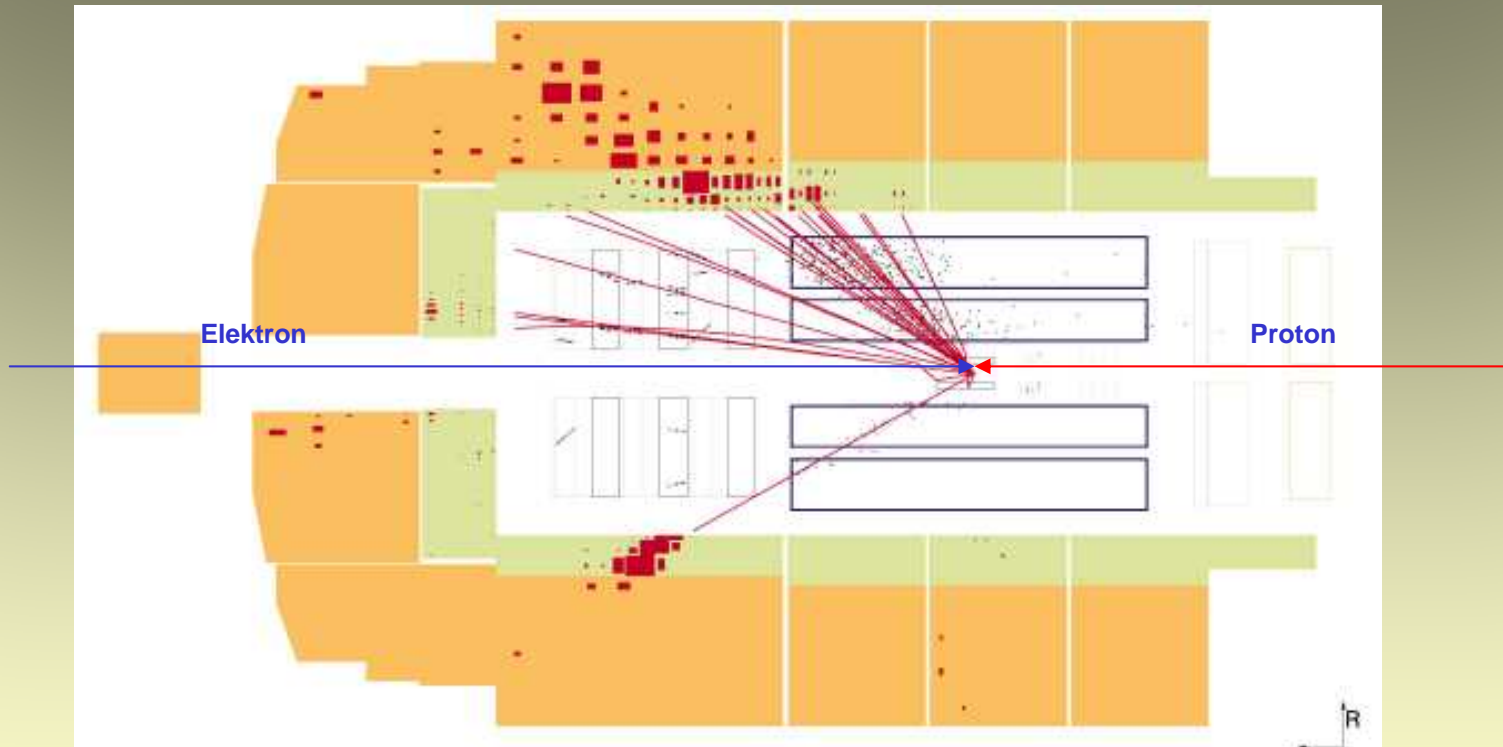


Detektoren in der Elementarteilchenphysik

Web-Seite: <http://www-zeuthen.desy.de/~kolanosk/det09>



Einordnung der Vorlesung

Thema:

Physikalische Voraussetzungen,
Methoden und Techniken zum Nachweis von Teilchenstrahlung;
erläutert am Beispiel von Detektoren für
Teilchenphysik, Teilchen-Astrophysik und Medizinphysik.

Voraussetzung:

Grundstudium Physik (Bachelor), Vorlesung 'Kern- und Teilchenphysik'
Übungen: **Computer-Einsatz** sinnvoll (z.B. Matlab, Mathematica, ...)

SF Elementarteilchenphysik an der HU:

Obligatorisch:	Experimentelle oder Astro-Teilchenphysik
	Theor. Einf. In das Standardmodell
exp. Ausrichtung	Detektoren oder Beschleuniger

Vorlesungen, Übungen

[P23.1.2b - 5SP]

- Vorlesung: Do 13-15 wöch. NEW 14, 1'10 H. Kolanoski
- Übungen: Do 15-17 wöch. NEW 14, 1'10 T. Waldenmeier

Beginn: 16.4.09

Leistungsnachweis: 5 SP

regelmäßige Teilnahme an den Übungen,
Bearbeitung von Übungsaufgaben

oder

einer Projektaufgabe

oder

Halten eines Vortrags

Vorlesungen, Übungen

Am Do, 30.4.09 fallen Vorlesung und Übungen aus

Modul P23.1.2b

Modul P23.1.2b (Experimentelle Spezialisierung): Experimentelle Elementarteilchenphysik			Studienpunkte: 10
Lehr- und Lernformen	Präsenz-SWS	Anzahl der SP/ Arbeitsleistungen	Lernziele, Themen, Inhalte
Detektoren Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Szintillationszähler und Photon-Detektoren, Spurkammern, Halbleiterdetektoren, Cherenkovdetektoren, elektromagnetische und hadronische Kalorimeter
oder			oder
Beschleunigerphysik Vorlesung mit Übung			Beschleunigertypen, Synchrotronstrahlung, Transversale Strahldynamik und Strahlstabilität, Hochfrequenzsysteme zur Teilchenbeschleunigung, Longitudinale Strahldynamik und Strahlstabilität
Aktuelle Probleme der experimentellen Teilchen- oder Astroteilchenphysik Vorlesung mit Übung	2 + 1	5 SP regelmäßige Teilnahme an den Übungen, Bearbeitung von Übungsaufgaben oder einer Projektaufgabe oder Halten eines Vortrags	Variierende Themenbereiche
Modulabschlussprüfung		Mündliche Prüfung (s. a. § 5 (4))	
Dauer des Moduls		1 Semester	
Häufigkeit		jährlich einmal	

Studienpunkte

§ 5

(4) Für den Erwerb der Studienpunkte müssen die geforderten Arbeitsleistungen erbracht und die Modul-(teil)prüfung bestanden sein. Die Arbeitsleistungen werden auf die in der Modulbeschreibung festgelegte Weise nachgewiesen. Die Einzelheiten zu Dauer und Umfang der Modulabschlussprüfungen geben die Lehrenden zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltungen bekannt.

Mündliche Prüfung:

Gruppenprüfung, jeder bereitet ein Thema vor,
10 Min. Vortrag, <10 Min Fragen

UEE 2009

European Summer University

"The Secrets of the Atomic Nucleus"

Strasbourg, France, June 28 - July 4, 2009



[HOME](#) | [PRESENTATION](#) | [PROGRAMME](#) | [PRACTICAL DETAILS](#) | [APPLICATION](#) | [CONTACTS](#)

"The Secrets of the Atomic Nucleus"

Les secrets du noyau atomique

The European Summer Campus, formerly called European Summer University, at the University of Strasbourg (UdS) is a prestigious and highly sponsored one week meeting of students from all over Europe. They assist lectures on some of the most recent research topics in physics presented by internationally known scientists. An important part of the programme consists in exploring the cultural and political heritage of the region of Alsace and Strasbourg, where the European Parliament and the Council of Europe are located.

The eighth "European Summer University" in 2009 is organised by the Physics Department of the University of Strasbourg on the subject of "The Secrets of the Atomic Nucleus", which will address the most recent developments in modern nuclear physics and its impact on our society via nuclear energy, natural radioactivity and the powerful tools of nuclear medicine.

Motivation

The idea of the 2009 European Summer University is to offer to the students an enthusiastic and pedagogical introduction to the most recent research subjects. The lectures will be given by researchers recognized internationally in their field.

Scientific Programme

The [scientific programme](#) will consist of 12 main lectures of 2 x 45 minutes each and three student workshops organised at the IPHC (Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien), one of the major research laboratories on the campus Cronenbourg.

Targeted Audience

The lectures are appropriate for students in physics having successfully completed three years of university studies.

Housing and Transportation

Accommodation for students will be provided free of charge. Within the limits of our budget we can cover an important fraction of the travel expenses.

Inhaltsübersicht

- **Einleitung (1)**
- **Wechselwirkung von Strahlung mit Materie (3)**
- **Gasgefüllte Ionisationsdetektoren (6)**
- **Halbleiterdetektoren (6)**
- **Szintillationsdetektoren (2)**
- **Teilchenidentifikation (2)**
- **Energiemessung (4)**
- **Elektronik und Datenverarbeitung (falls genügend Zeit) (2)**

Literatur:

- C. Grupen: "Teilchendetektoren", BI
- K. Kleinknecht: "Detektoren für Teilchenstrahlung", Teubner
- W.R. Leo: "Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments", Springer
- G.F. Knoll: "Radiation Detection and Measurement", Wiley
- T. Ferbel: "Experimental Techniques in High Energy Physics", Addison-Wesley
- F. Sauli: "Instrumentation in High Energy Physics", World Scientific
- Delaney, Finch: "Radiation Detectors", Clarendon 1992
- Leroy, Rancoita: "Radiation Detectors", World Scientific 2004
- Gerhard Lutz:, "Semiconductor Radiation Detectors", Springer

