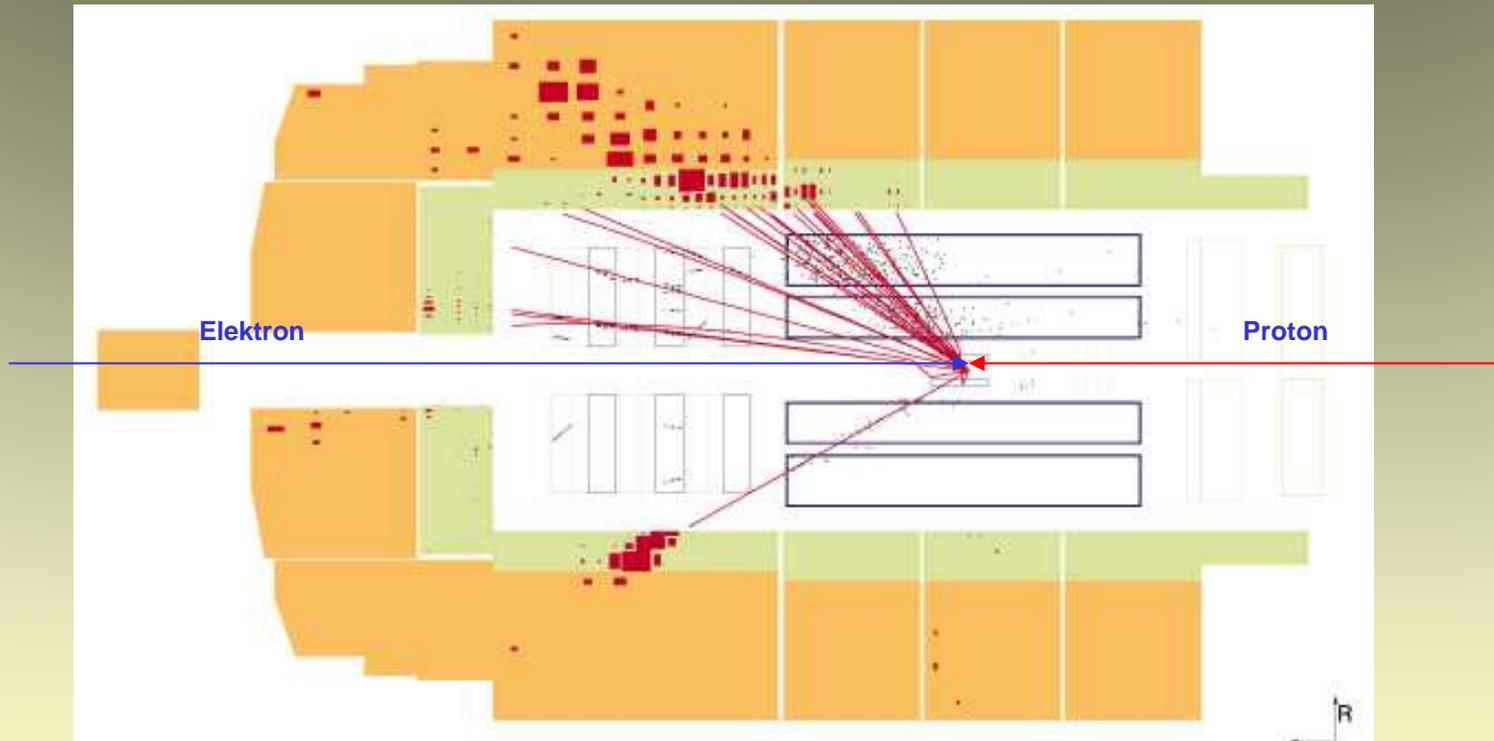


Detektoren in der Elementarteilchenphysik

Web-Seite: <http://www-zeuthen.desy.de/~kolanosk/det07>



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, wünschenswert: "Vorlesung Struktur der Materie c'
Übungen: **Computer-Einsatz** sinnvoll (z.B. Matlab, Mathematica, ...)

WPF Elementarteilchenphysik an der HU:

Obligatorisch:	Experimentelle Teilchenphysik
	Theor. Einf. In das Standardmodell
Wahl-obligatorisch:	Detektoren
(bei exp. Ausrichtung)	Beschleuniger

Vorlesungen, Übungen, Schein

- Vorlesung: Do 13-15 wöch. NEW 15, 3'101 H. Kolanoski
- Übungen: Fr 09-11 wöch. NEW 15, 2'102 S. Mehlhase
Beginn: 27.4.05

Leistungsnachweis:

Schein nach Bearbeitung von Übungsaufgaben (mindestens 2/3 der Aufgaben sind zu lösen), nicht benotet.

Wählbar als Prüfungsfach im Wahlpflichtfach.

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
- Gerhard Lutz:, "Semiconductor Radiation Detectors", Springer

Review of Particle Physics: Experimental Methods and Colliders

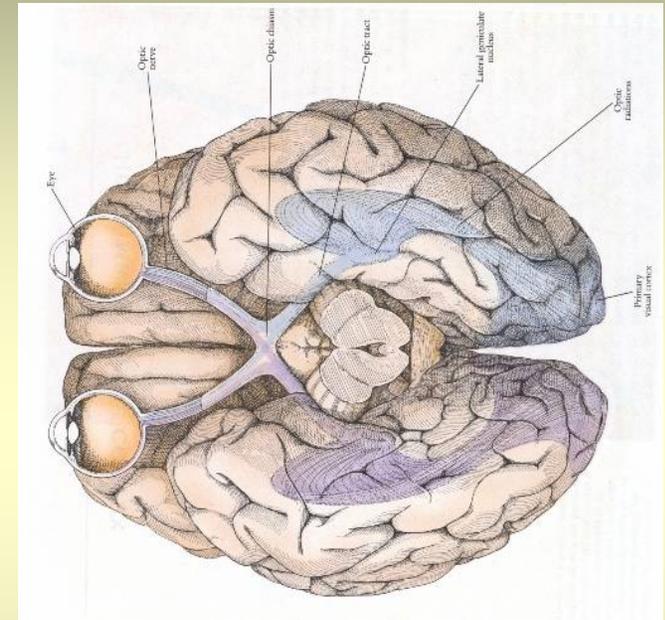
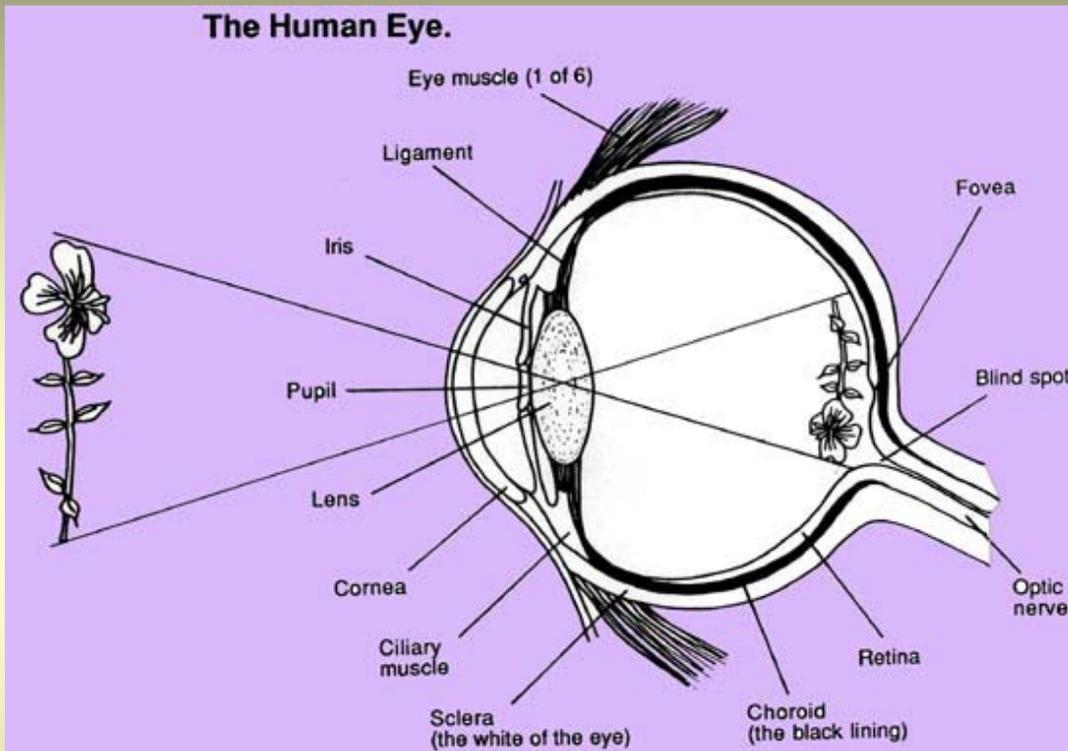
insbesondere:

