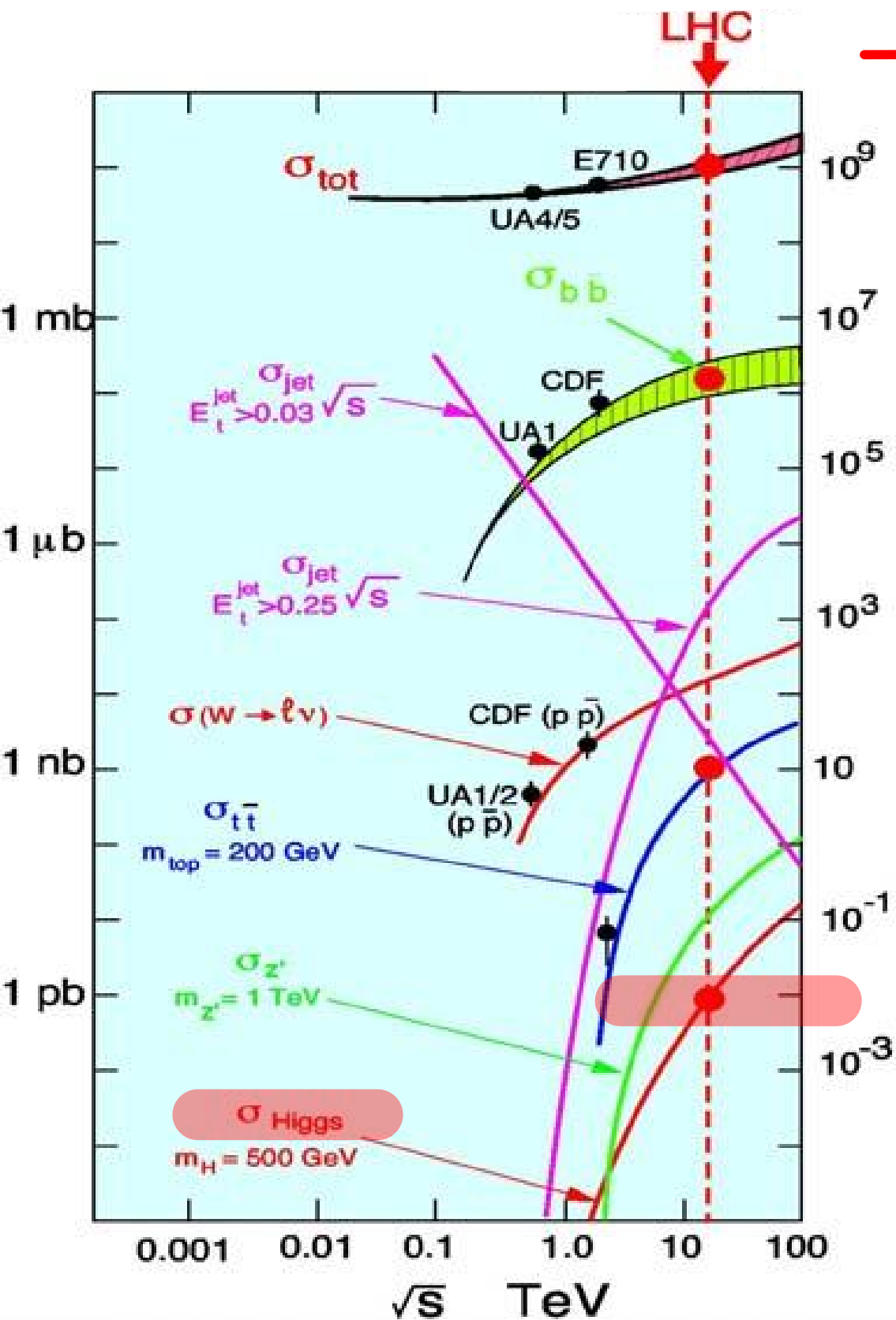
typische
Reaktion

beim Auf=
einandertreffen
der Proton-
Teilchenstrahlen



im Mittel
ca. 25
Kollisionen
zugleich

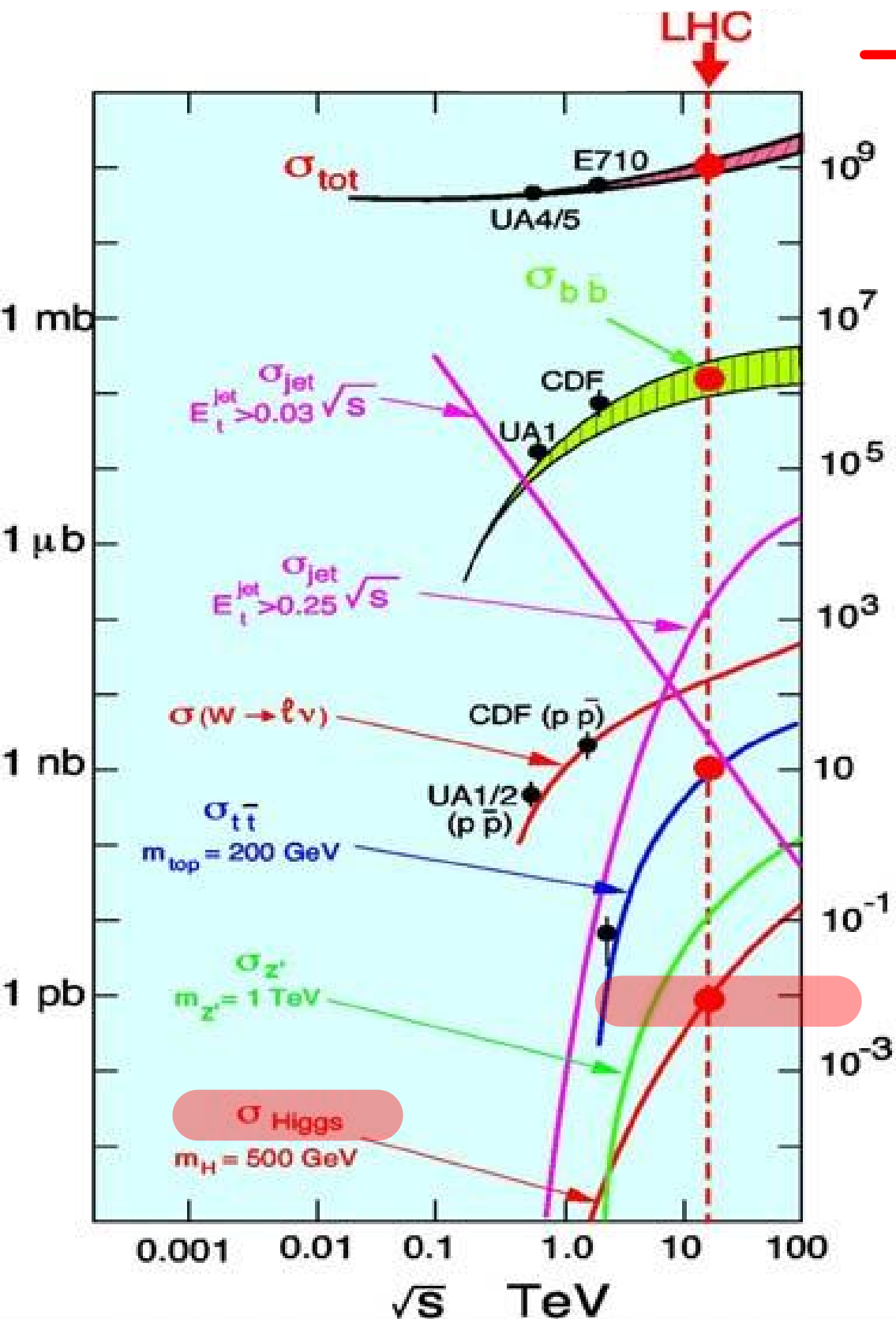
Proton-Proton-Kollisionen



< - 1 Mrd Kollisionen / Sekunde
meist bekannte Reaktionen

< - Erwartung für Higgs-Teilchen
1 Higgs-Teilchen / Minute