Review of Particle Physics: Experimental Methods and Colliders

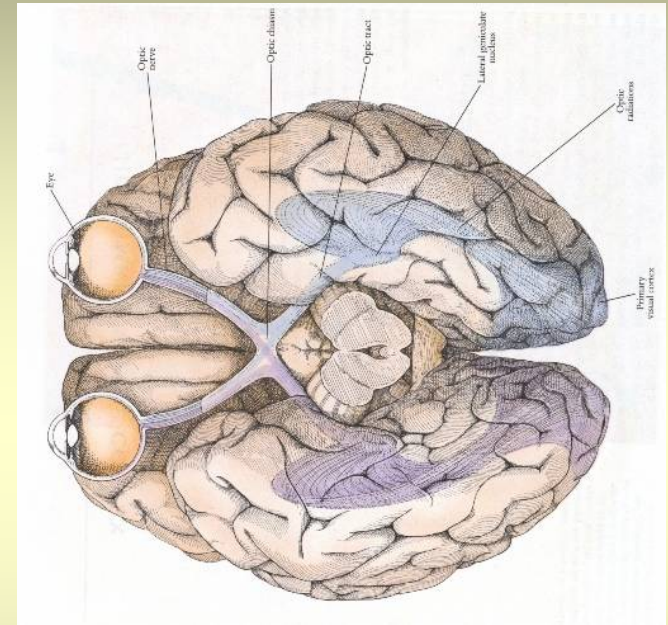
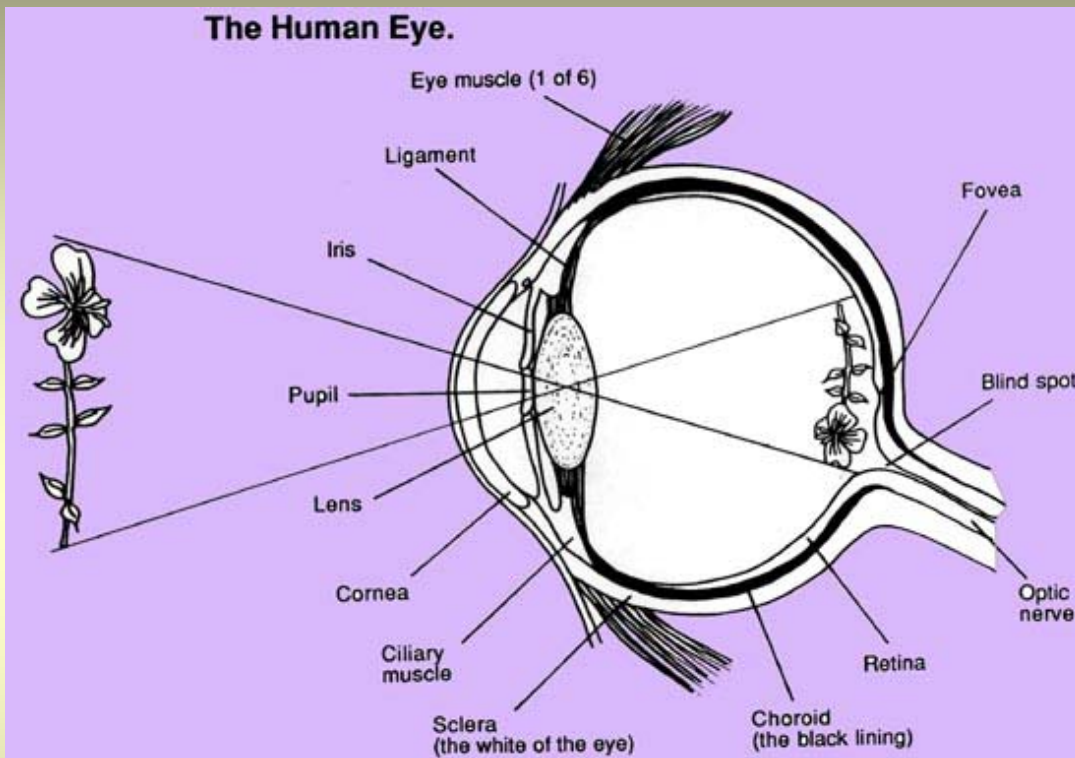
insbesondere:

27. PASSAGE OF PARTICLES THROUGH MATTER

28. PARTICLE DETECTORS

Constants, Units, Atomic and Nuclear Properties

Seh-Apparat verglichen mit einem Detektor



Strahlung

Licht

Teilchenstrahlen

Fokussierung

Linse

Magnete

**Wechselwirkung
mit Sensor**

Netzhaut

Detektor

Signaltransfer

Nerven

Kabel

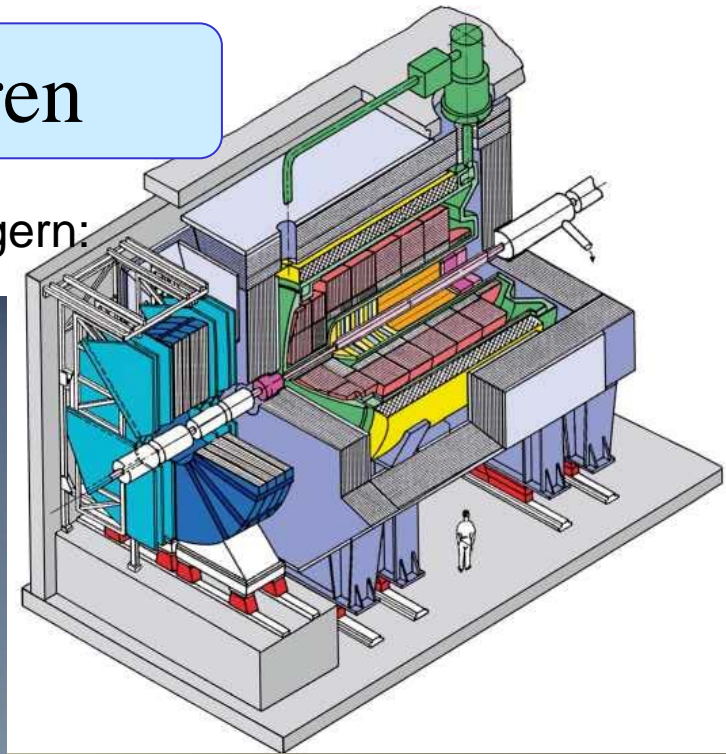
Datenverarbeitung

Gehirn

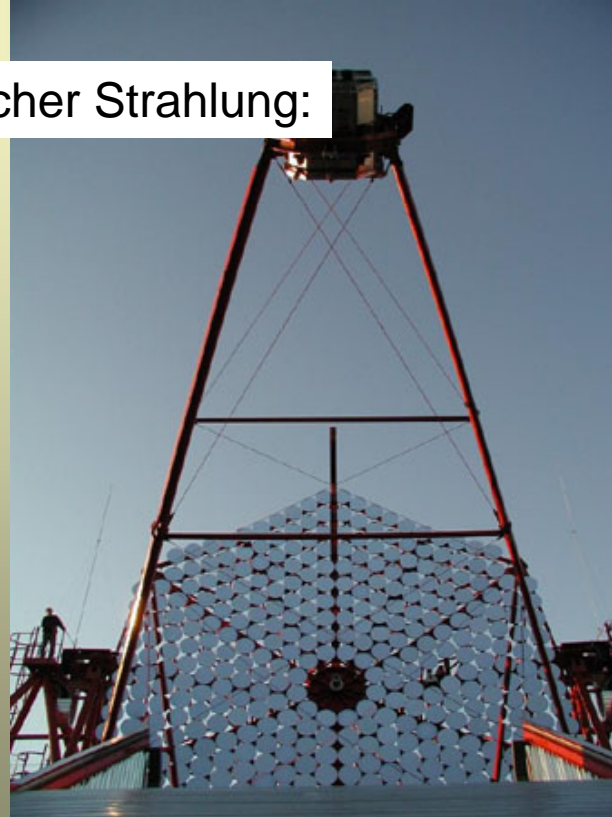
Computer

Einsatz von Teilchendetektoren

Experimente an Beschleunigern:



Experimente mit kosmischer Strahlung:

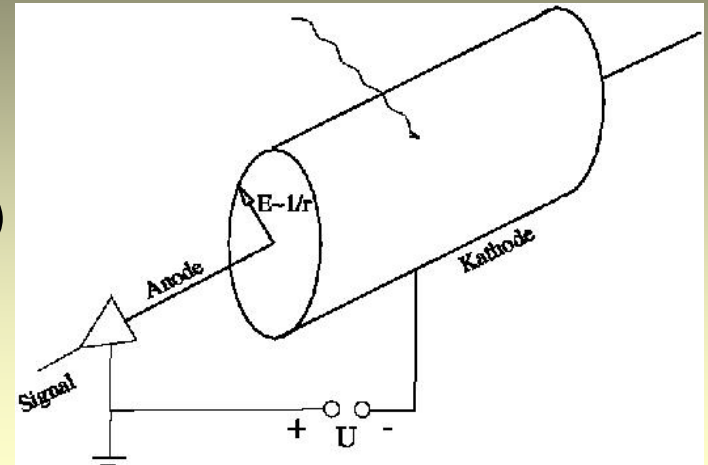


Nachweis von Strahlung
in Medizin, Geologie, Archeologie, ...

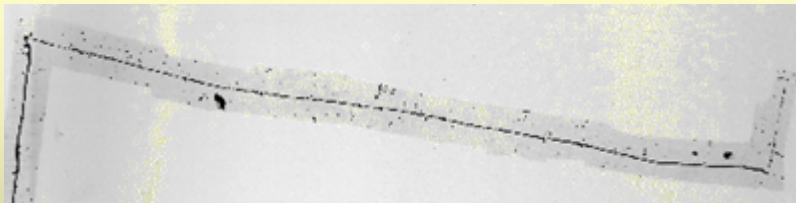


Aufgaben der Teilchendetektoren

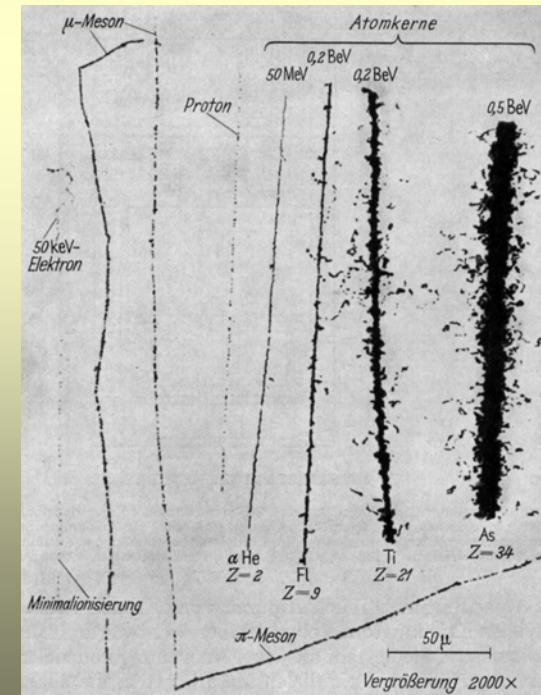
- Nachweis, Flussbestimmung
(z.B. Geigerzähler, Film-Dosimeter,)