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

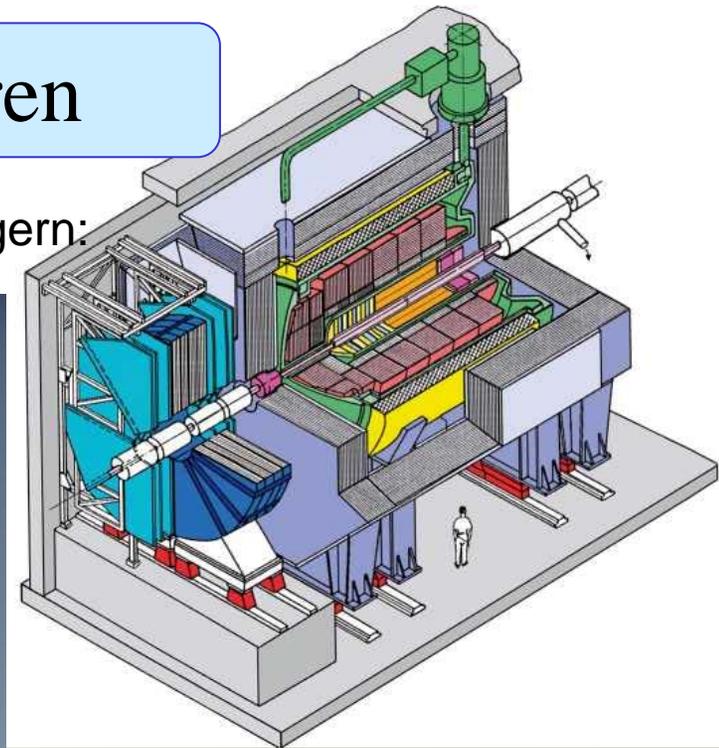
Datenverarbeitung

Gehirn

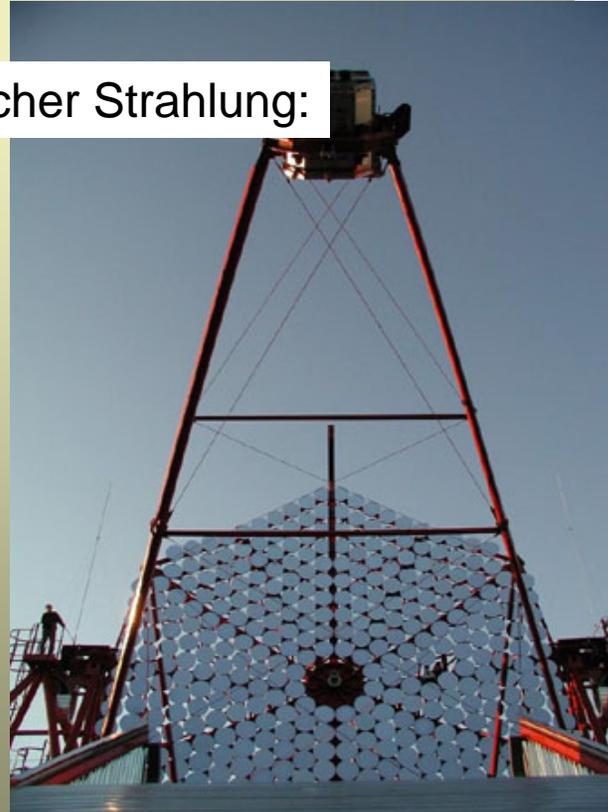
Computer

Einsatz von Teilchendetektoren

Experimente an Beschleunigern:



Experimente mit kosmischer Strahlung:

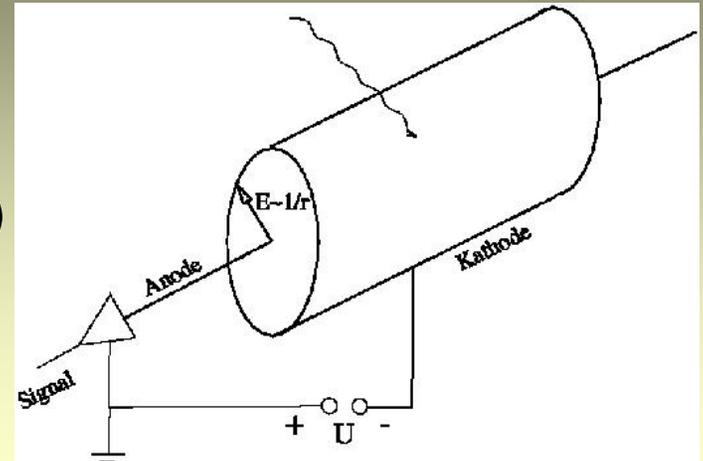


Nachweis von Strahlung
in Medizin, Geologie, Archeologie, ...

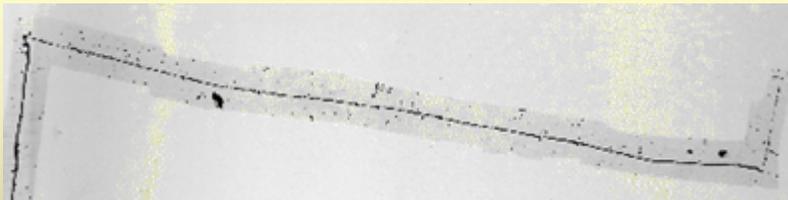


Aufgaben der Teilchendetektoren

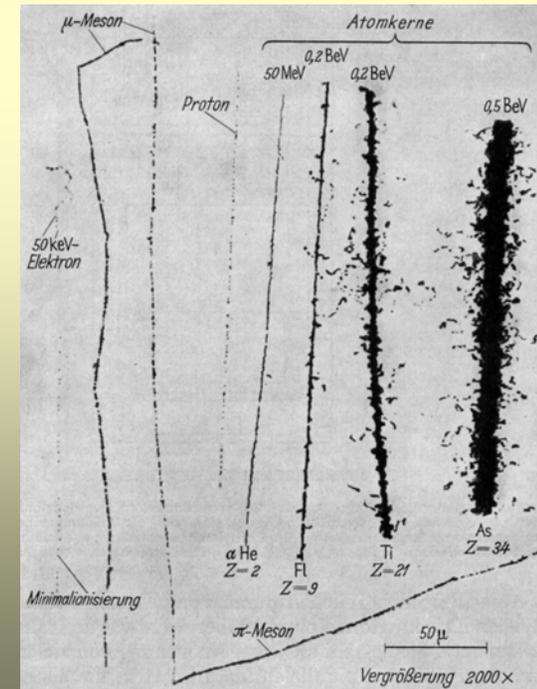
- Nachweis, Flussbestimmung
(z.B. Geigerzähler, Film-Dosimeter,)