Proton-Proton-Kollisionen



< - 1 Mrd Kollisionen / Sekunde
meist bekannte Reaktionen

< - Erwartung für Higgs-Teilchen
1 Higgs-Teilchen / Minute

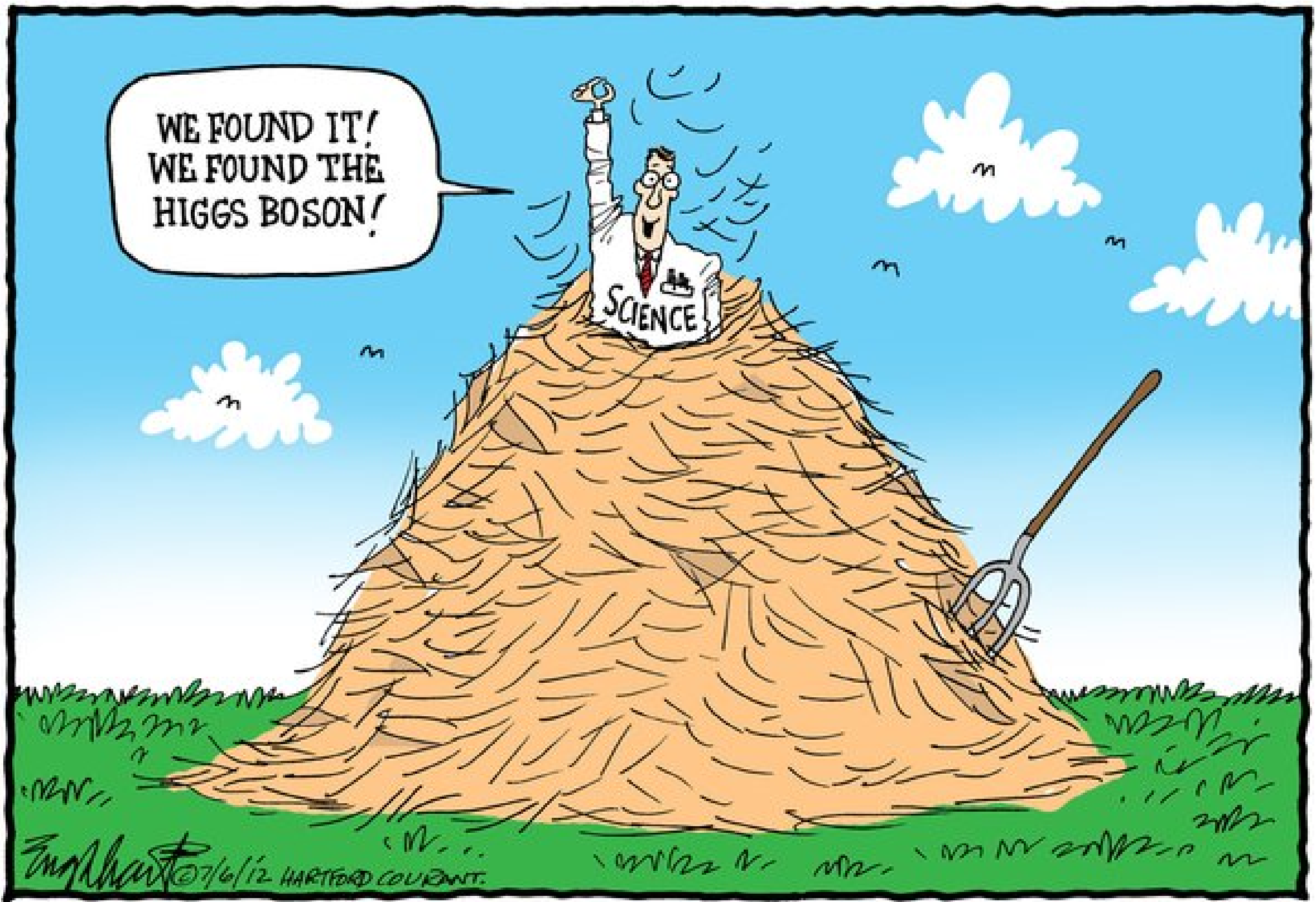
Massenerzeugung



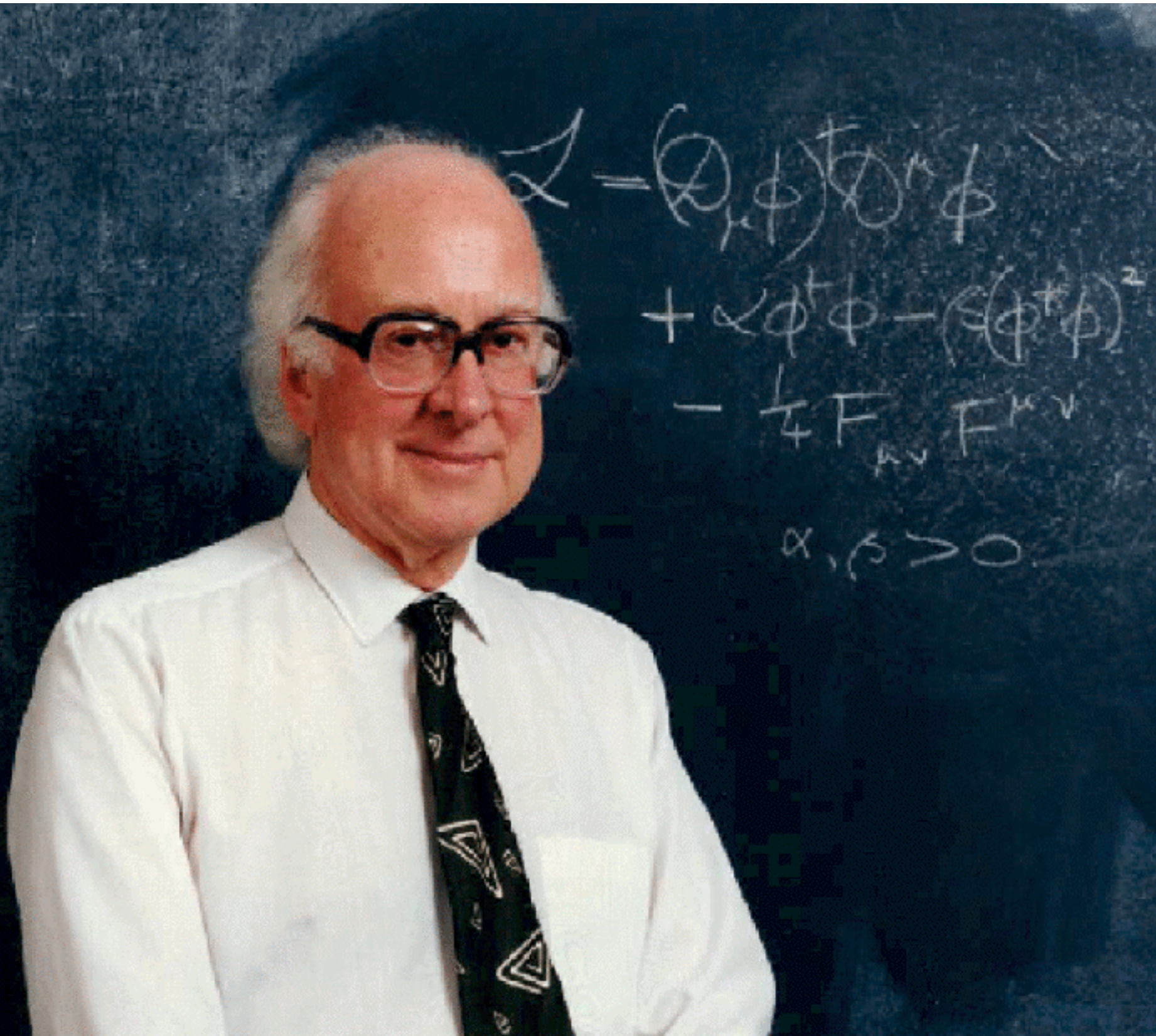
WE FOUND IT!
WE FOUND THE
HIGGS BOSON!

SCIENCE

Engelhardt ©7/6/12 HARTFORD COURANT.