- Bestimmung der Teilchenkinematik



- Identifikation der Teilchen

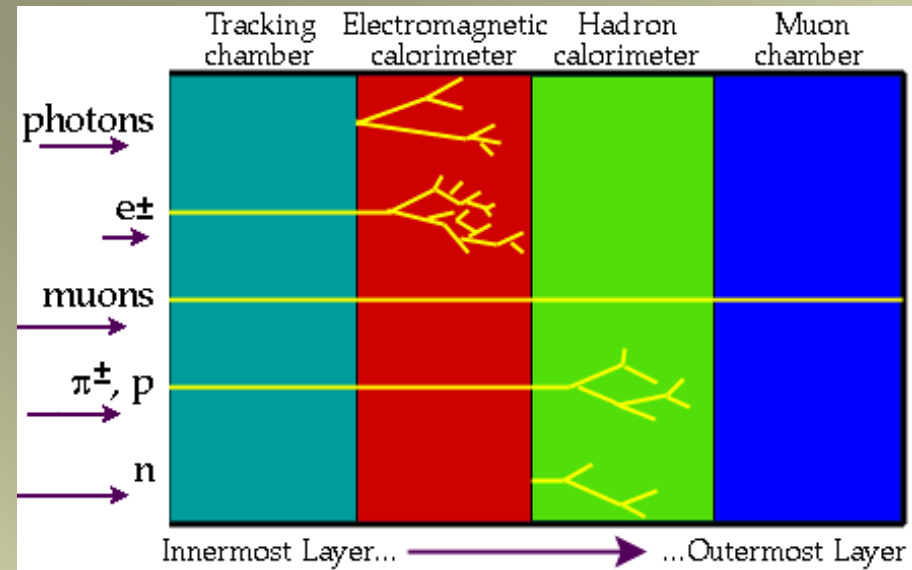
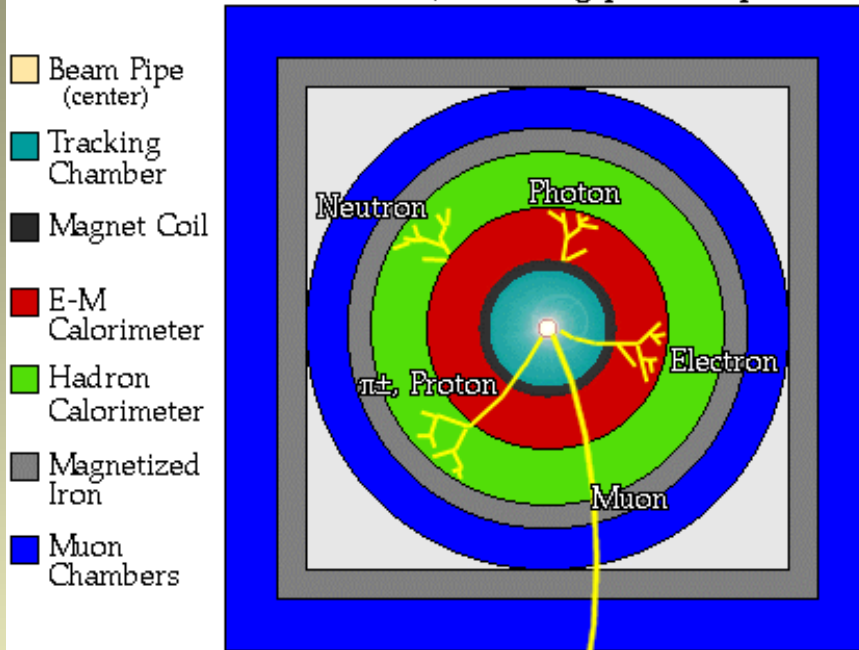


Voraussetzung für den Nachweis: **Wechselwirkung** der Teilchen mit Materie

- **Elektromagnetisch:** Ionisation, Cherenkov-, Übergangsstrahlung, elektromagn. Schauer (e^\pm, γ)
- **Stark:** hadronische Schauer, Kern-WW (Neutron-Nachweis)
- **Schwach:** Neutrino-Nachweis (inverser β -Zerfall)

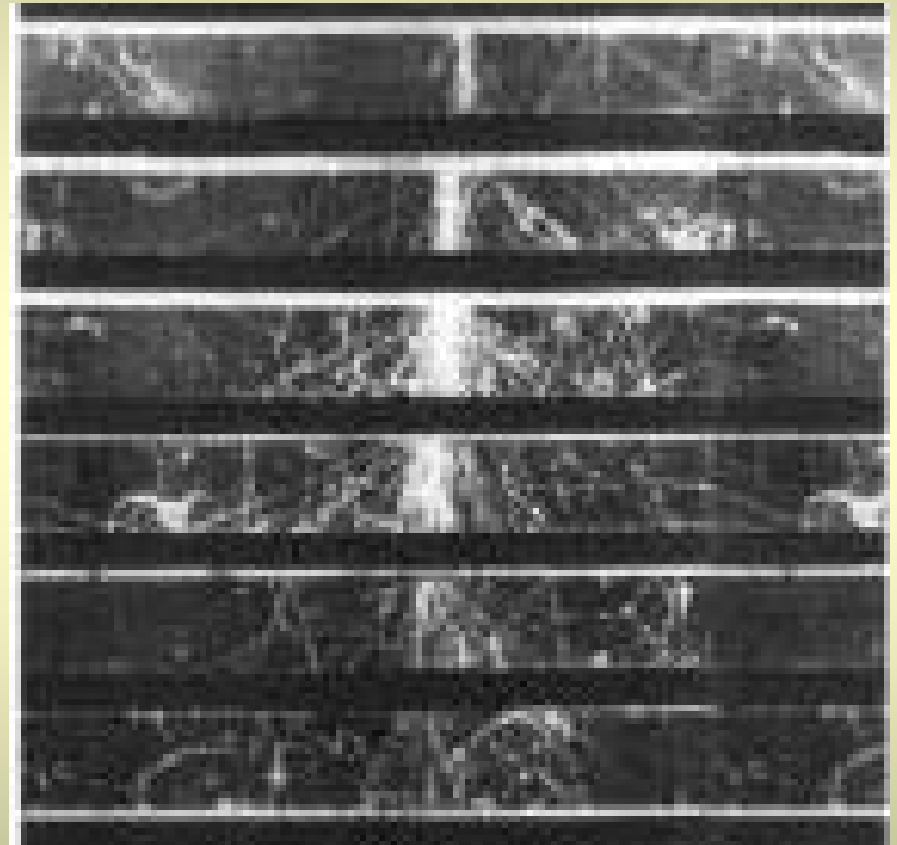
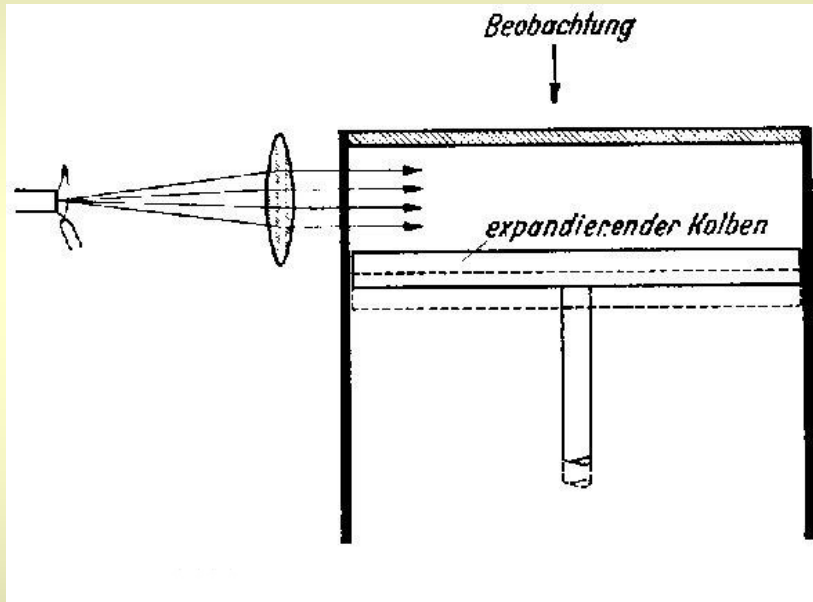
Typischer Detektor in HEP-Experiment

A detector cross-section, showing particle paths



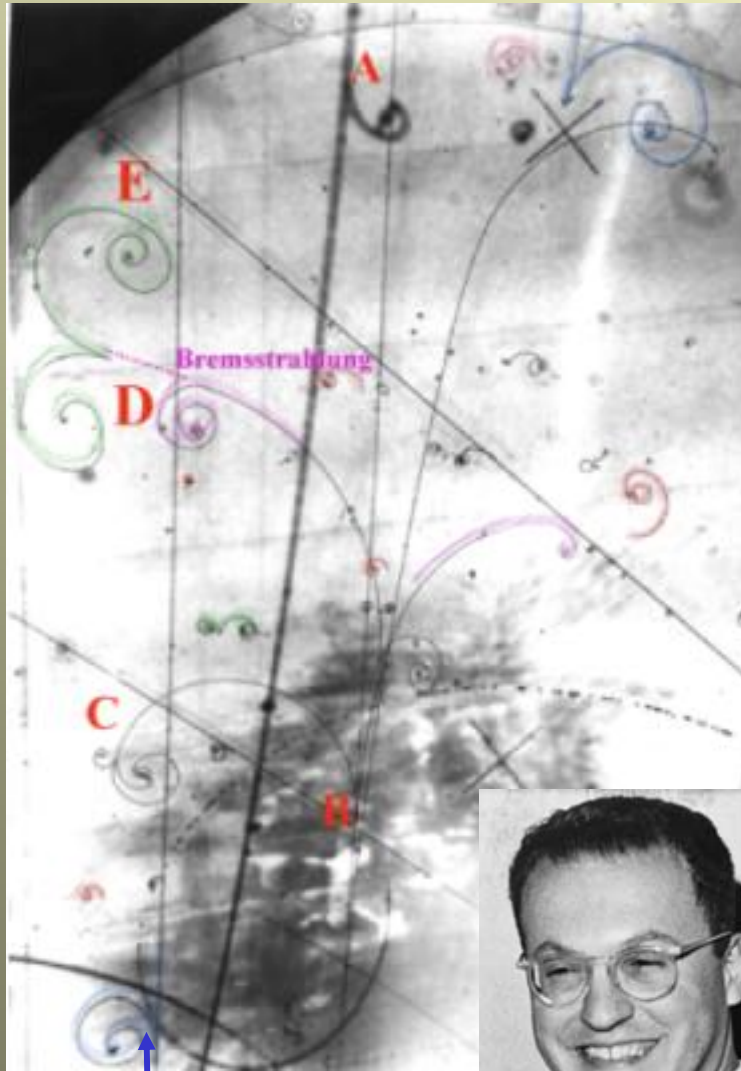
Nebelkammer

Nebel- und Blasenkammer: fotografische Aufzeichnung, nicht-elektronisch



Wilson-Nebelkammer (Nobelpreis 1927)