- Bestimmung der Teilchenkinematik



- Identifikation der Teilchen

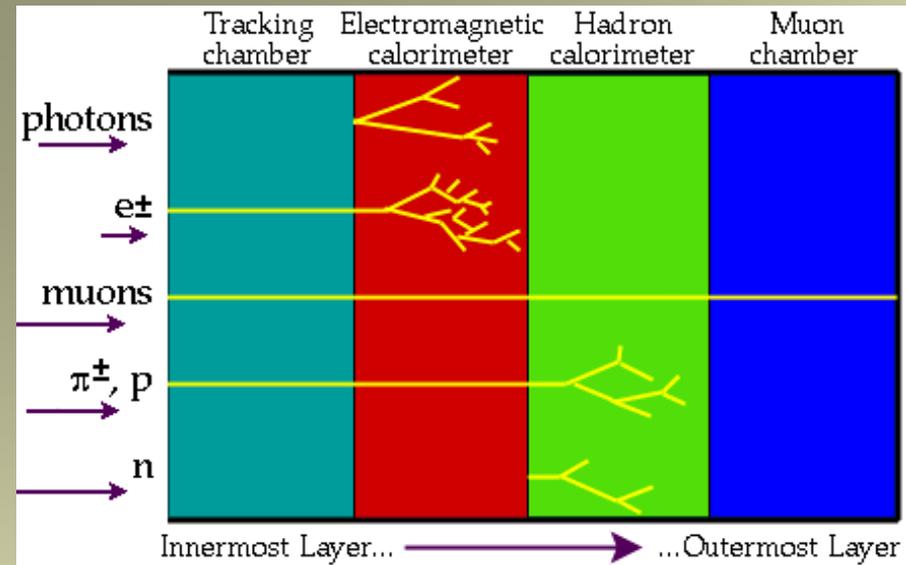
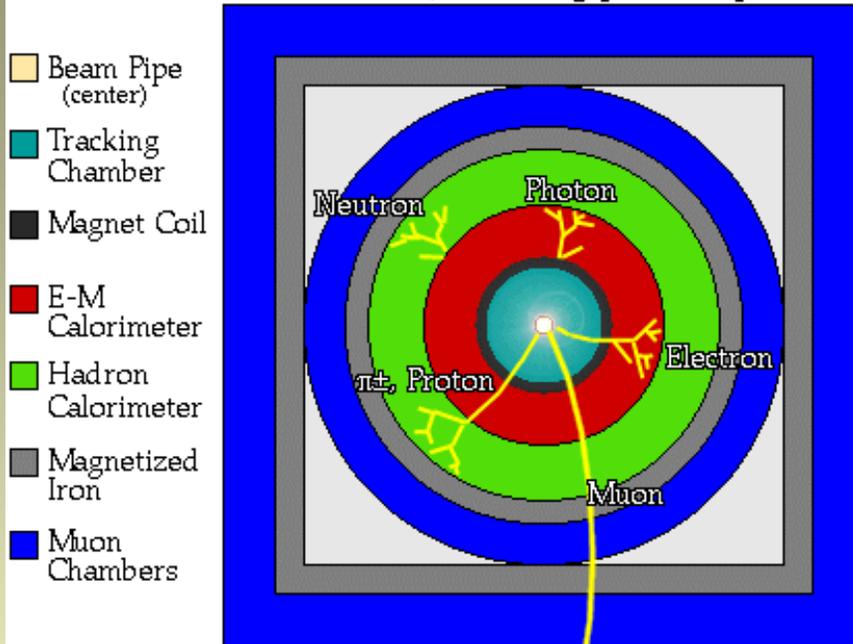


Voraussetzung für den Nachweis: **Wechselwirkung** der Teilchen mit Materie

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

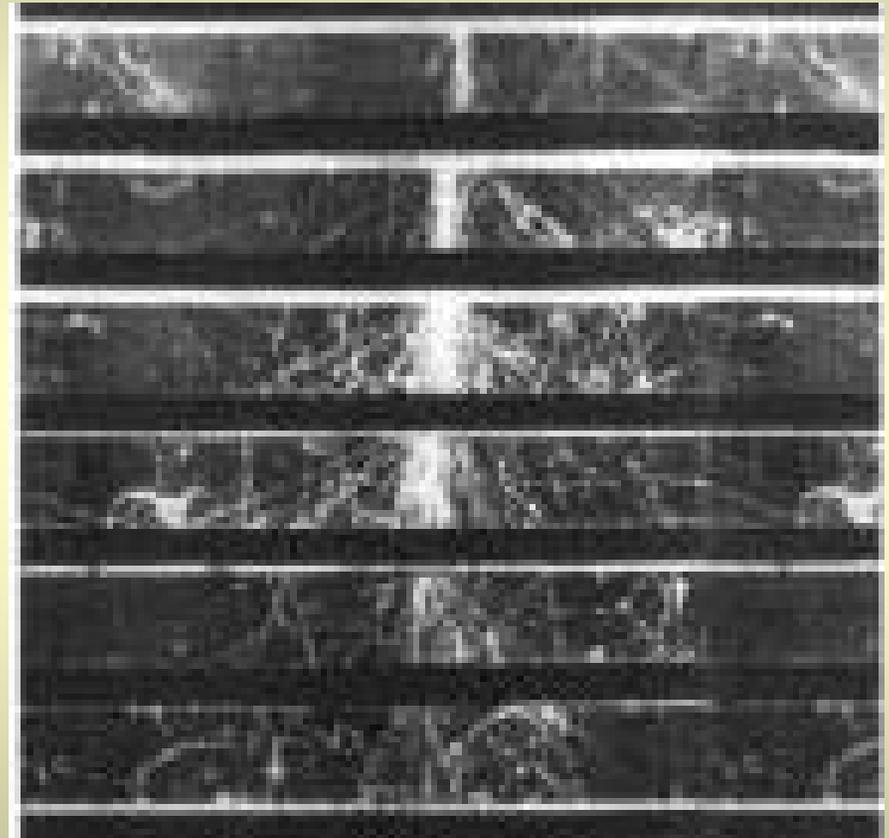
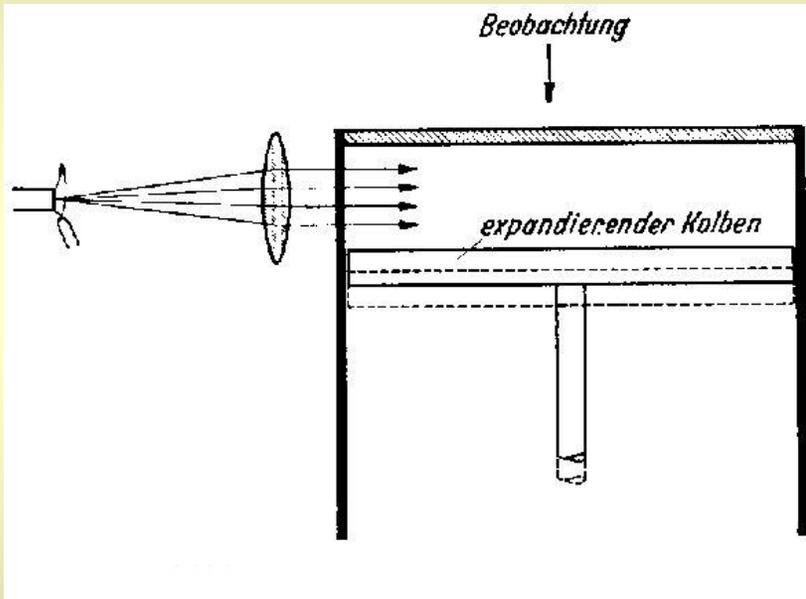
Typischer Detektor in HEP-Experiment