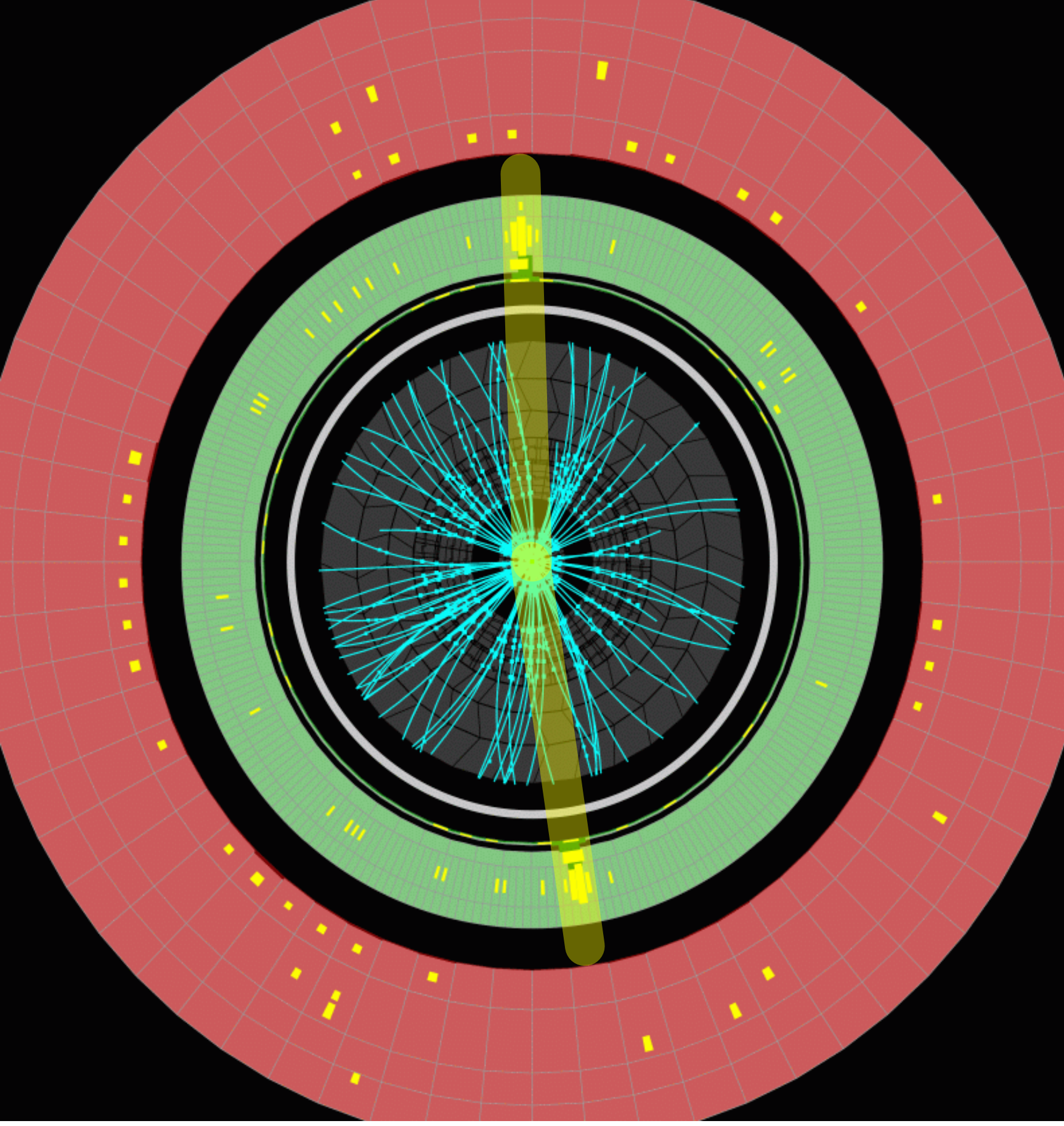


Lang bekanntes Higgs



Peter Higgs

(*29.Mai 1929)