Blasenkammer

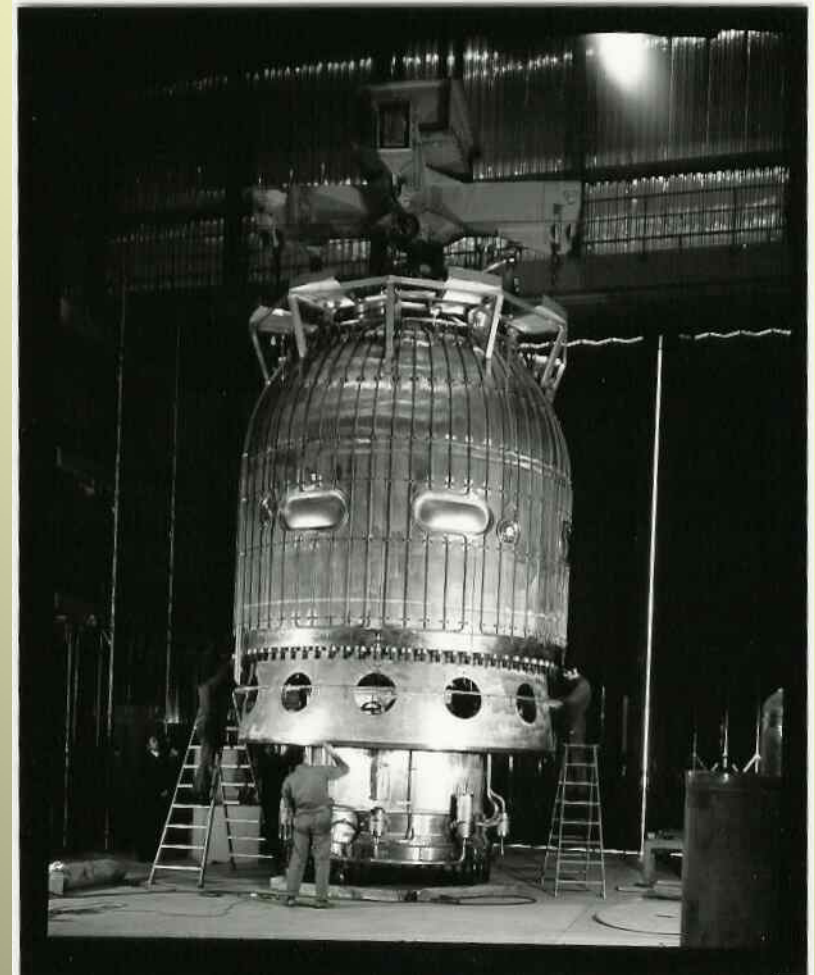


Spuren durch
Magnetfeld gekrümmt

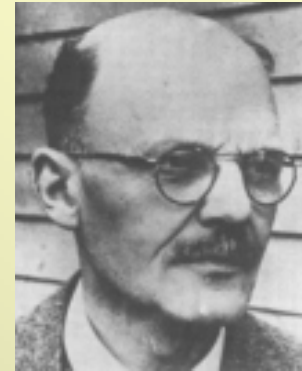
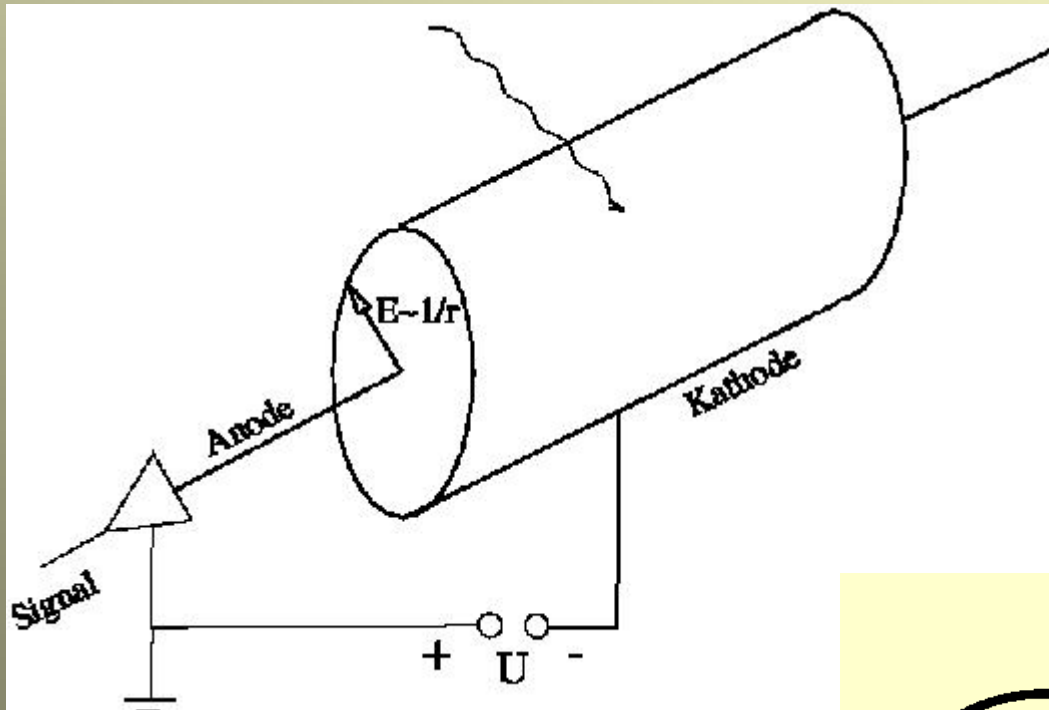


D.A. Glaser, Nobelpreis 1960

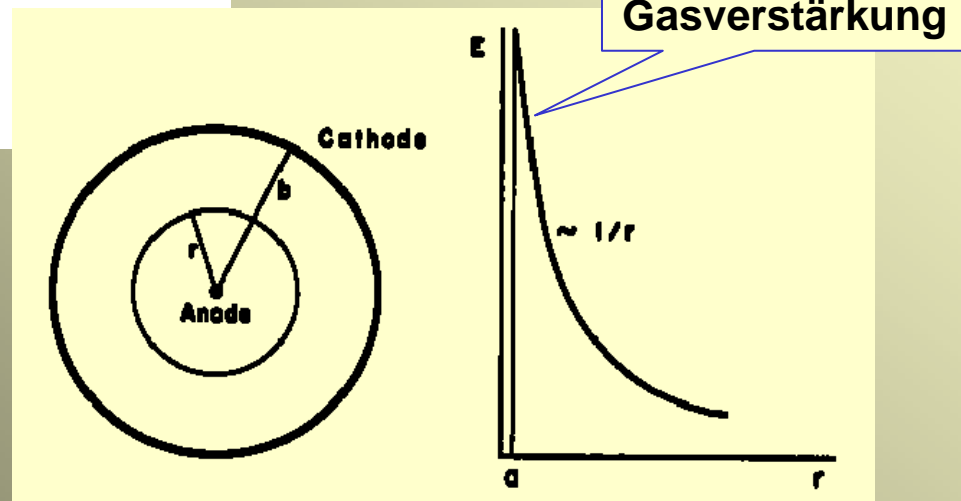
Big European Bubble Chamber



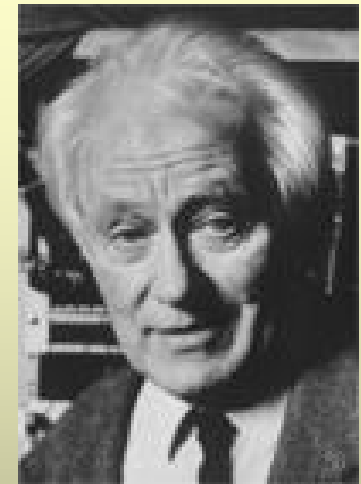
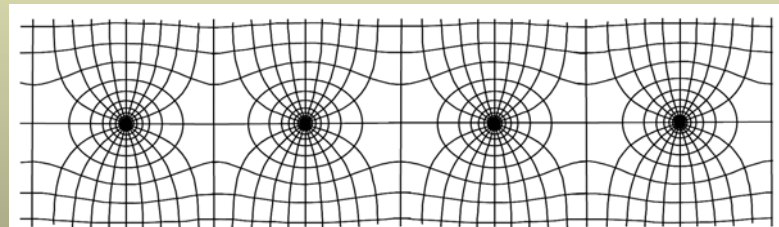
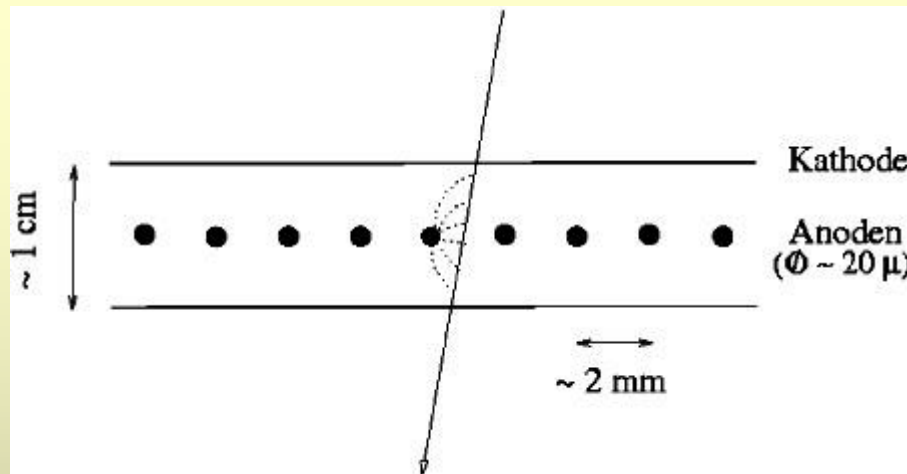
Zählrohr



Geiger, Hans, (1882-1945)



Vieldrahtproportionalkammer (MWPC)

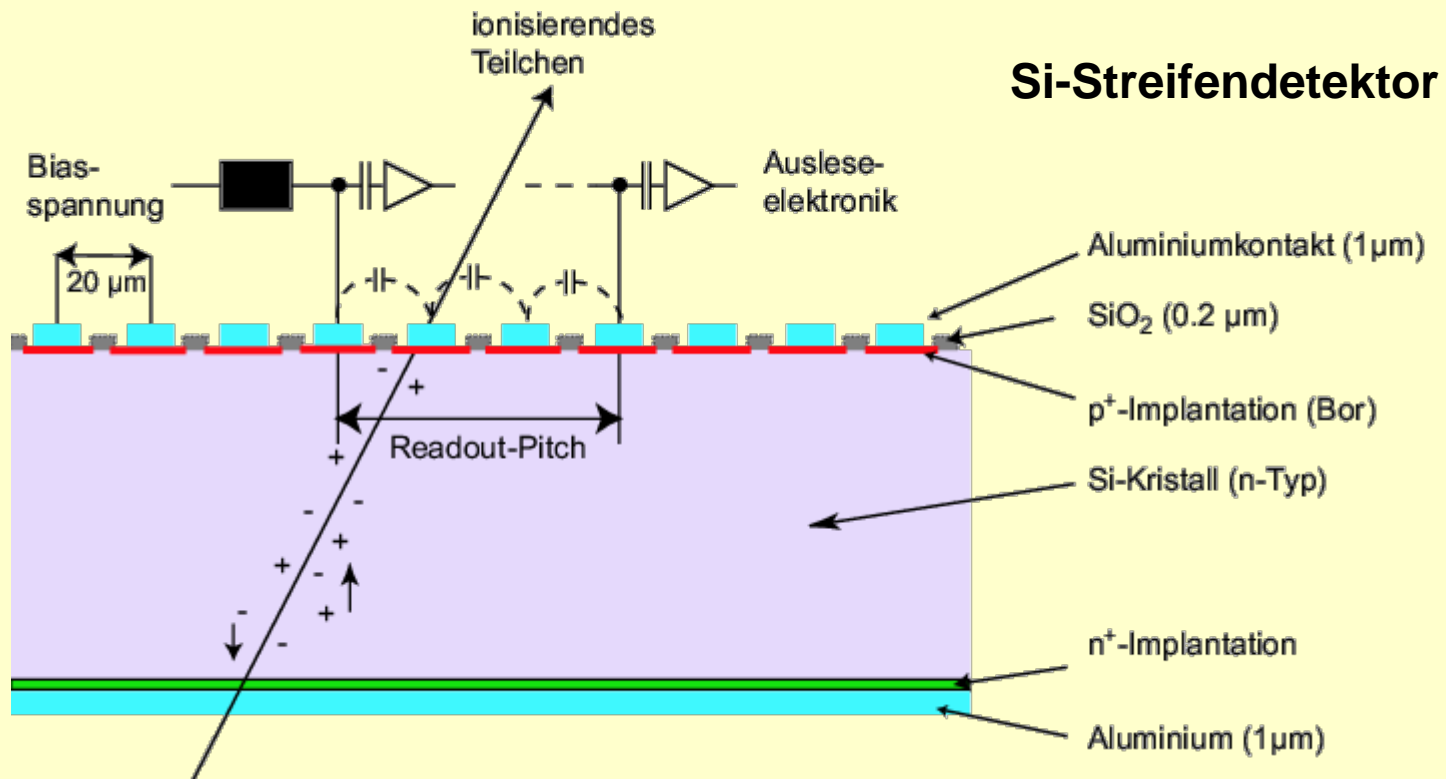
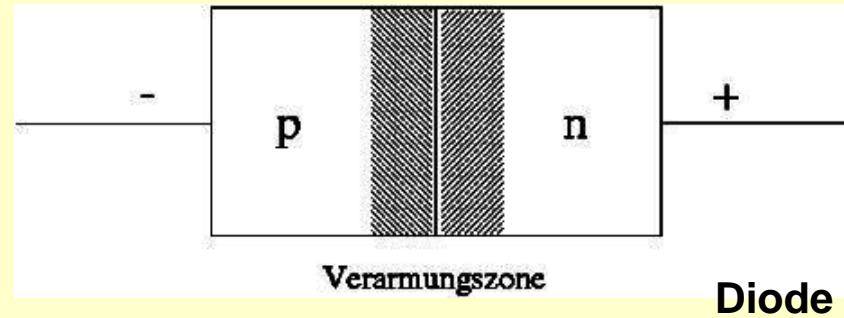