A detector cross-section, showing particle paths

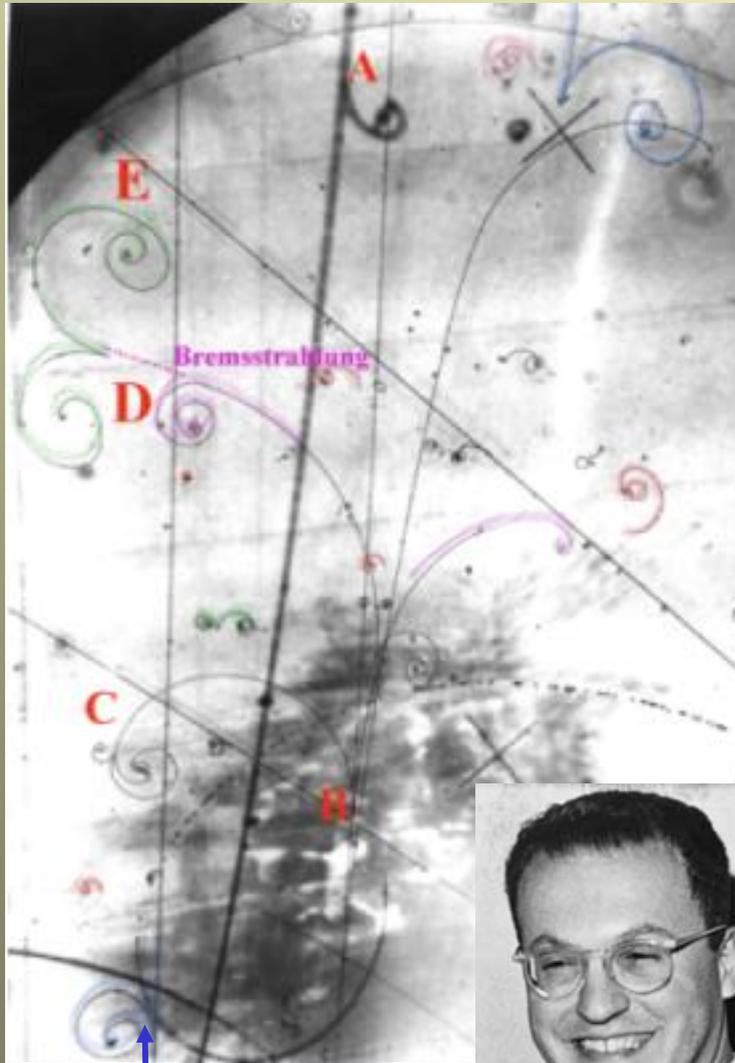


Nebelkammer

Nebel- und Blasenkammer: fotografische Aufzeichnung, nicht-elektronisch



Blasenkammer

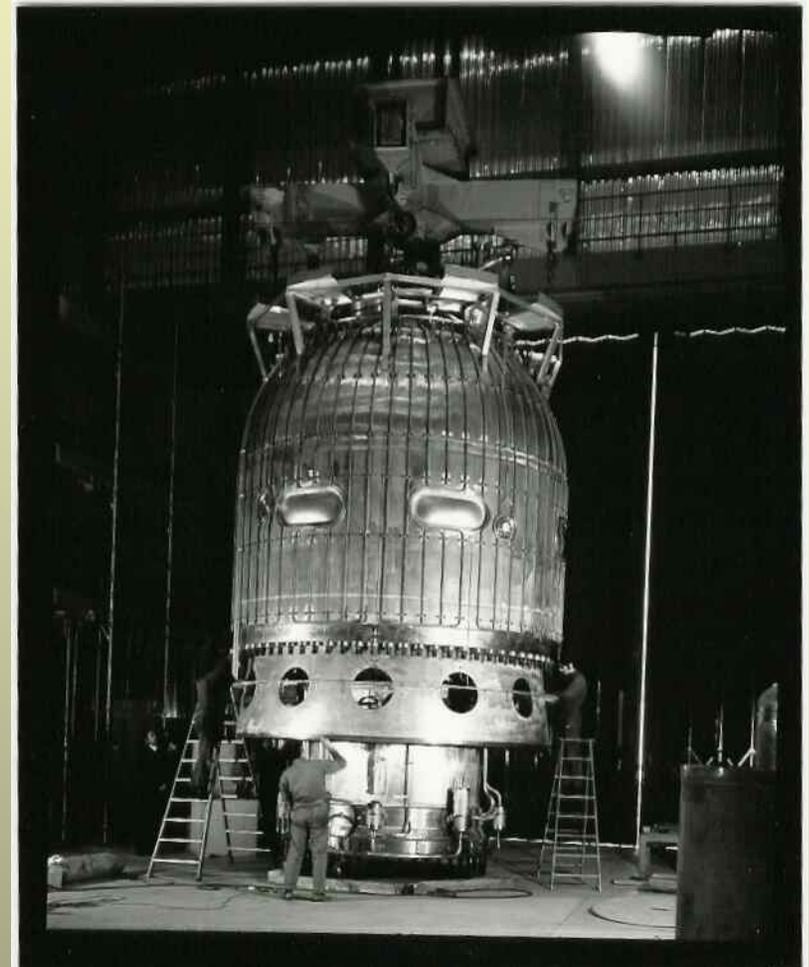


Spuren durch
Magnetfeld gekrümmt

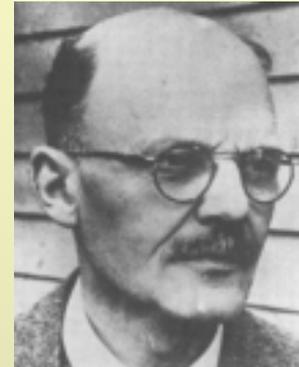
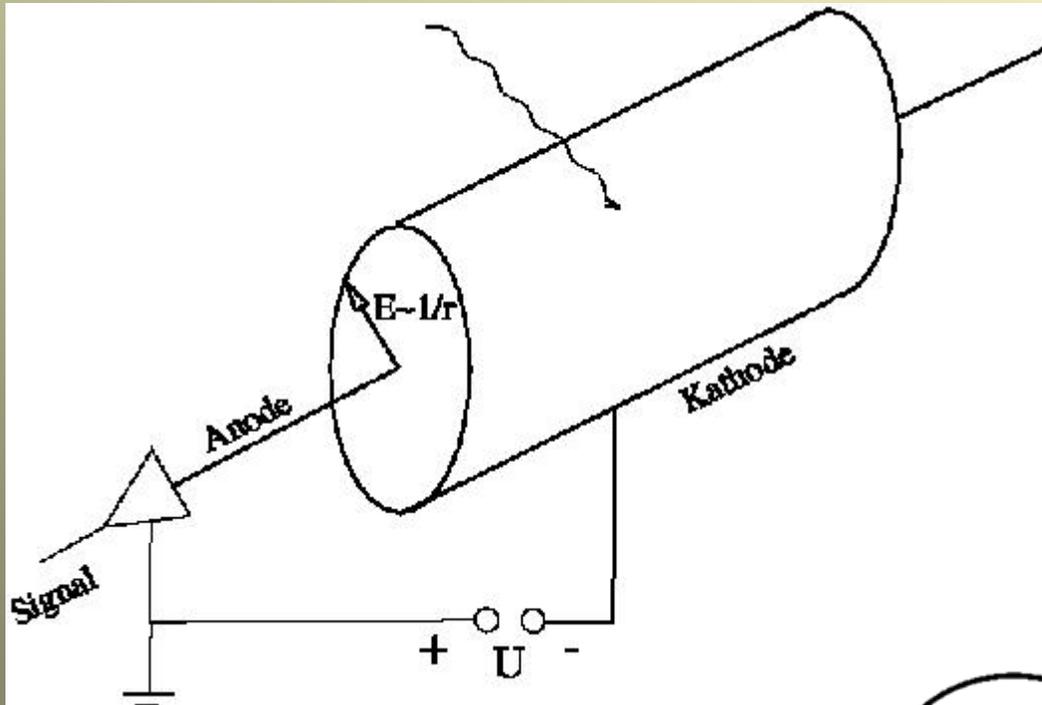


D.A. Glaser, Nobelpreis 1960

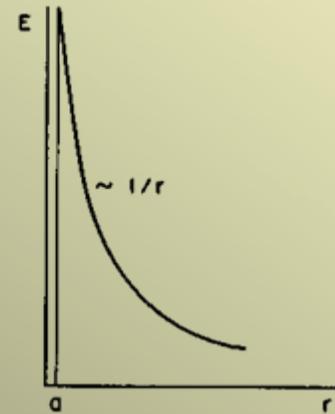
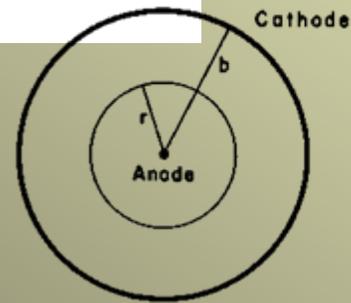
Big European Bubble Chamber



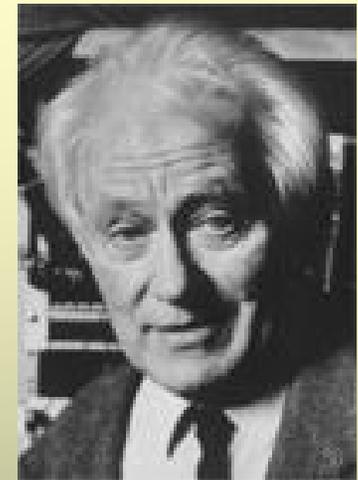
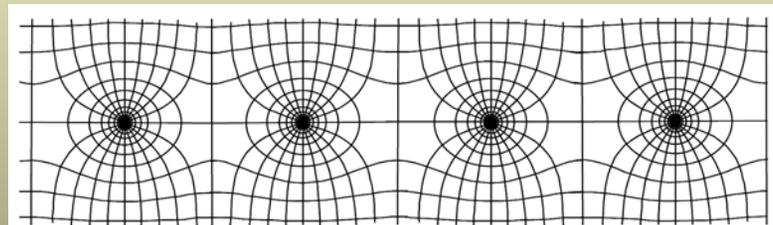
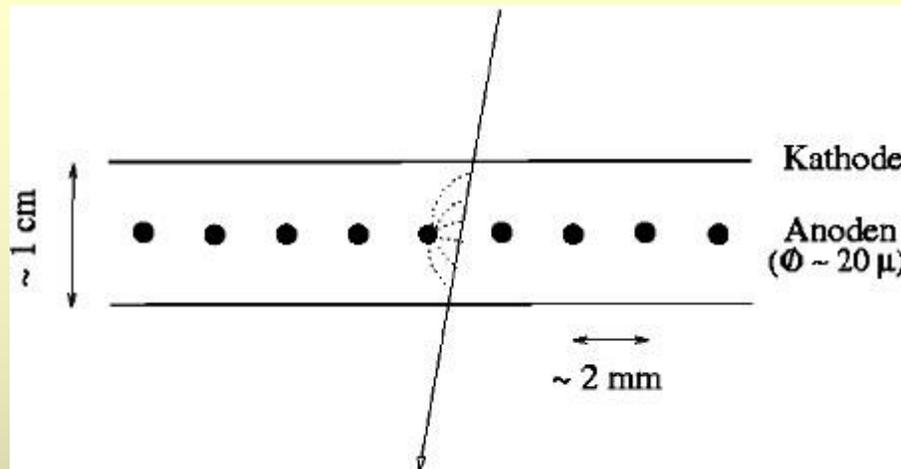
Zählrohr