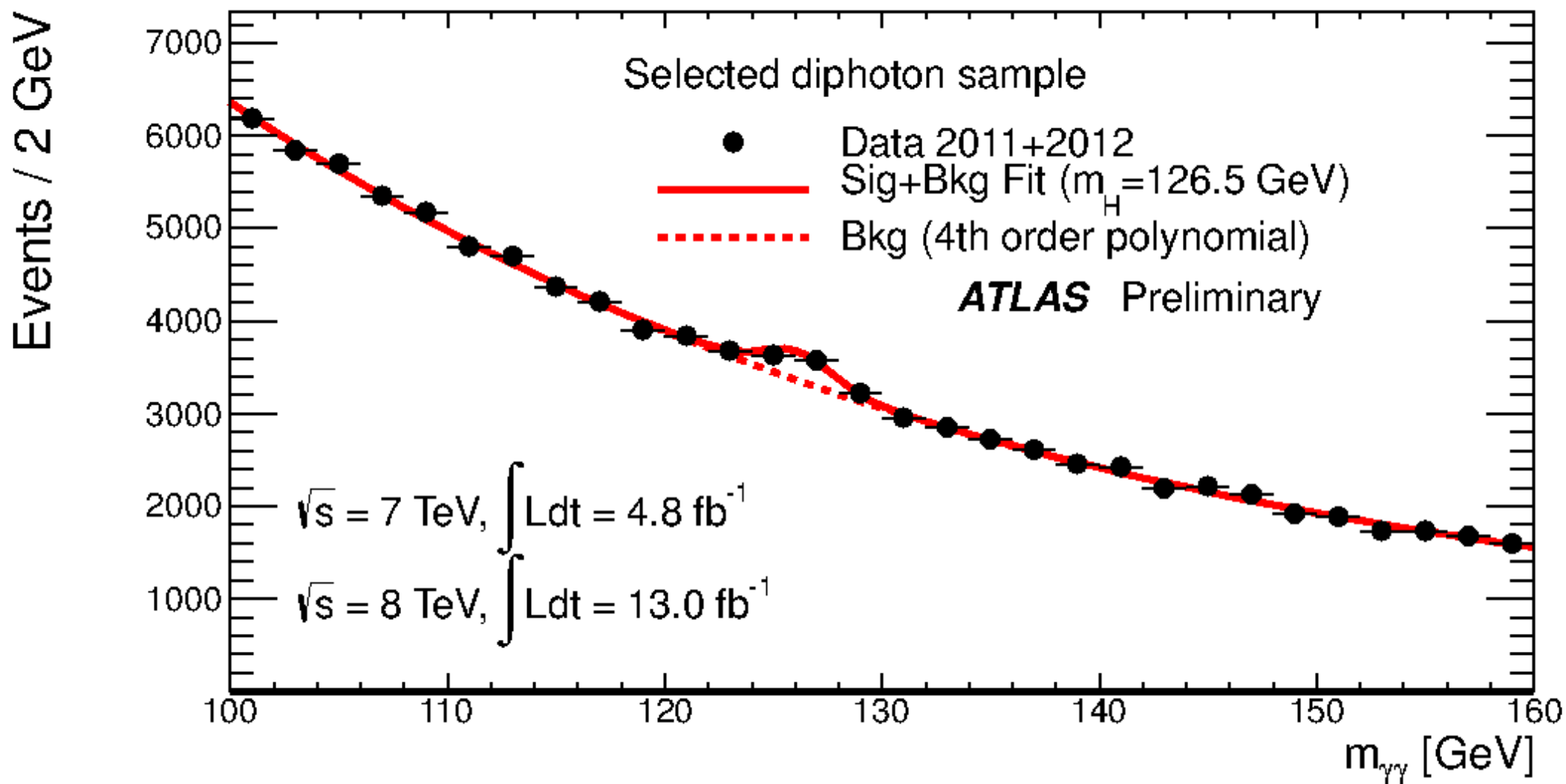
ATLAS
EXPERIMENT

Run Number: 203779, Event Number: 56662314

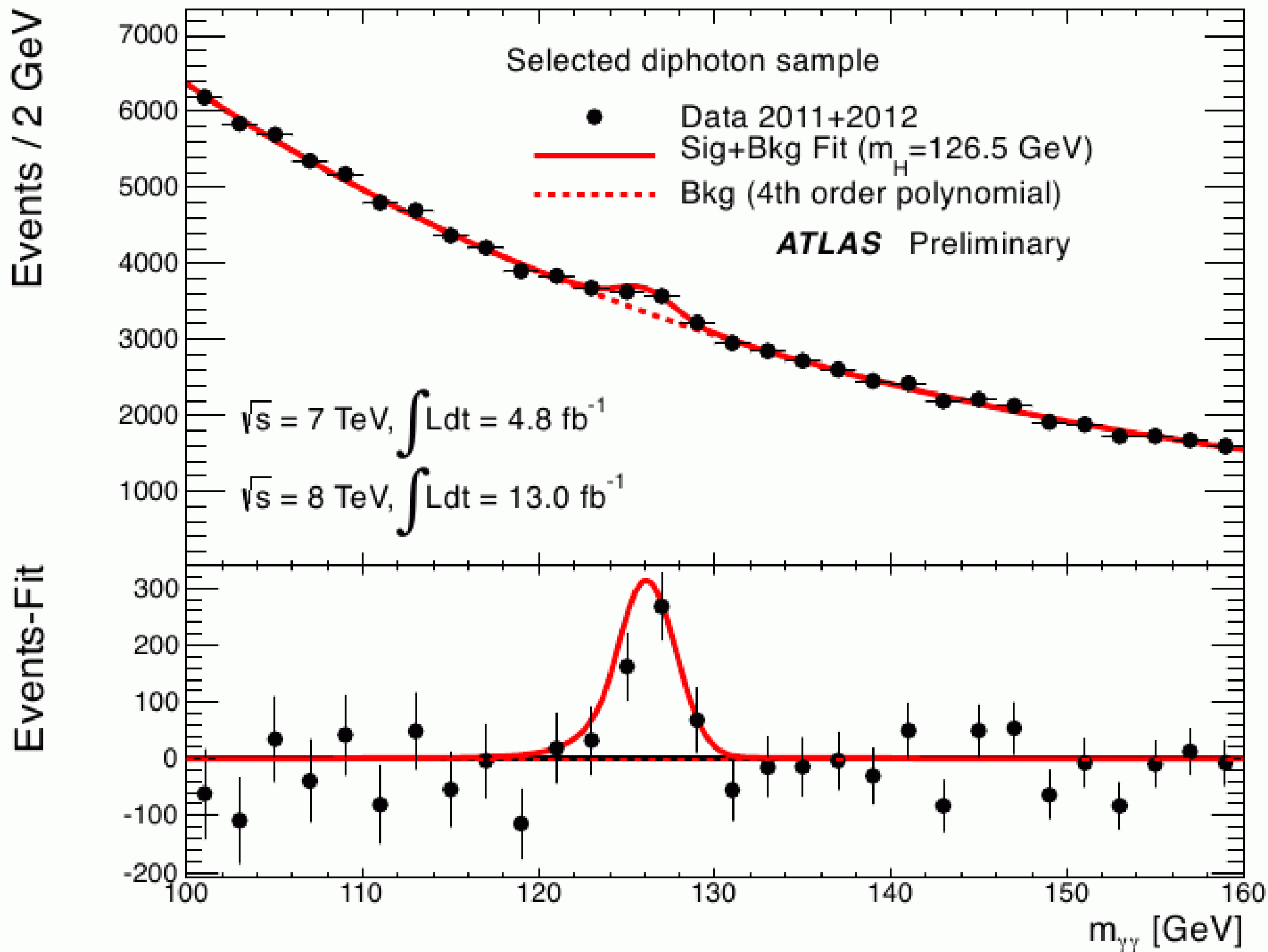
Date: 2012-05-23 22:19:29 CEST

**Kandidat für
Higgs-Teilchen-
reaktion mit
zwei Photonen**

Paarmasse der beiden Photonen



Paarmasse der beiden Photonen

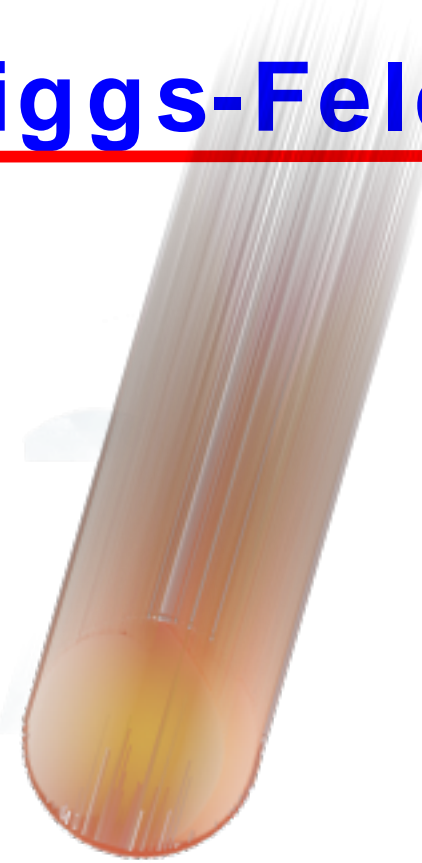


Massenerzeugung durch Higgs-Feld

ohne Higgs-Feld:

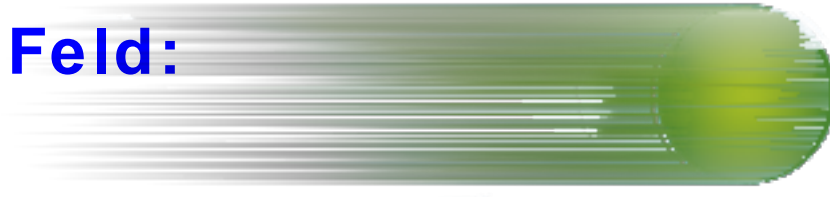


immer so schnell wie Licht

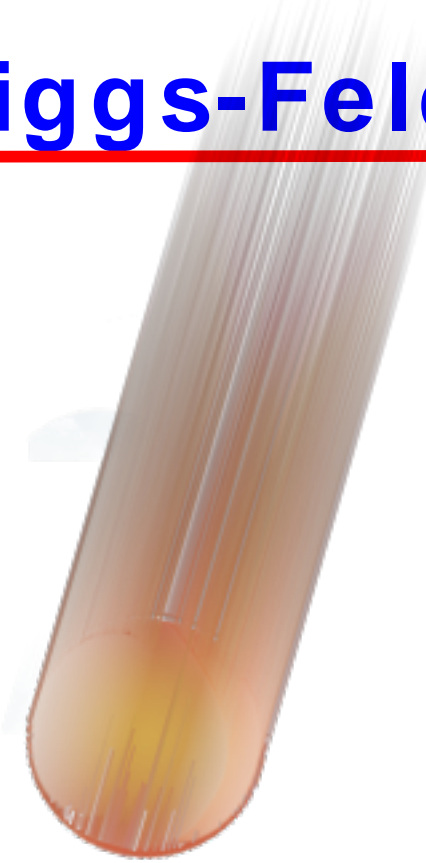


Massenerzeugung durch Higgs-Feld

ohne Higgs-Feld:



immer so schnell wie Licht



mit Higgs-Feld:

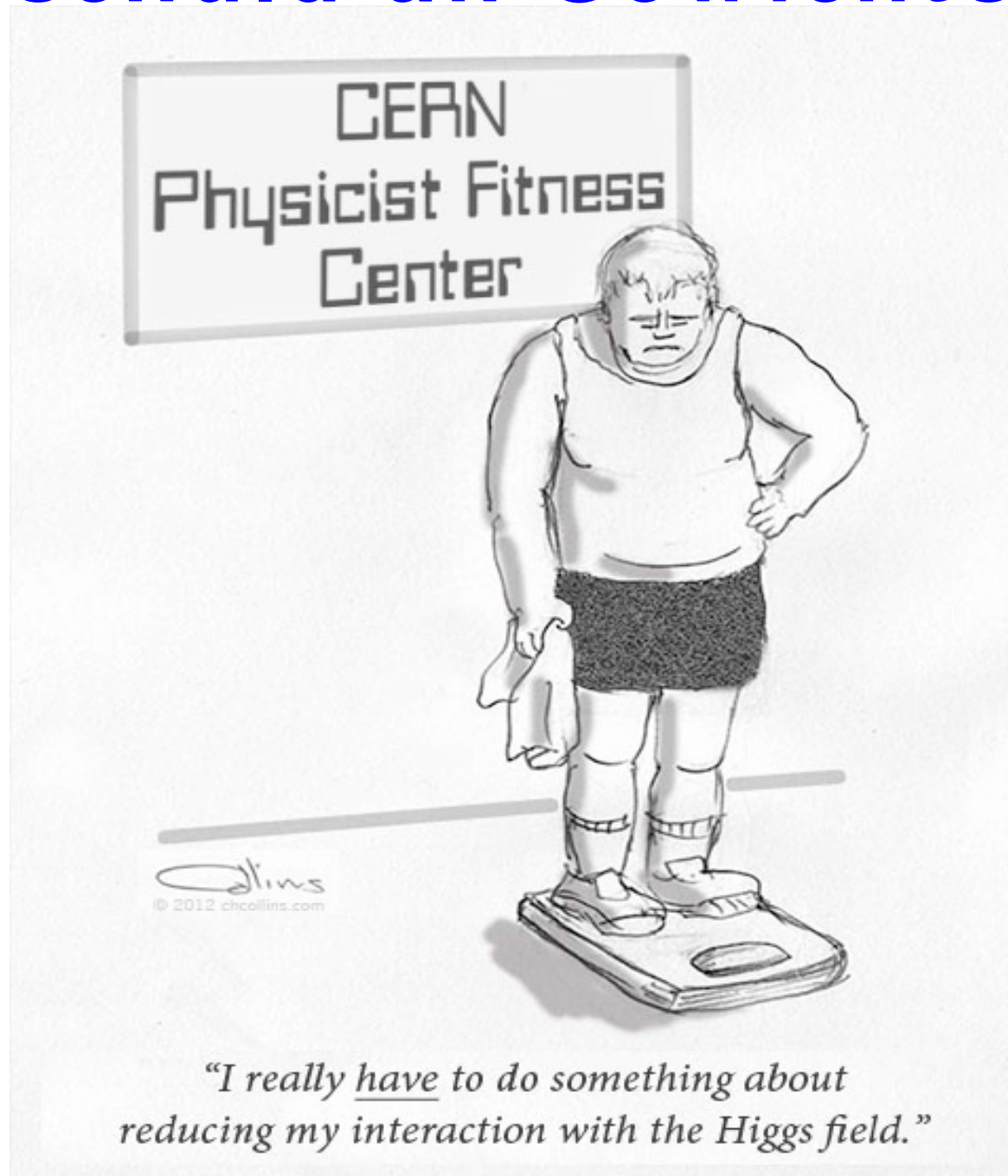


langsamer als Licht



Was bedeutet das Higgs-Teilchen?