G. Charpak, Nobelpreis 1992

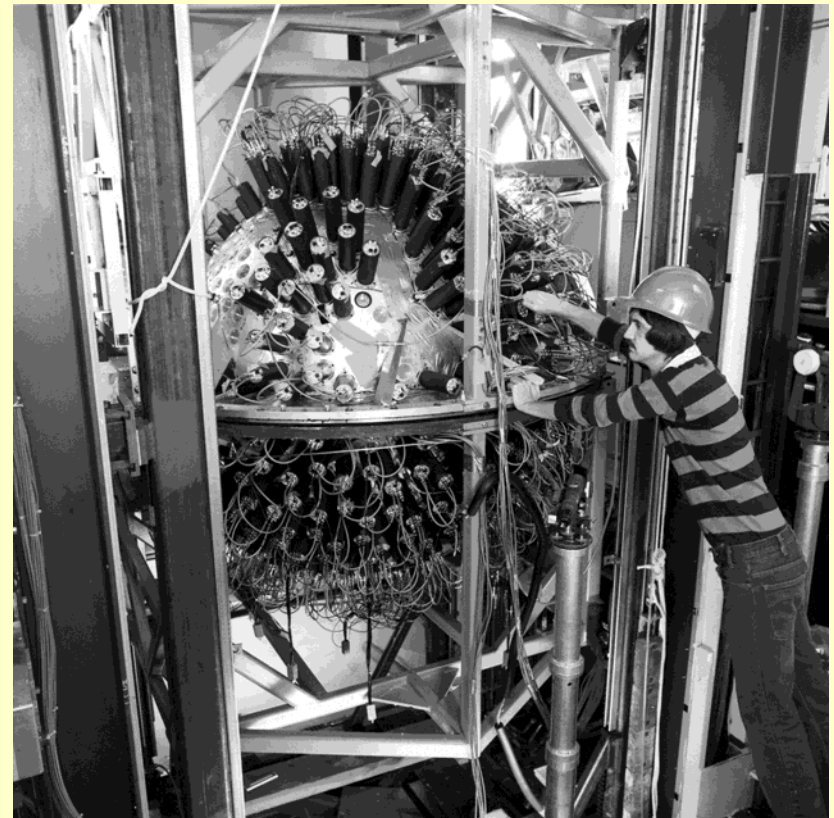
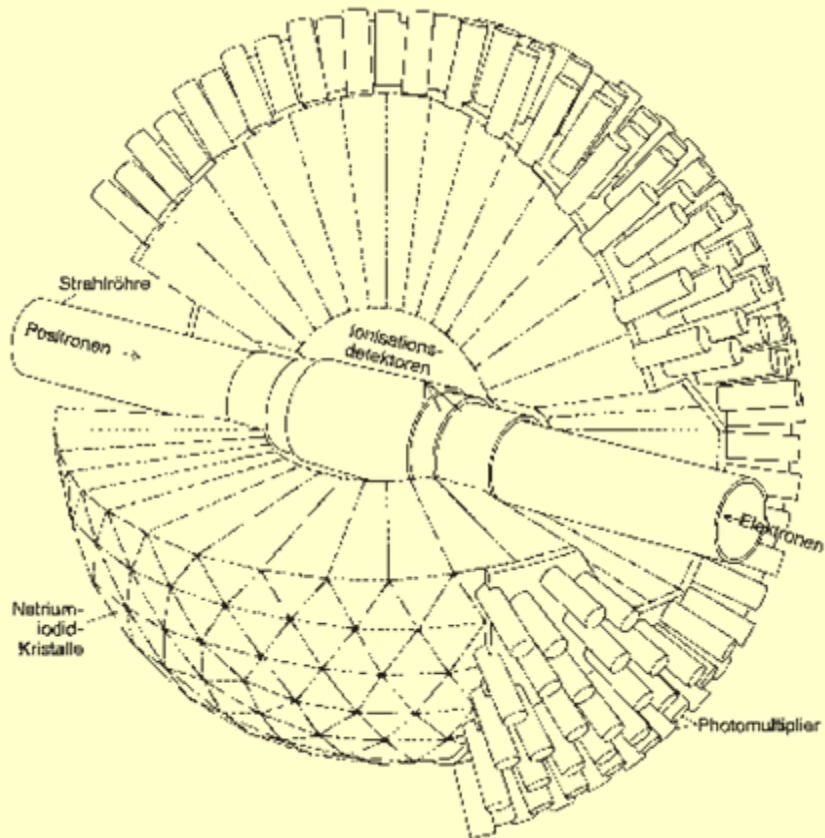
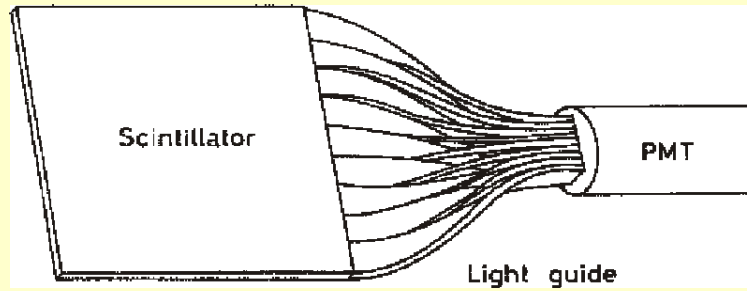
Elektronische Auslese!

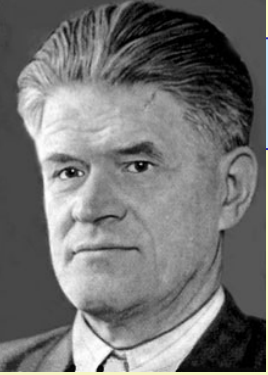
Große Kanalzahlen möglich durch integrierte Schaltungen

Halbleiterdetektor



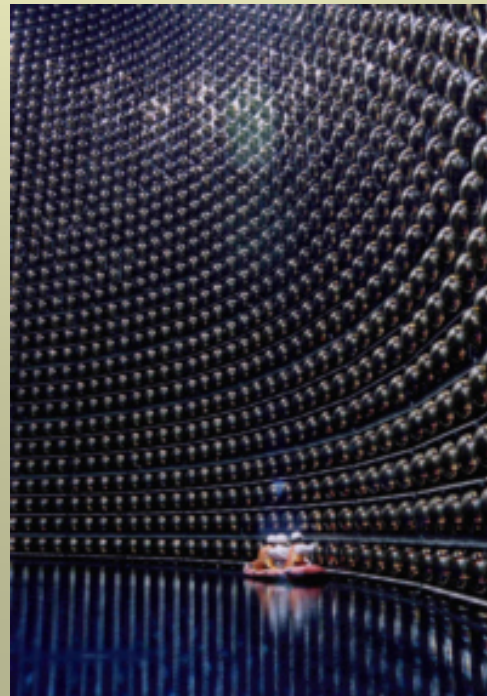
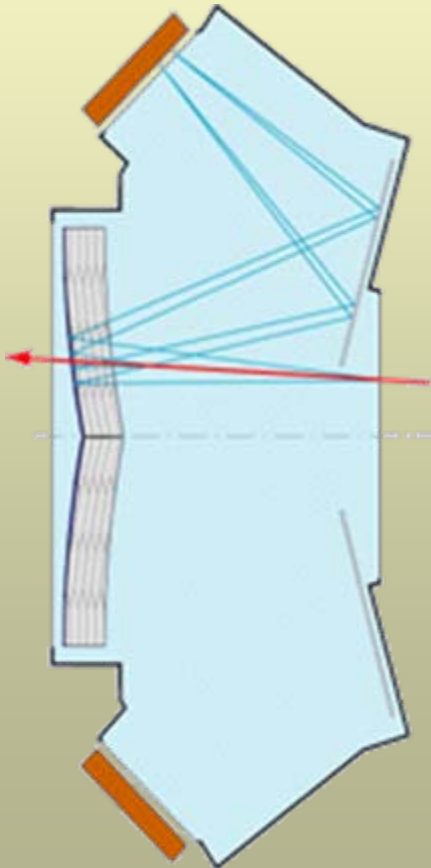
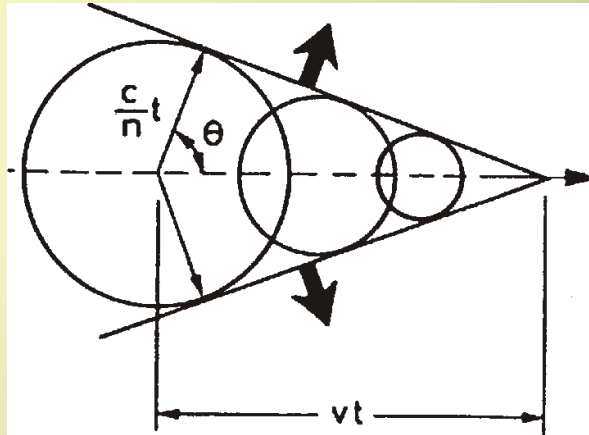
Szintillationszähler