Geiger, Hans, (1882-1945)



Vieldrahtproportionalkammer (MWPC)

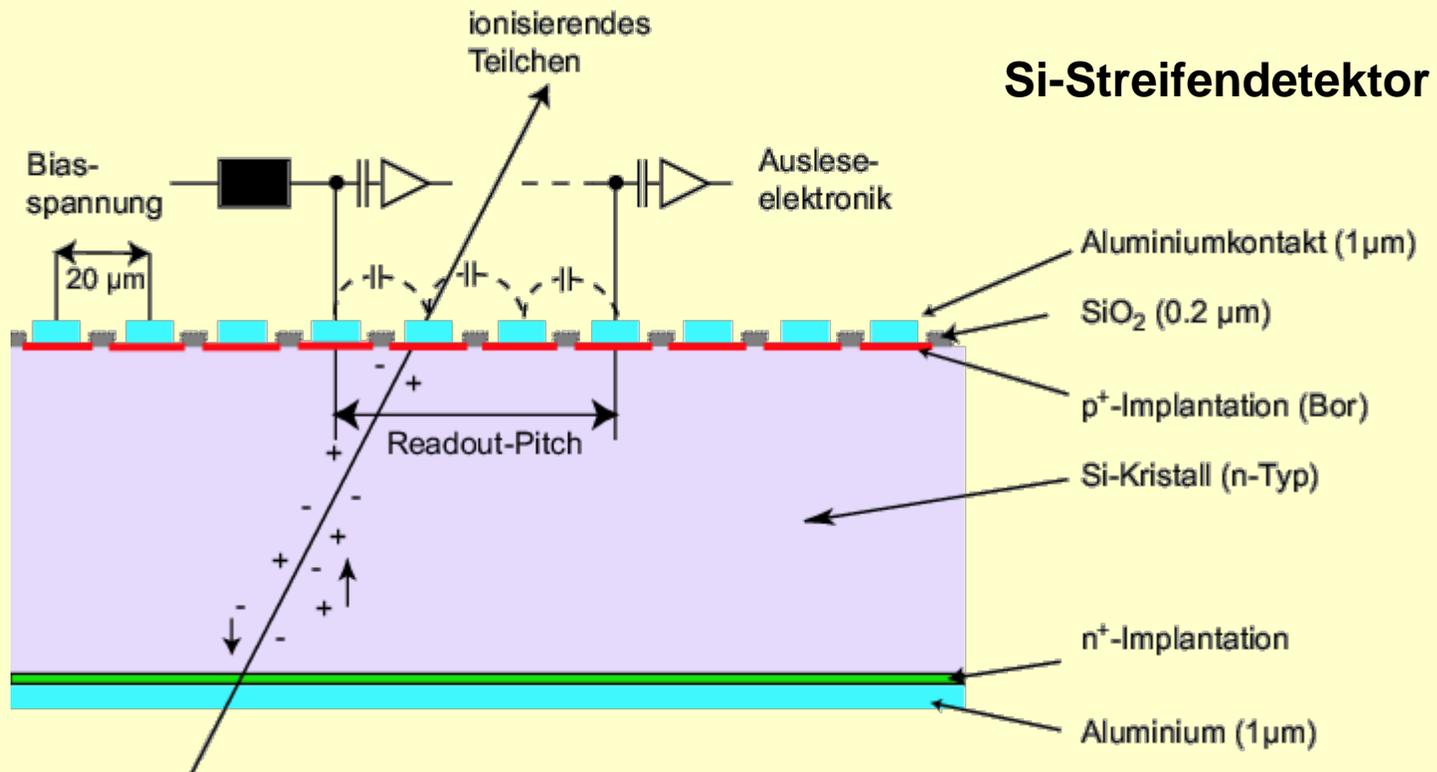
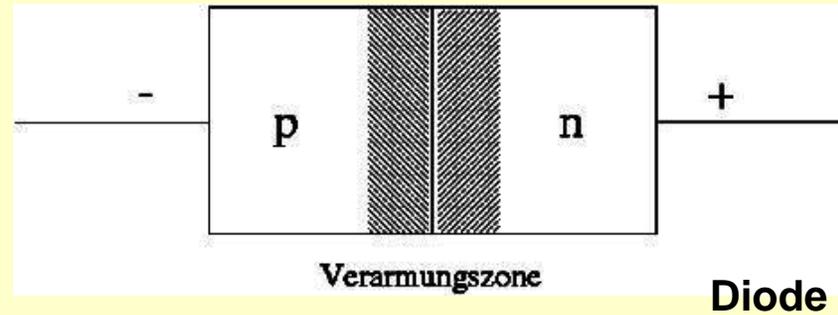