nicht schuld an Gewichtsproblemen

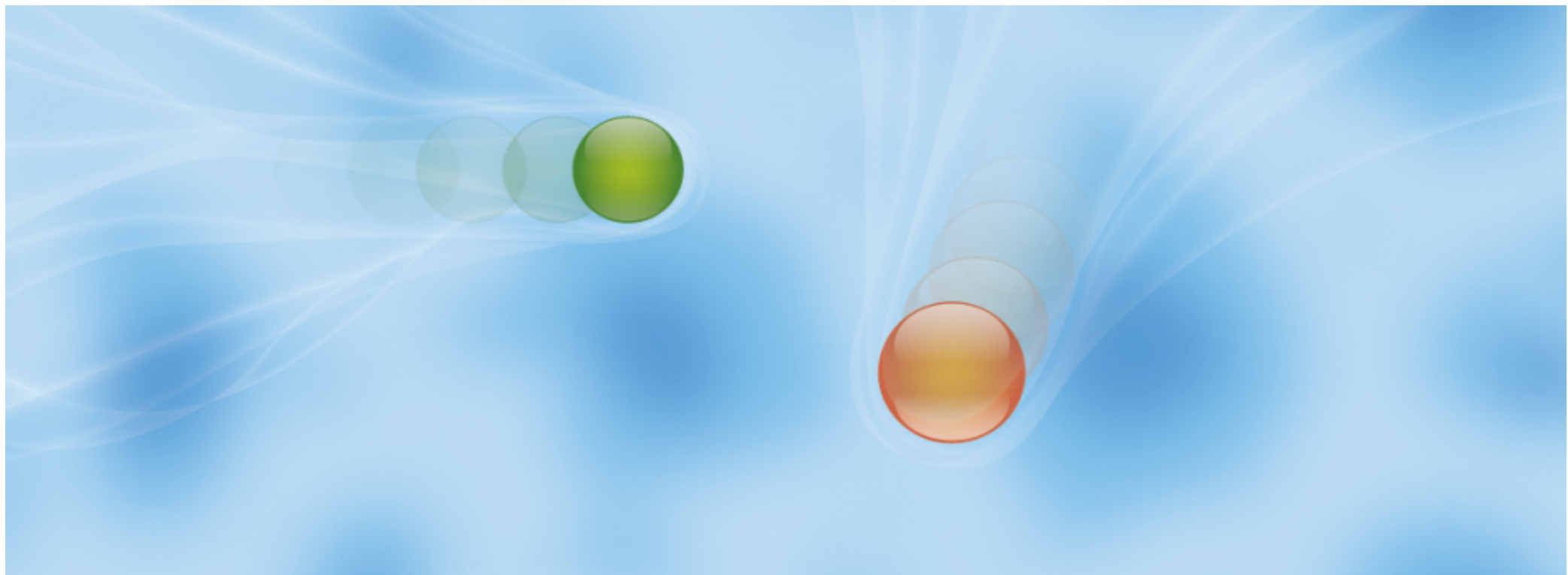


"I really have to do something about reducing my interaction with the Higgs field."

Was bedeutet das Higgs-Teilchen?

nicht schuld an Gewichtsproblemen

**erklärt nur, dass fundamentale
Elementarteilchen Masse haben,
wie zum Beispiel das Elektron**

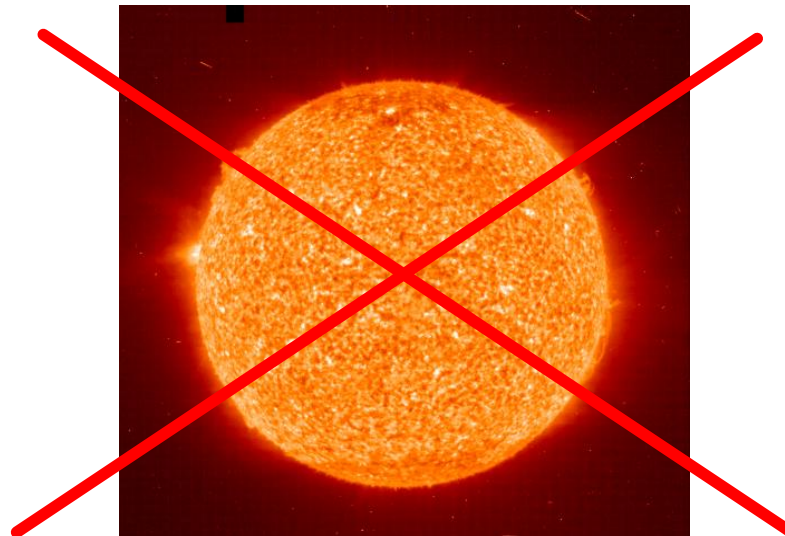


Was bedeutet das Higgs-Teilchen?

nicht schuld an Gewichtsproblemen

erklärt nur, dass fundamentale
Elementarteilchen Masse haben,
wie zum Beispiel das Elektron

Wären Elektronen masselos, gäbe
es keine Sterne, keine Sonne, keine
Erde und uns natürlich auch nicht.



Was bedeutet das Higgs-Teilchen?

nicht schuld an Gewichtsproblemen

**erklärt nur, dass fundamentale
Elementarteilchen Masse haben,
wie zum Beispiel das Elektron**

**Wären Elektronen masselos, gäbe
es keine Sterne, keine Sonne, keine
Erde und uns natürlich auch nicht.**

**Mit dem Higgs-Teilchen verstehen
wir, dass Teilchen massiv sind!
Leider nicht, welche Masse :-)**

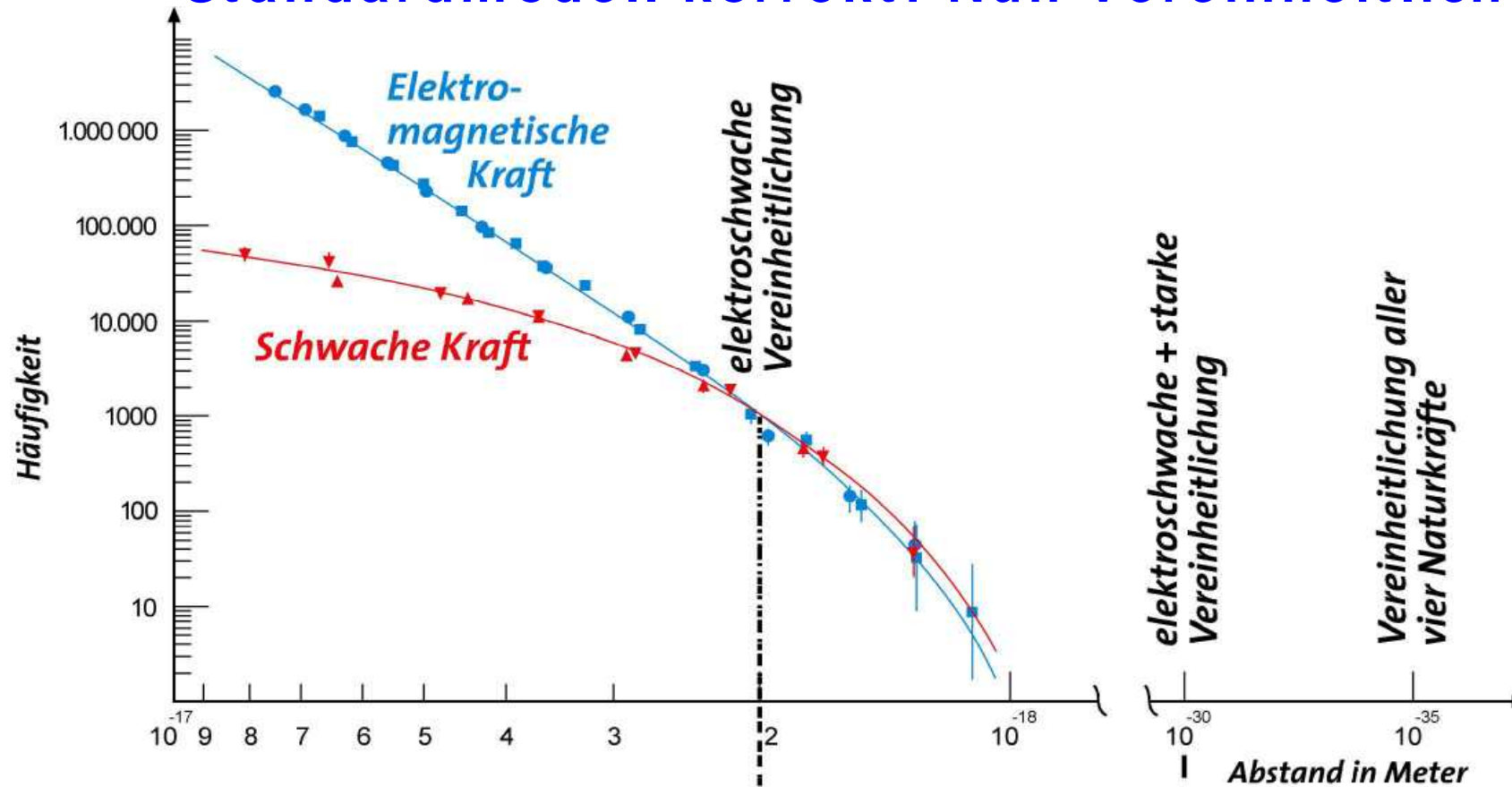
Was bedeutet das Higgs-Teilchen?