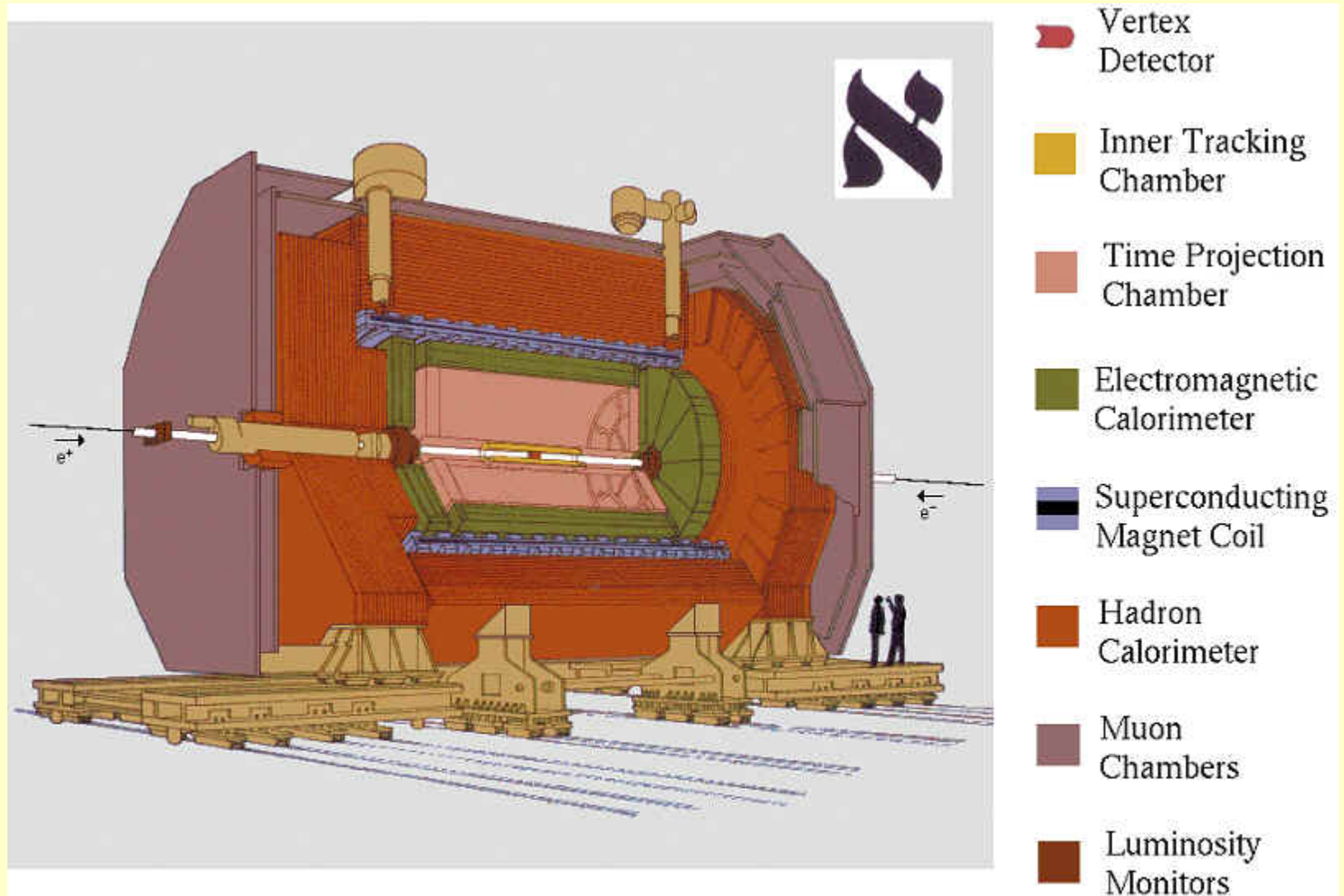


Pavel A. Cherenkov
Nobelpreis 1958

Cherenkov-Detektor

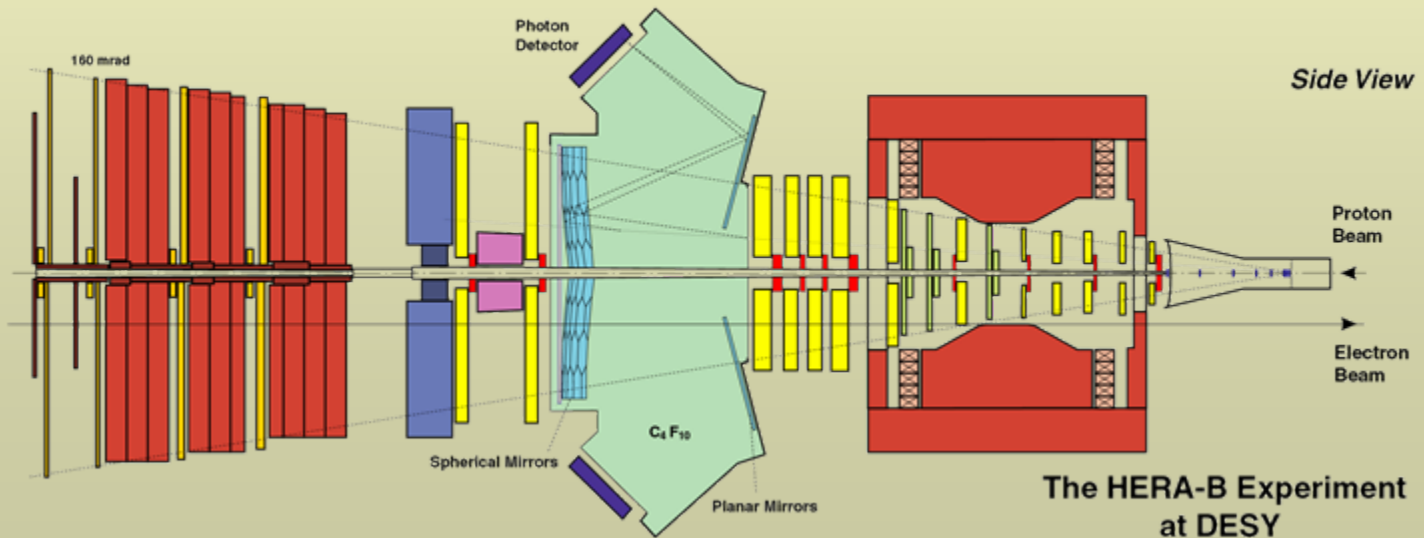
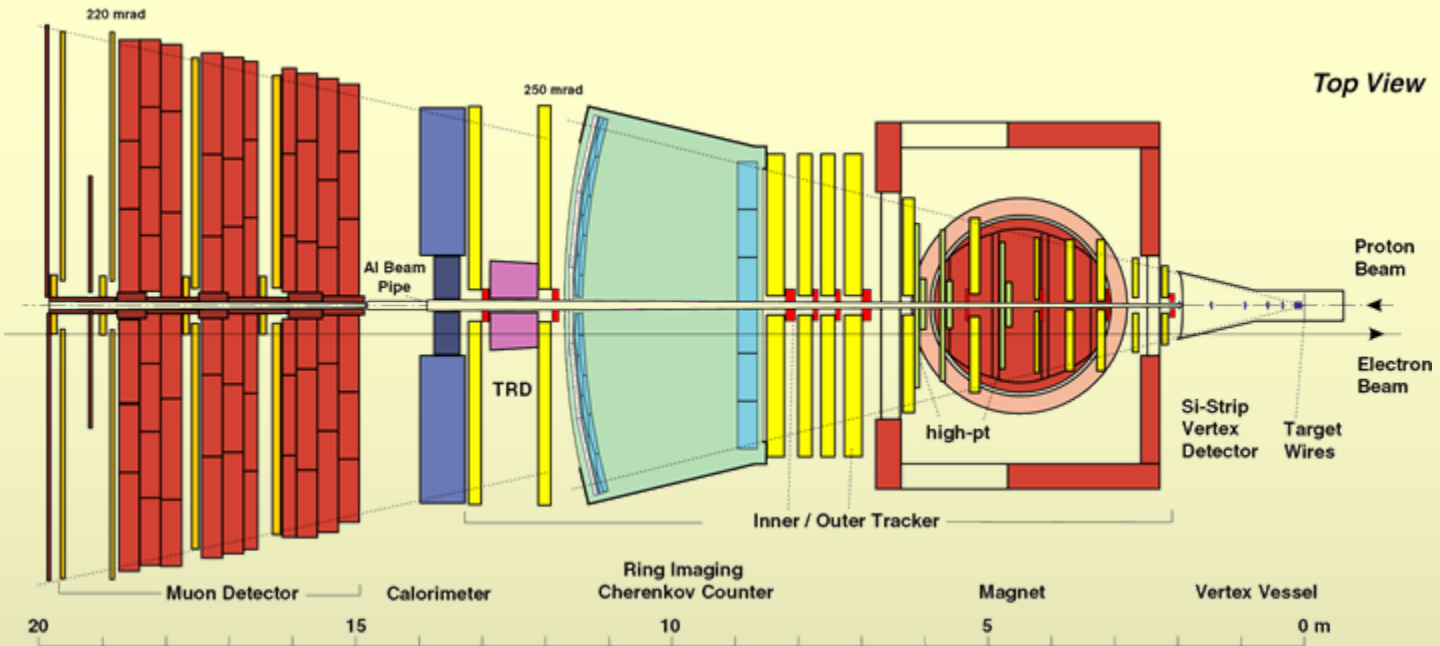


ALEPH-Detektor (Collider-Detektor)