G. Charpak, Nobelpreis 1992

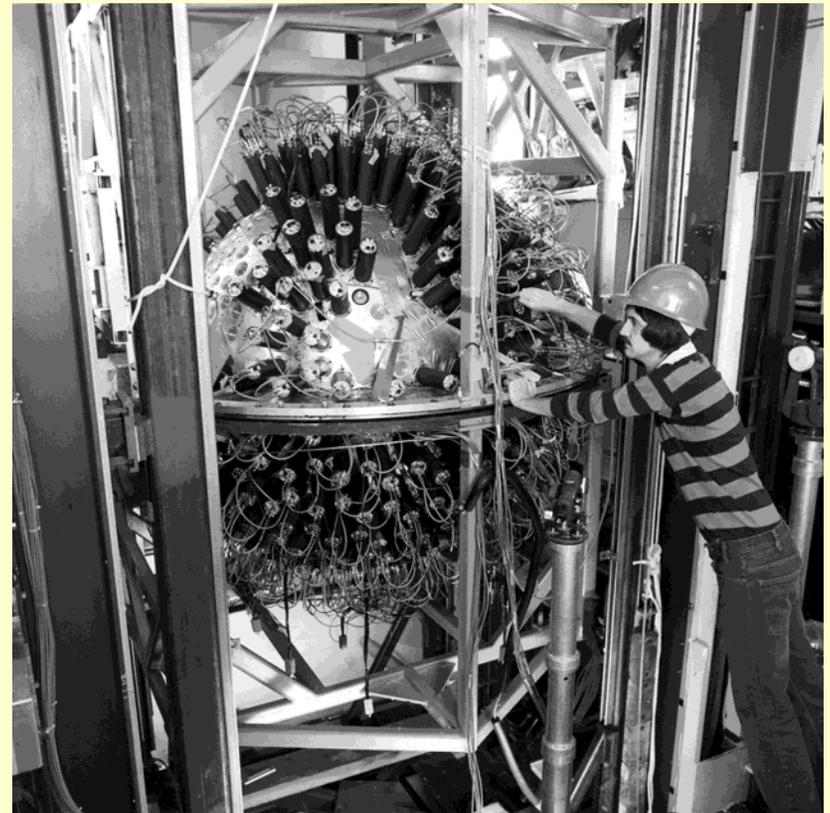
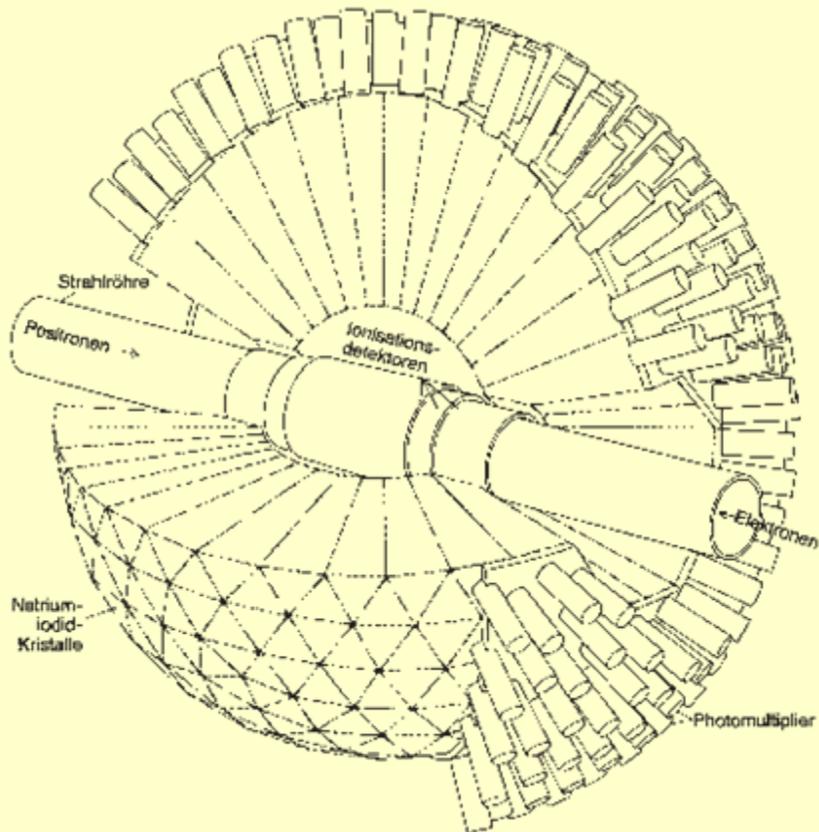
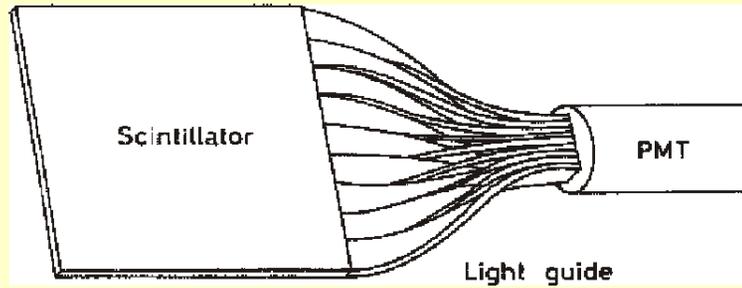
Elektronische Auslese!

Große Kanalzahlen möglich durch integrierte Schaltungen

Halbleiterdetektor



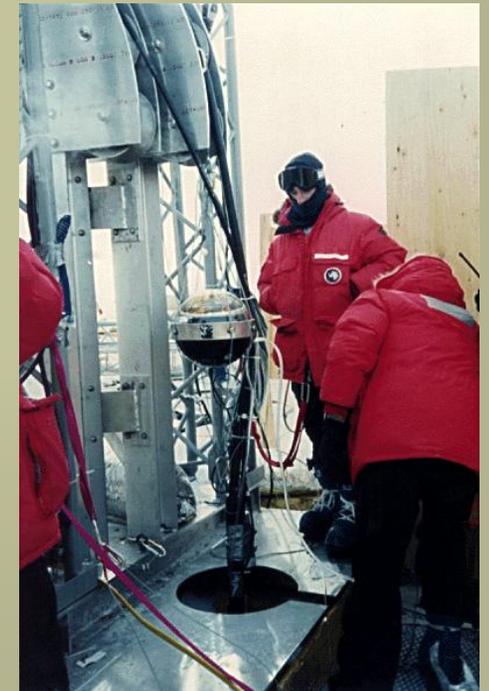
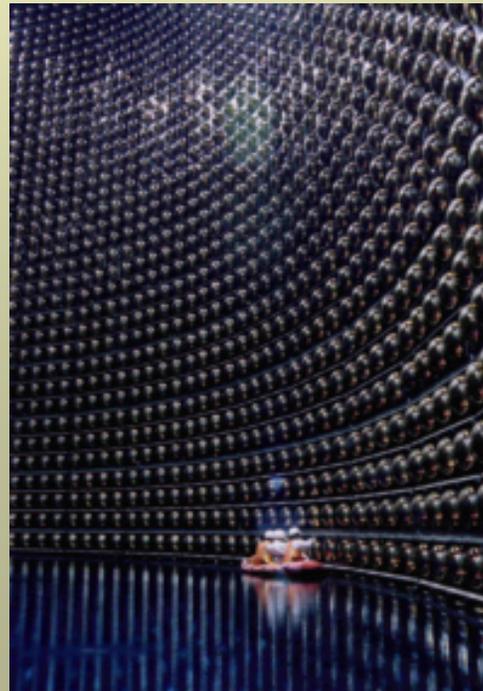
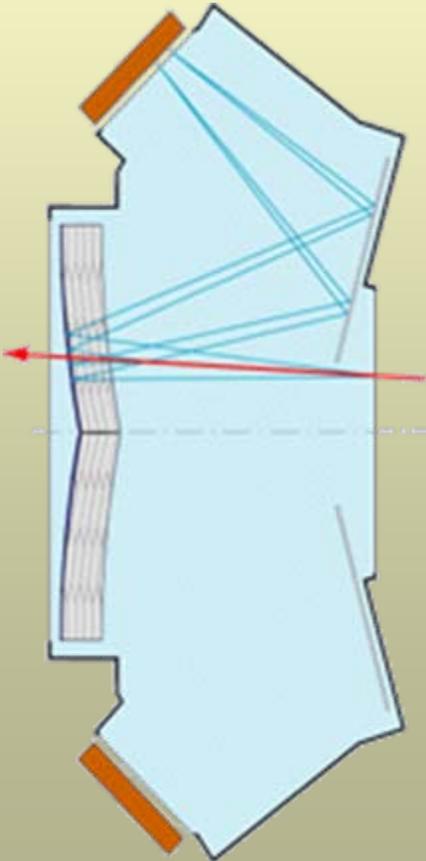
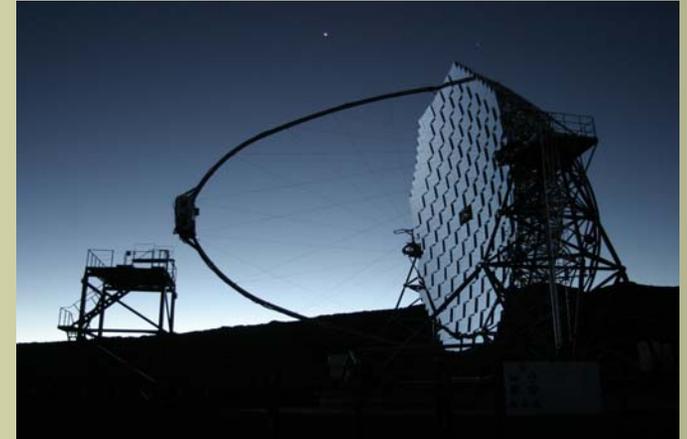
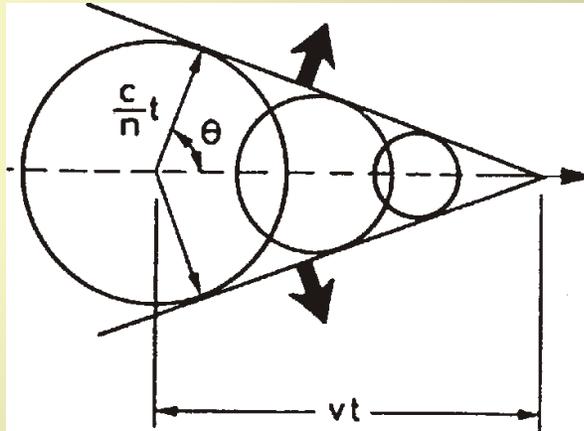
Szintillationszähler