Teilchenphysik komplett, nachdem Higgs-Teilchen gefunden ?

Antwort: **Nein !**

Was bedeutet das Higgs-Teilchen?

Standardmodell korrekt! Nun Vereinheitlichung aller Kräfte?



Starke Kraft

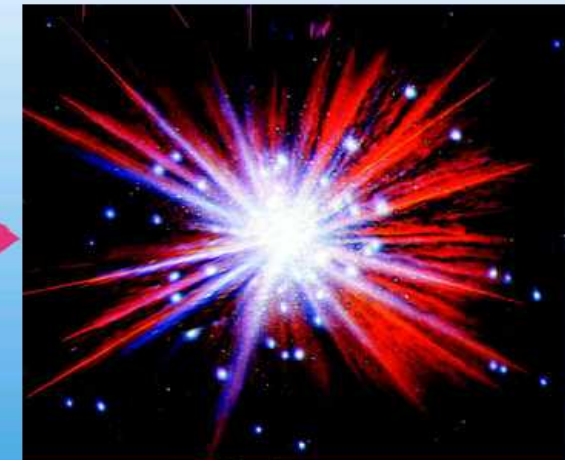
Elektrische Kraft

Schwache Kraft

Schwerkraft

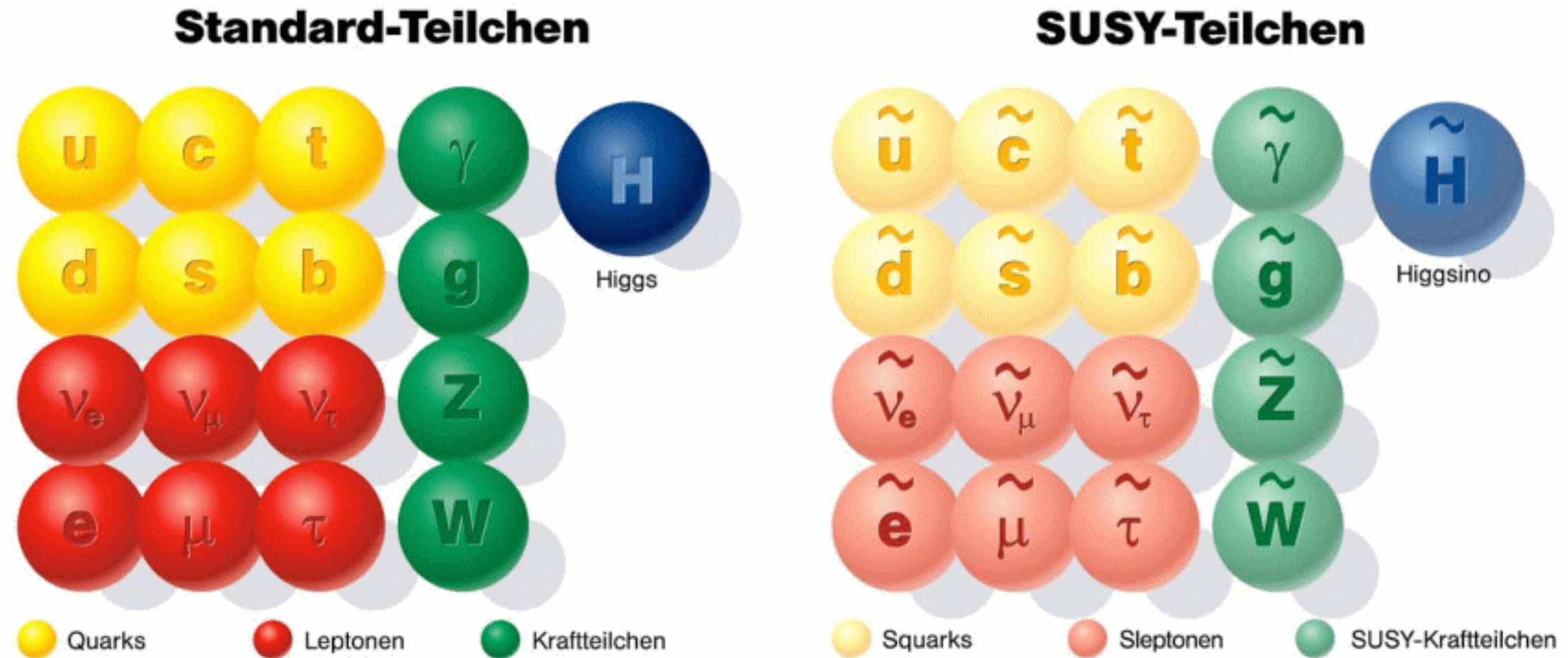
Elektroschwache Kraft

Urknall



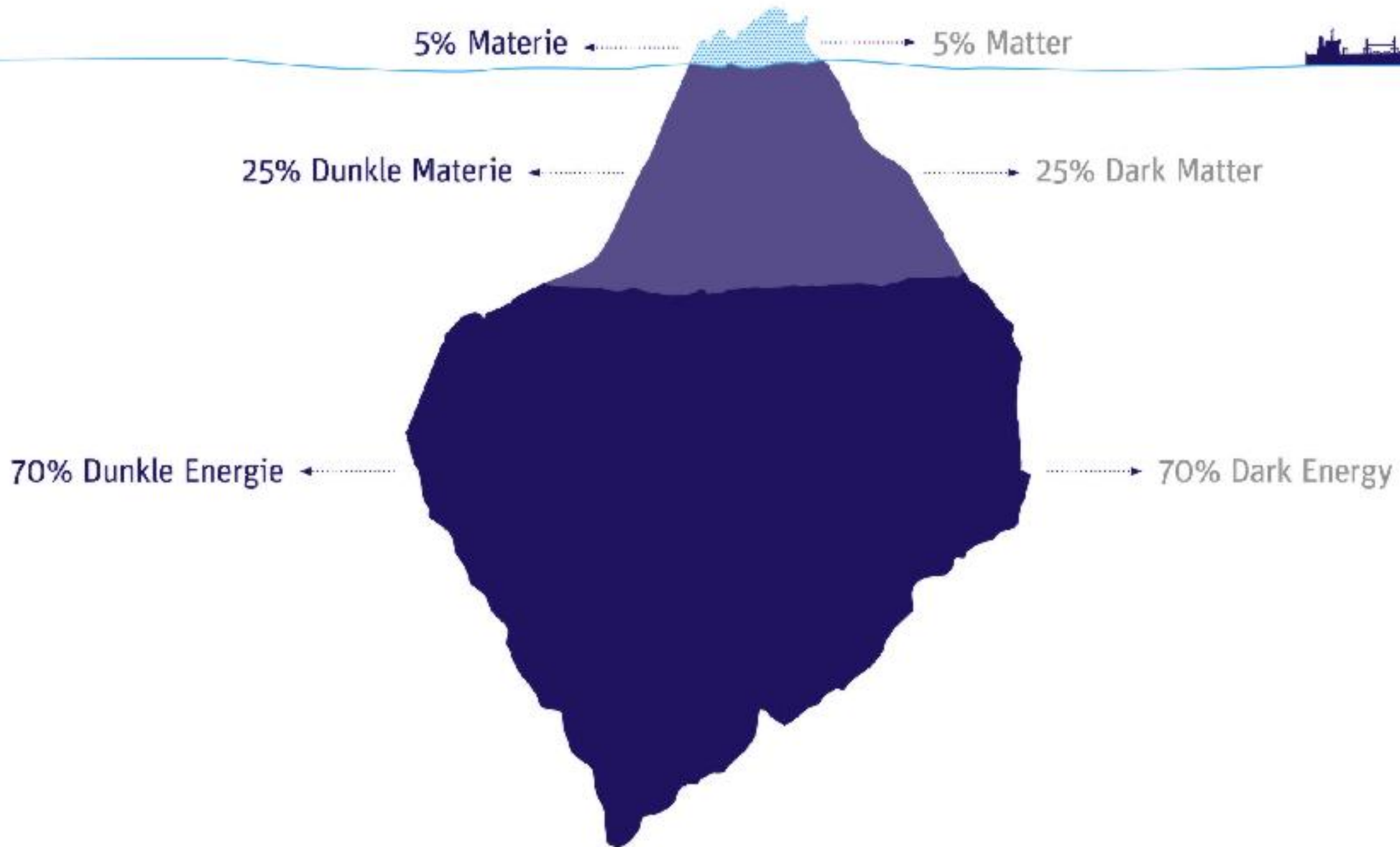
Was bedeutet das Higgs-Teilchen?

Standardmodell korrekt! Nun supersymmetrische Verdopplung?