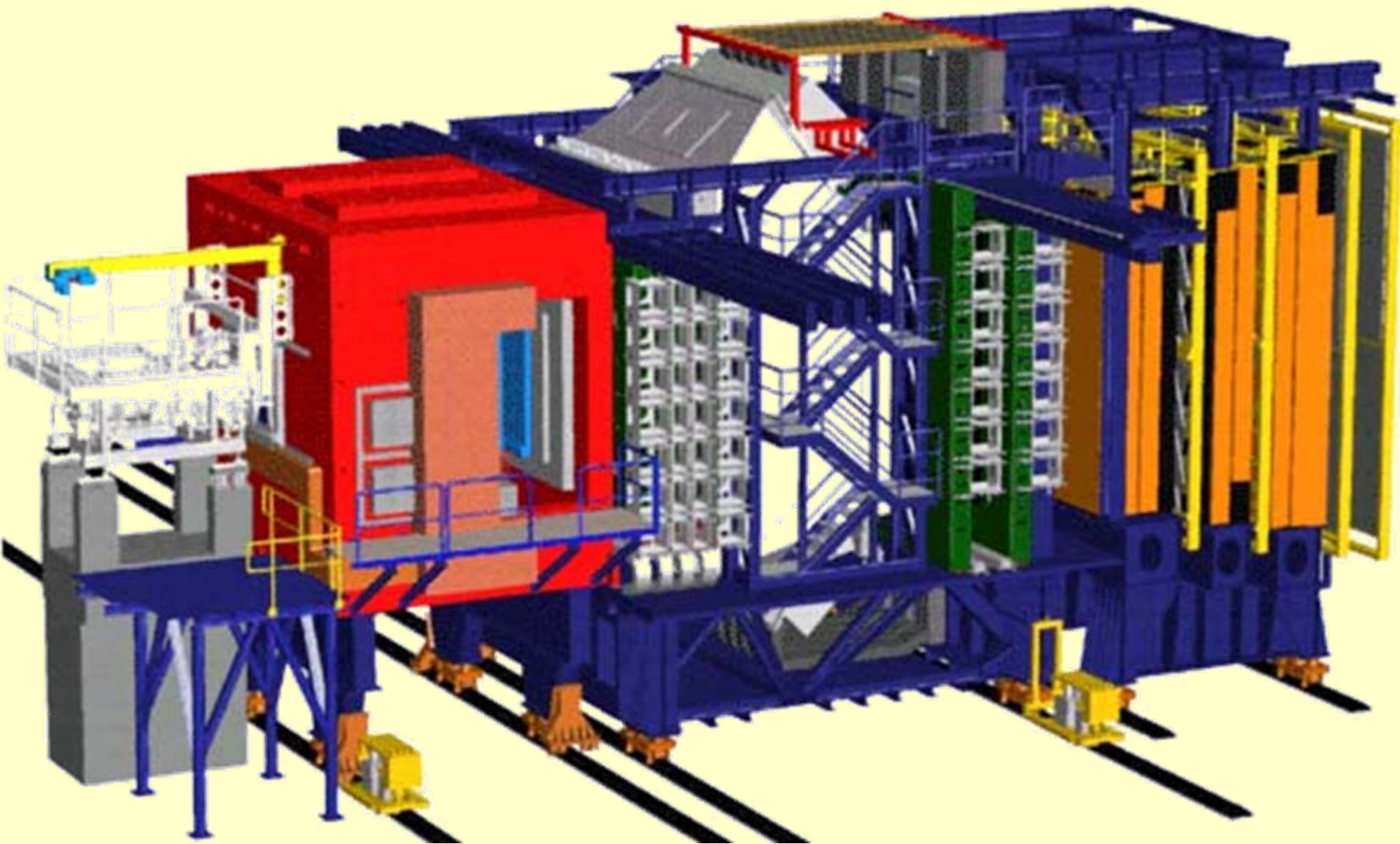


The ALEPH Detector

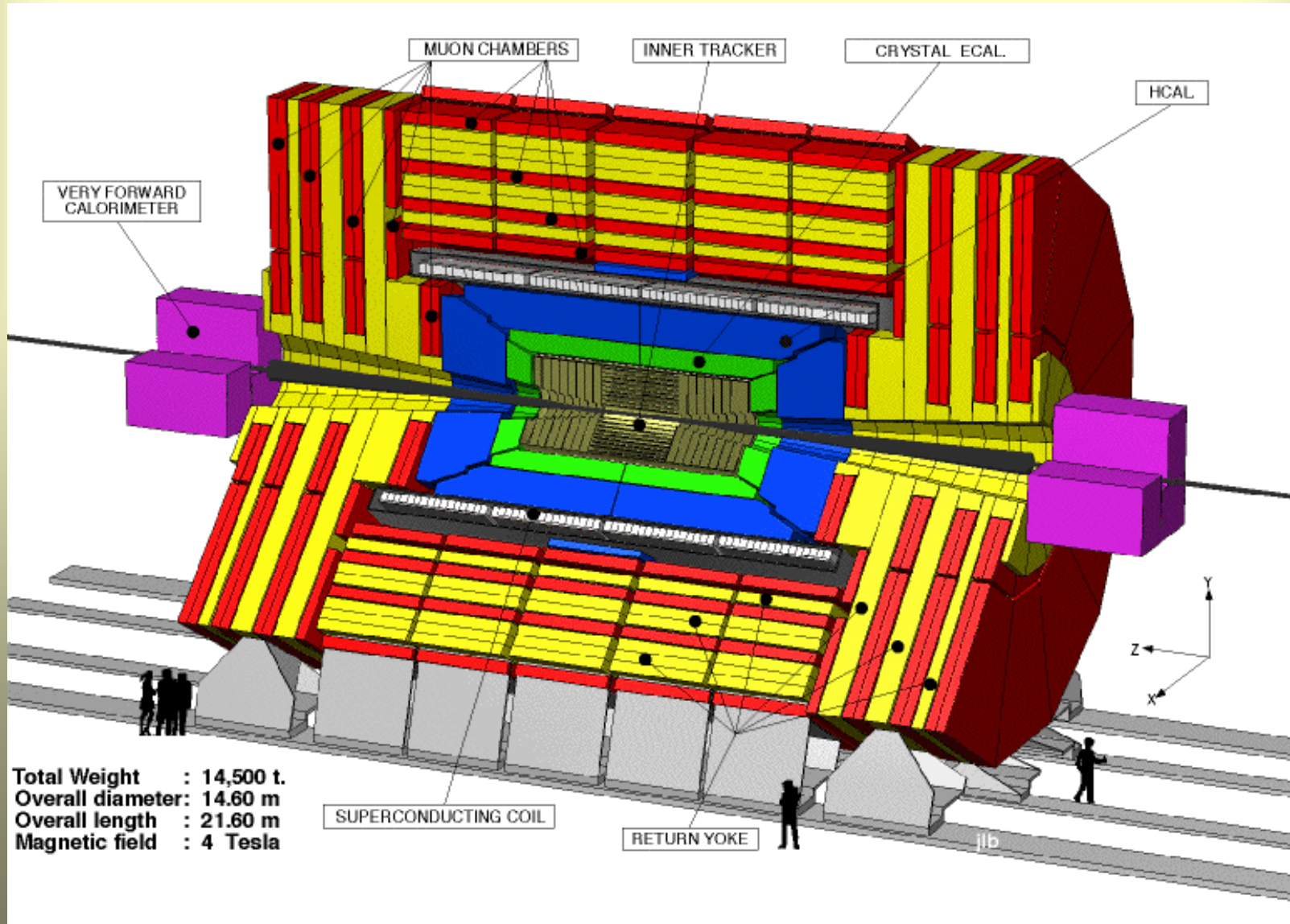
HERA-B-Detektor (fixed target)



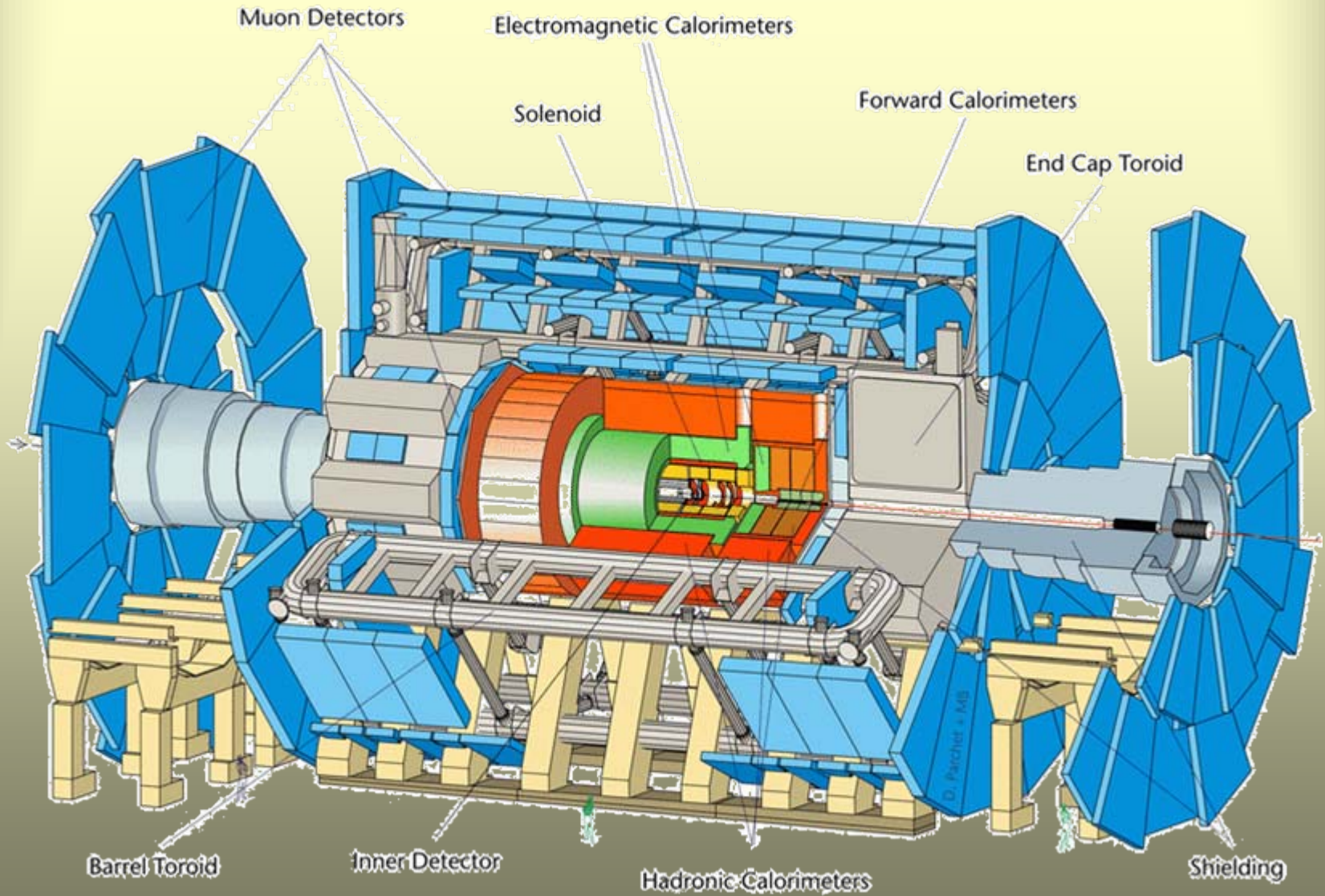
HERA-B-Detektor (fixed target)