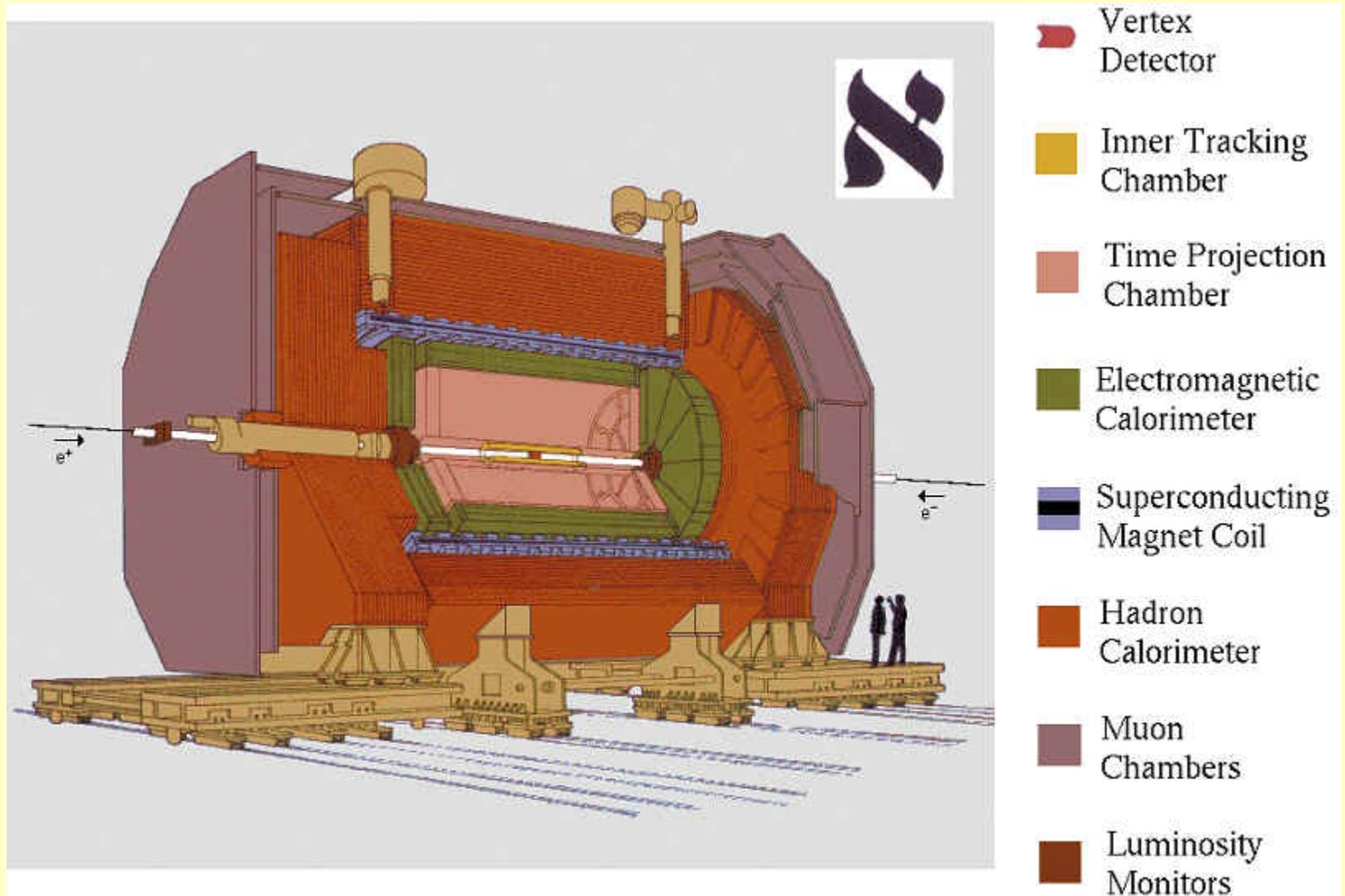


Pavel A. Cherenkov
Nobelpreis 1958

Cherenkov-Detektor

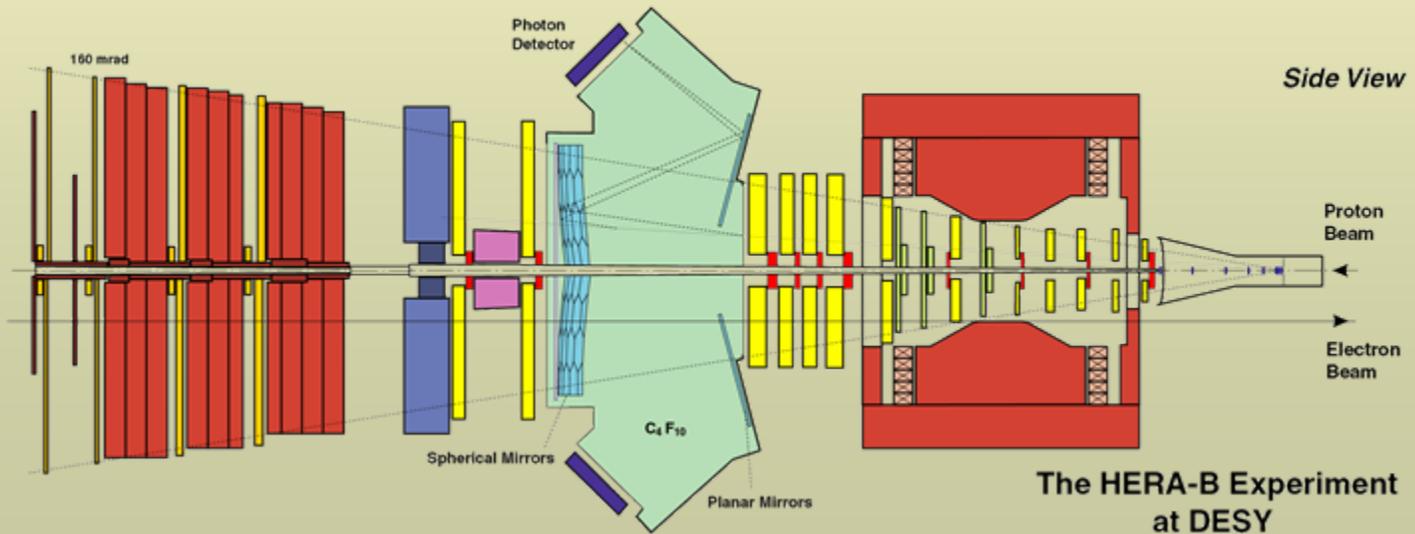
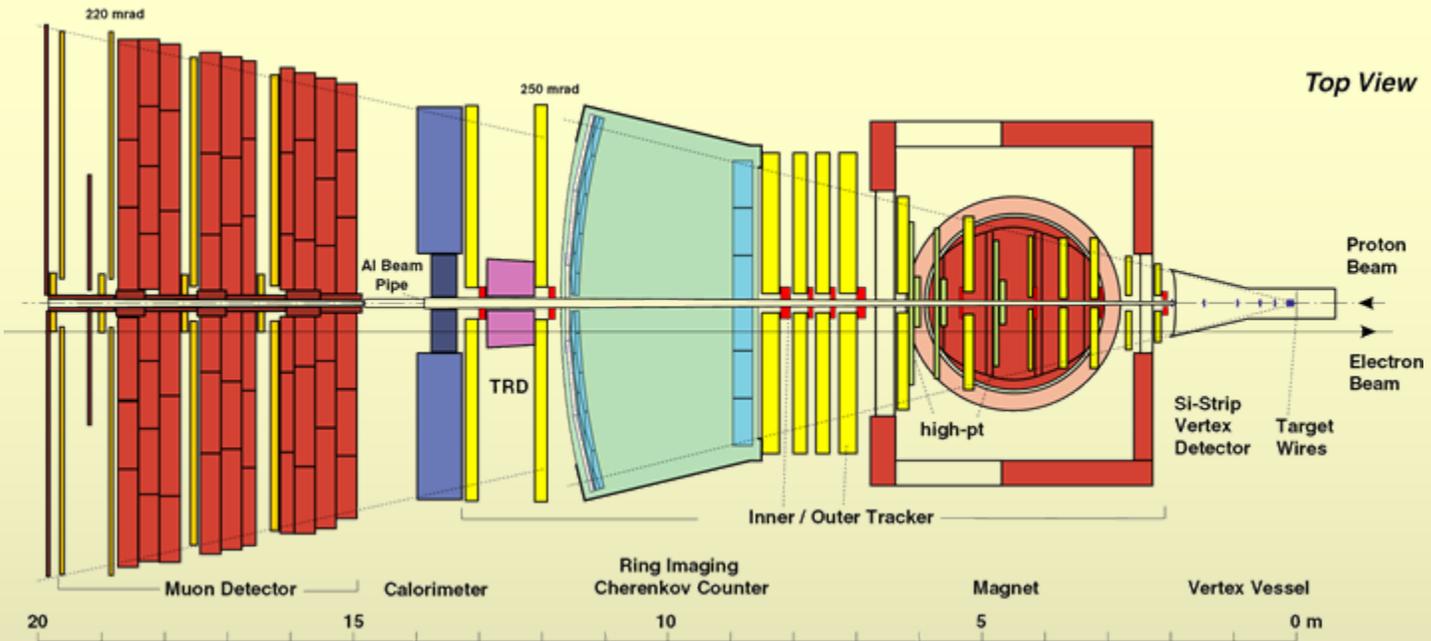