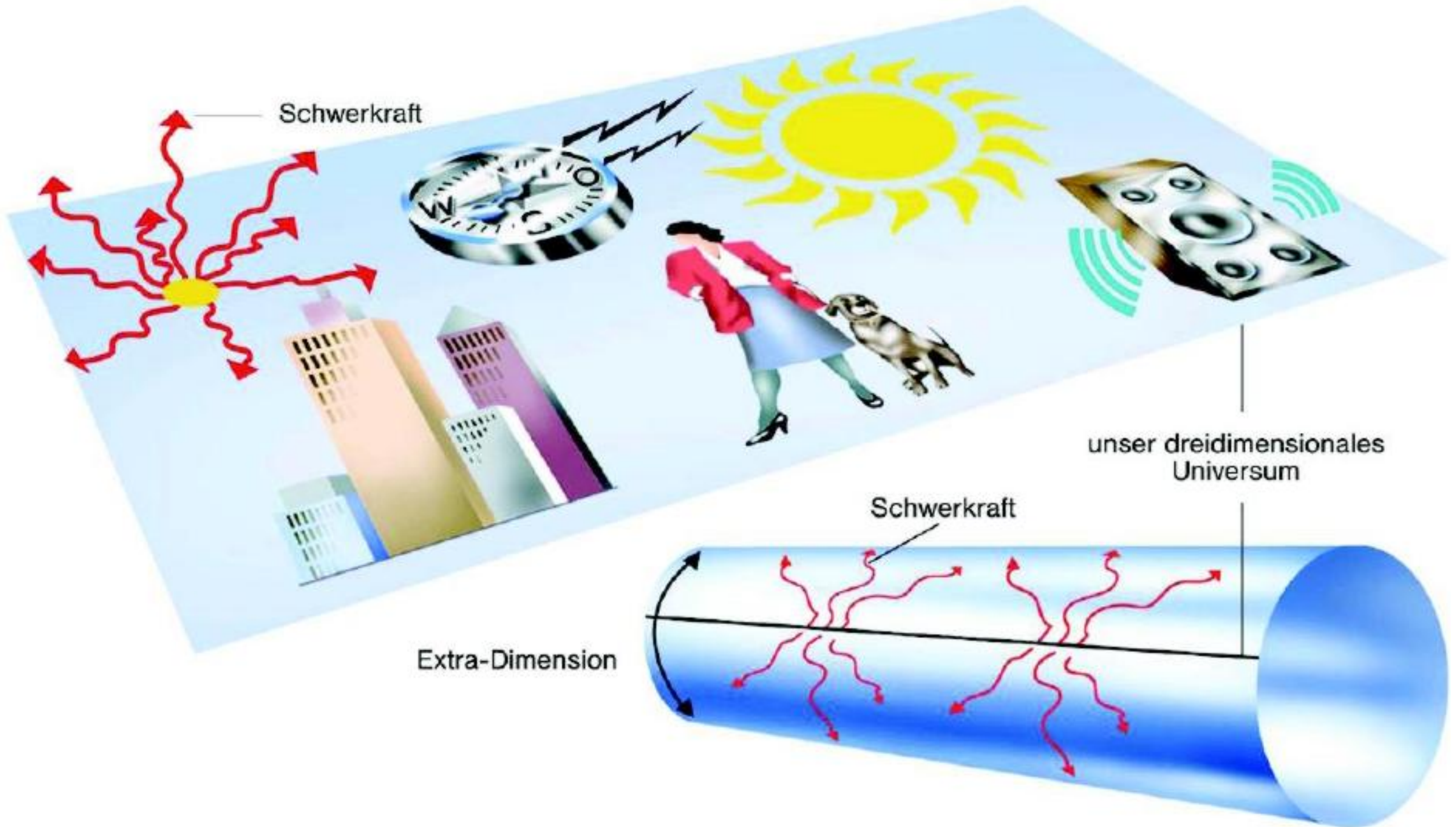


Supersymmetrische Verdopplung vs.

Woraus besteht das Universum ?



Weitere mikroskopische Raumdimensionen ?





Ehrlich, meine Hausaufgaben wurden von einem Schwarzen Loch verschluckt!



Führerschein? Vom Schwarzen Loch aufgesaugt!



Mein Zugticket? Schwups - in einem Schwarzen Loch verschwunden!



Der Forderungskatalog des linken Flügels? In einem Schwarzen Loch, schätze ich.

H. 508

Antworten von LHC und den Detektoren erwartet !



Genter See

GMS

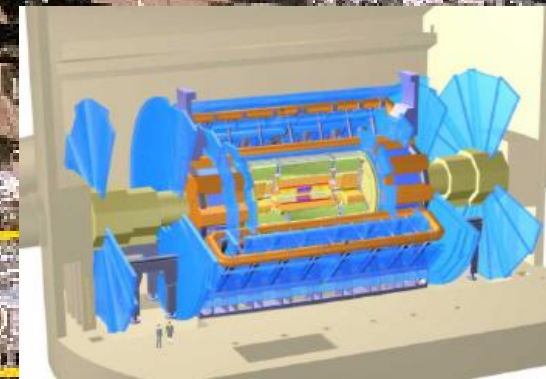
Jura

LHC

SPS

ATLAS

CERN

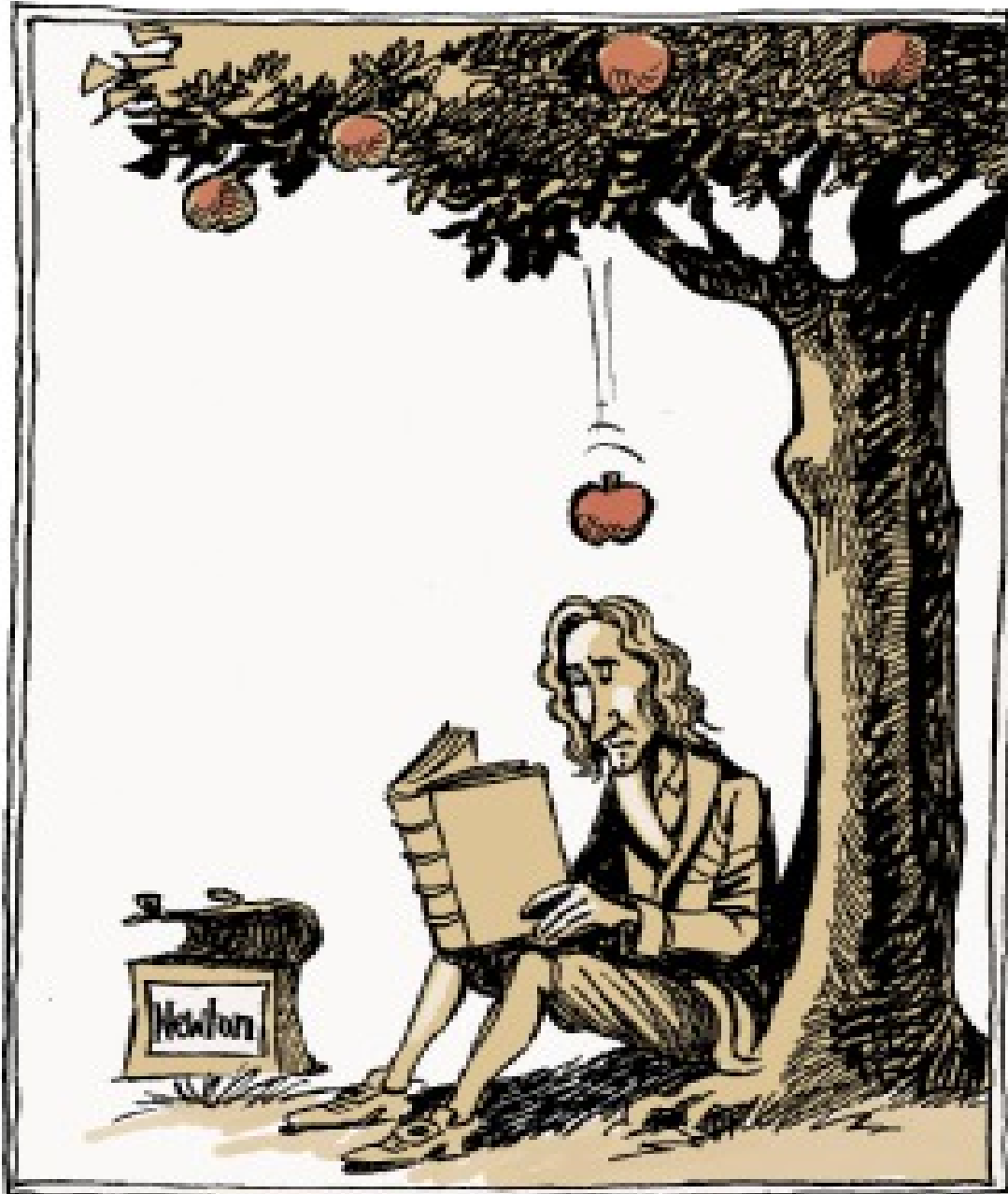


einige Mitarbeiter der ATLAS Arbeitsgemeinschaft



Was bedeutet dies nun für unseren Alltag?