CMS-Detektor am LHC



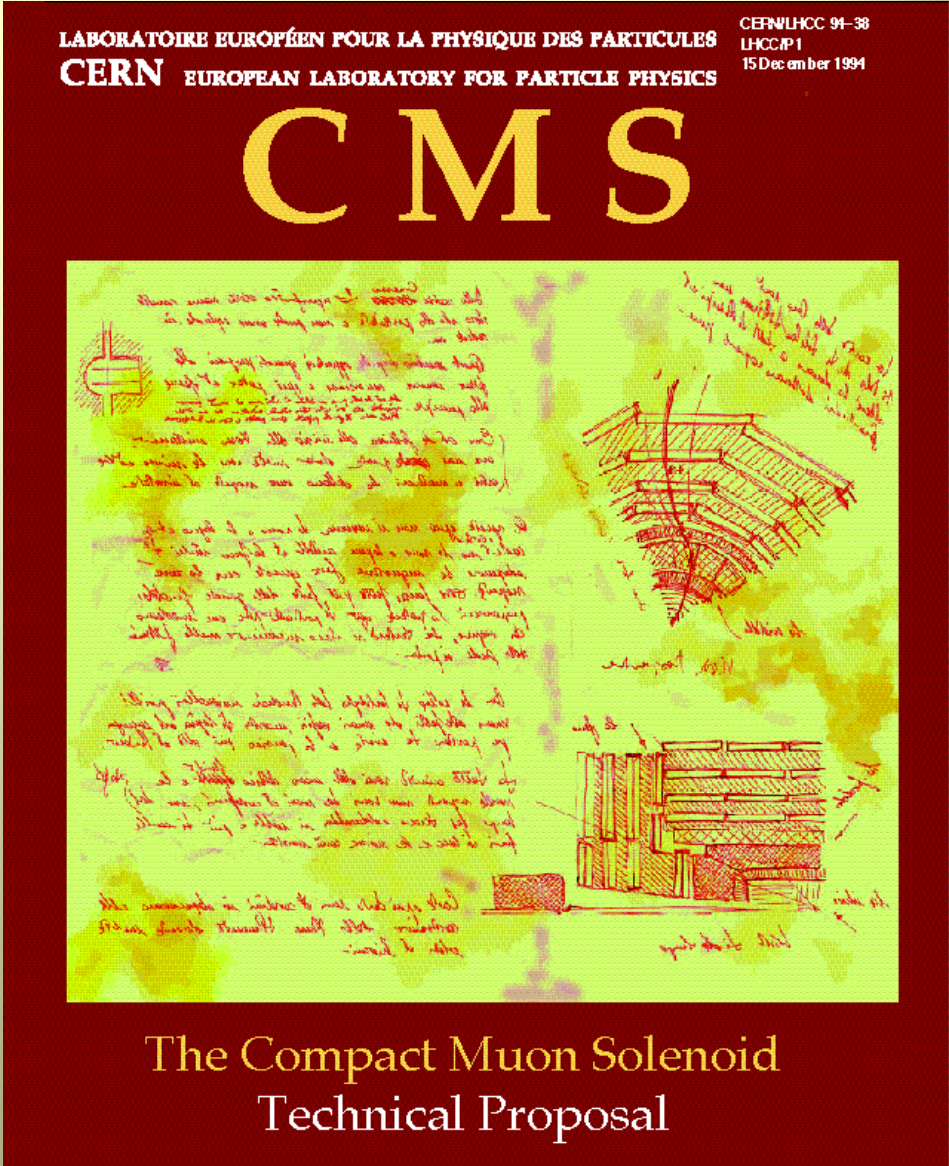
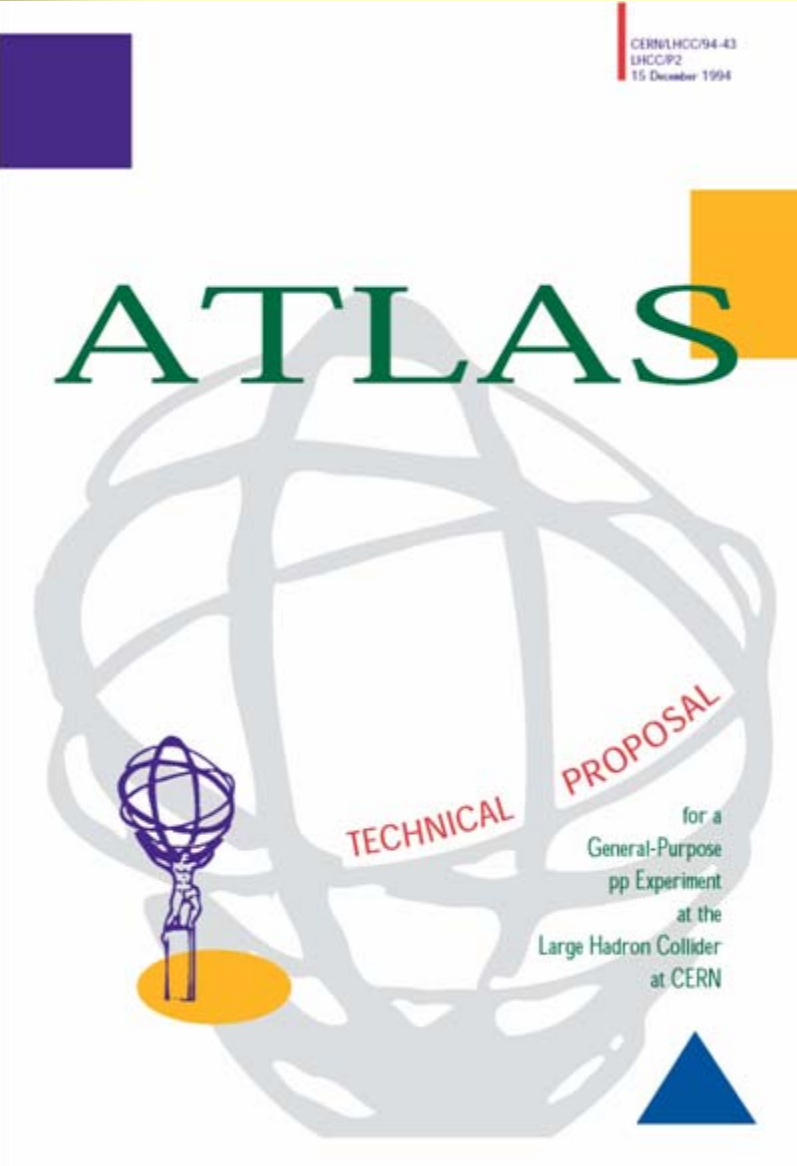
ATLAS-Detektor am LHC



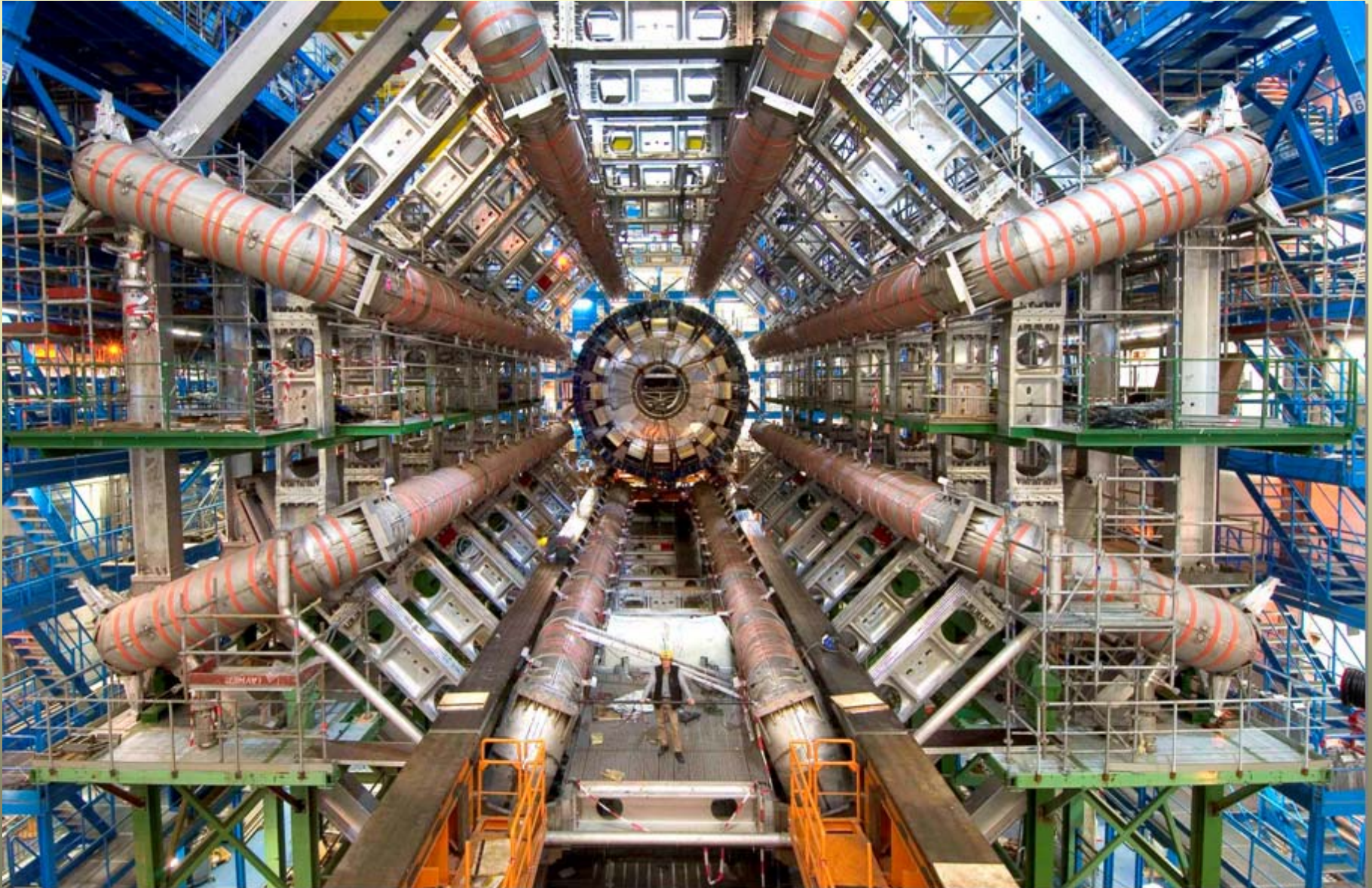
Anforderungen an einen Detektor, Gütekriterien

- Wenig Störung des zu messenden Prozesses
- Hohe Akzeptanz und Nachweiswahrscheinlichkeit, 'Hermetizität'
- Gute Auflösung (Energie, Impuls, Winkel,), 'Granularität'
- Elektronik und Signalverarbeitung: schnell, totzeit-frei
- Online-Steuerung und -Kontrolle; Fehlerdiagnostik
- Kosten: Kompromisse oder clevere Ideen

ATLAS und CMS 'Technical Proposal'



Toroidmagnet



Der Weg zu einem Detektor

1. Die **Physik**, die gute Idee,
2. Wie, wo, womit ist die **Idee** realisierbar?
3. **Überzeugung** Anderer
4. Schreibe eine Absichtserklärung ('**Letter of Intent**'),
5. Begutachtung durch **Expertenkommission**,
6. Falls positiv: suche Kollaboranten, Mitarbeiter, ...
7. Schreibe ein '**Technical Proposal**'
8. Falls akzeptiert, ist eine wesentliche Hürde genommen.
9. Bringe eine **Kollaboration** zusammen
10. Beantrage **Gelder**
11. Beginne **Detektorentwicklung**
12. Schreibe '**Technical Design Report**'
13. Baue **Prototyp**-Detektorkomponenten
14. **Detektorbau**
15. **Inbetriebnahme** des Detektors
16. 'Mache **Physik**' schreibe Publikationen fahre nach **Stockholm**

Dazwischen
immer wieder Berichte
an die Expertenkommission