Collisions That Changed The World



Was bedeutet dies nun für unseren Alltag?



Was bedeutet dies nun für unseren Alltag?

Geduld, z.B.: Äthertheorie -> Relativitätstheorie -> GPS = 100 Jahre



930430

ORGANISATION EUROPEENNE POUR LA RECHERCHE NUCLEAIRE
CERN EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH

STATEMENT CONCERNING CERN W3 SOFTWARE RELEASE INTO PUBLIC
DOMAIN

TO WHOM IT MAY CONCERN

Introduction

The **World Wide Web**, hereafter referred to as W3, is a global computer networked information system.

The W3 project provides a collaborative information system independent of hardware and software platform, and physical location. The project spans technical design notes, documentation, news, discussion, educational material, personal notes, publicity, bulletin boards, live status information and numerical data as a uniform continuum, seamlessly intergated with similar information in other disciplines.

The information is presented to the user as a web of interlinked documents .

Acces to information through W3 is:

- via a hypertext model;
- network based, world wide;
- information format independent;
- highly platform/operating system independent;
- scalable from local notes to distributed data bases.

Webs can be independent, subsets or supersets of each other. They can be local, regional or worldwide. The documents available on a web may reside on any computer supported by that web.

Declaration

The following CERN software is hereby put into the public domain:

- W 3 basic ("line-mode") client
- W 3 basic server
- W 3 library of common code.

CERN's intention in this is to further compatibility, common practices, and standards in networking and computer supported collaboration. This does not constitute a precedent to be applied to any other CERN copyright software.

CERN relinquishes all intellectual property rights to this code, both source and binary form and permission is granted for anyone to use, duplicate, modify and redistribute it.

CERN provides absolutely NO WARRANTY OF ANY KIND with respect to this software. The entire risk as to the quality and performance of this software is with the user. IN NO EVENT WILL CERN BE LIABLE TO ANYONE FOR ANY DAMAGES ARISING OUT THE USE OF THIS SOFTWARE, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, DAMAGES RESULTING FROM LOST DATA OR LOST PROFITS, OR FOR ANY SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES.

Geneva, 30 April 1993

W. Hoogland
Director of Research

H. Weber
Director of Administration

Copie certifiée conforme

Fait à Genève le 03-05-93





Shutdown

Die nächsten zwei Jahre wird es am LHC keine Kollisionen geben: der Beschleunigerkomplex und die Detektoren werden gewartet, aufgerüstet, umgebaut.

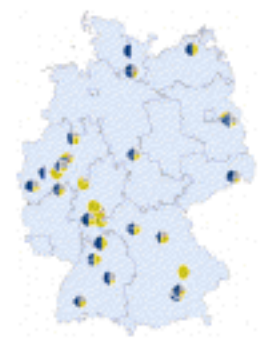
Auf den Spuren des Urknalls



Sie möchten mehr erfahren?

Am Forschungszentrum CERN in Genf wird der leistungsstärkste Teilchenbeschleuniger der Welt betrieben: der LHC. In dem Rechenzentrum hat unter der Erde, 100m unterhalb der Erde, einen Wägenhändler

Standorte



Termine

01.05.2019 00:00 Uhr - 31.05.2019 00:00 Uhr | Genf
BEWERBUNGSZEITRAUM: Workshop für Jugendliche am CERN in Genf

NEUIGKEITEN



LHCb findet neue 21 März 2019

Manchmal kann ein etwas ist, nach dem CERN berichtet, da Teilchen und ihren A

[Ganze Nachricht](#)

Kosmologie
Dunkle Energie



International Particle
Physics Outreach Group



hands on particle physics

Home

Information for
High School Students

Information for
Teachers and Educators

Information for
Institutes and Physicists

Schedule

Intl. Day of Women
and Girls in Science

My Country

Physics

In the Media

Published Papers

Archive

Contributors

Contact Us

Find us on 

 Follow @physicsIMC



International Masterclasses

15th International Masterclasses 2019

Each year more than 13.000 high school students in [55 countries](#) come to one of about 225 nearby universities or research centres for one day in order to unravel the mysteries of particle physics. Lectures from active scientists give insight in topics and methods of basic research at the fundamentals of matter and forces, enabling the students to perform measurements on real data from particle physics experiments themselves. At the end of each day, like in an international research collaboration, the participants join in a video conference for discussion and combination of their results. See [here](#) for media coverage.

International Masterclasses 2019 will take place from 7.3. - 16.4.2019.

Discover the world of Quarks and Leptons with real data



- get out of school for one day and come to a nearby university or research centre
- get insight into topics and methods of basic research at the fundamentals of matter and forces
- perform measurements on real data from particle physics experiments at CERN
- participate in an international video conference for discussion of results

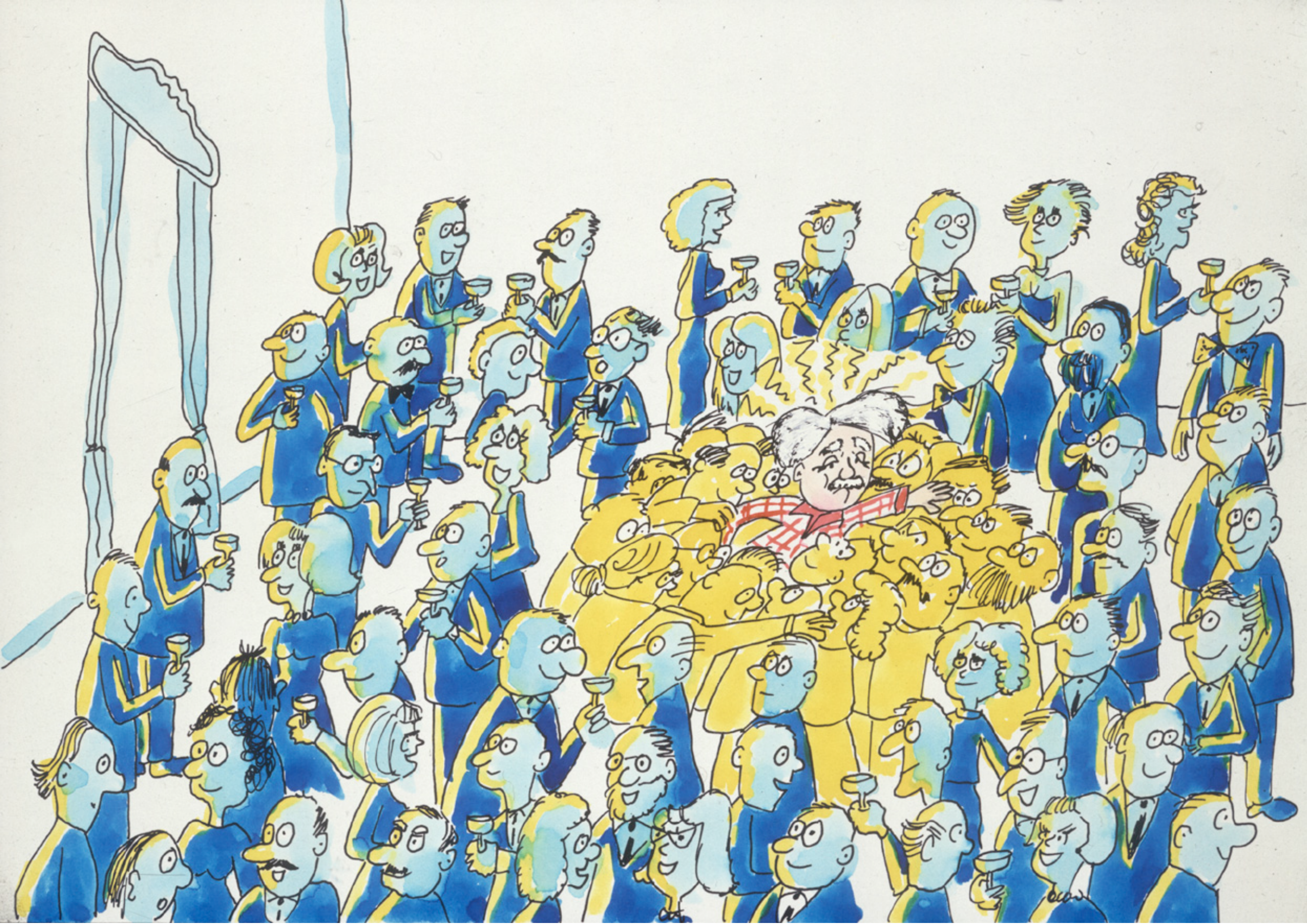


Massenerzeugung durch Higgs-Teilchen













Paarmasse der beiden Photonen