ALEPH-Detektor (Collider-Detektor)

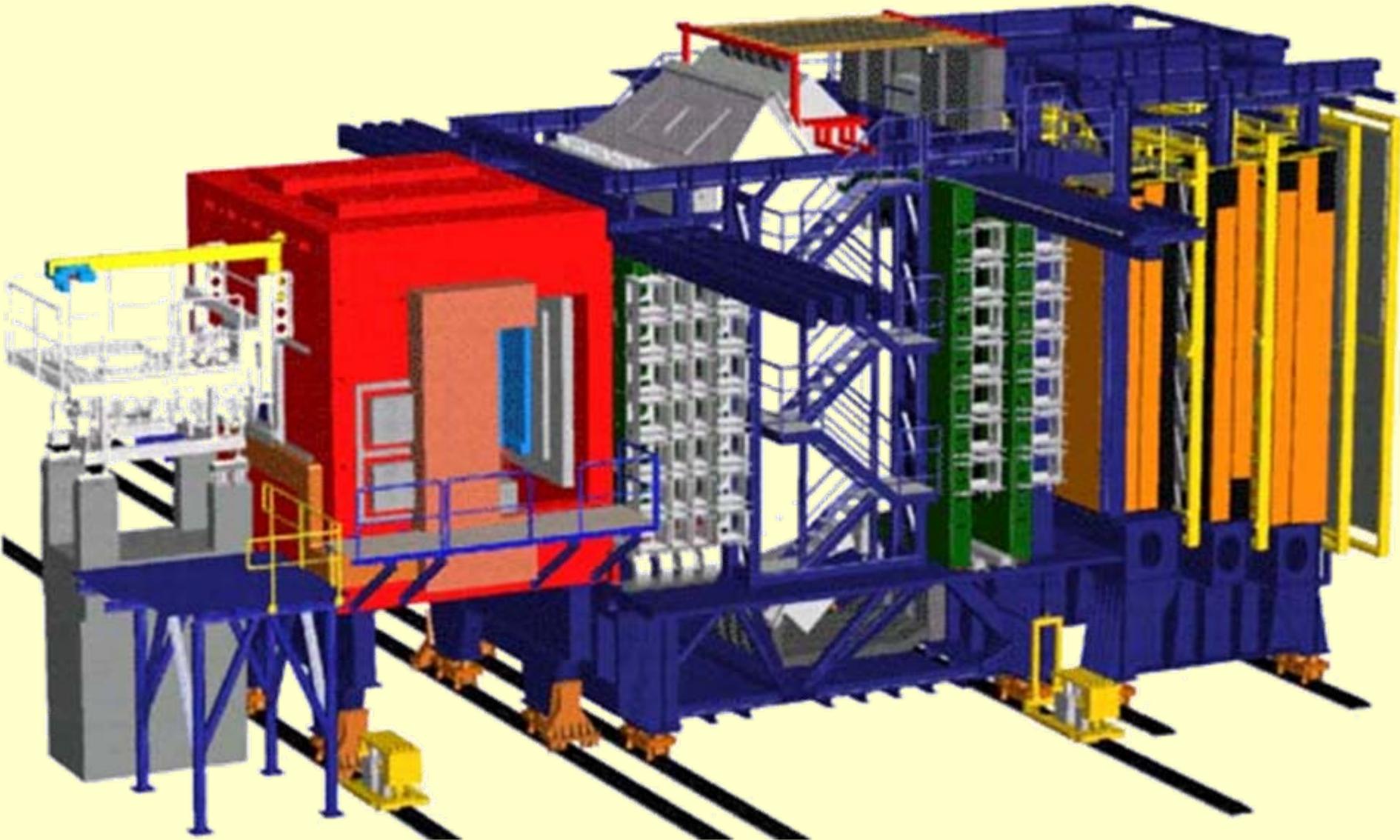


The ALEPH Detector

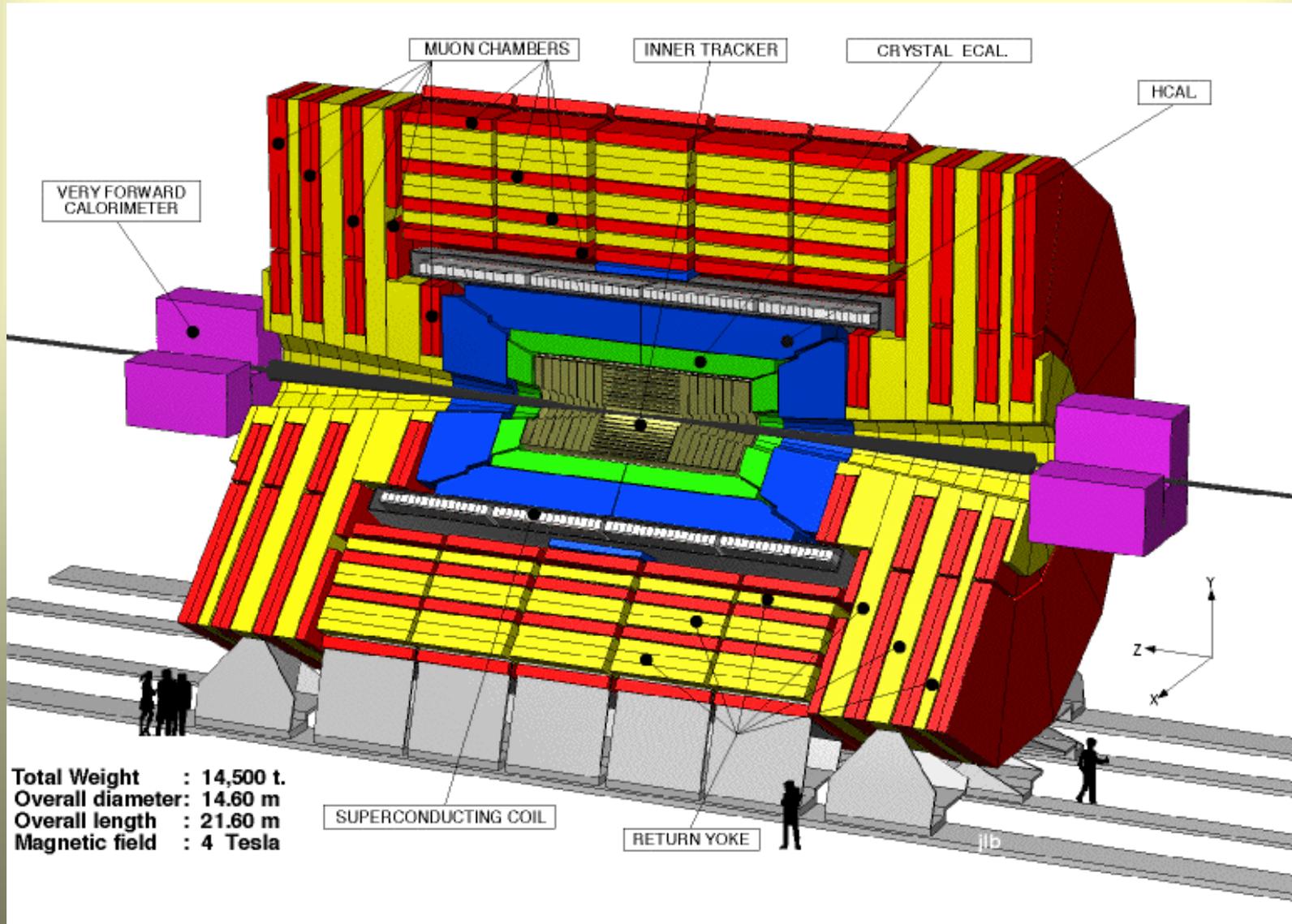
HERA-B-Detektor (fixed target)



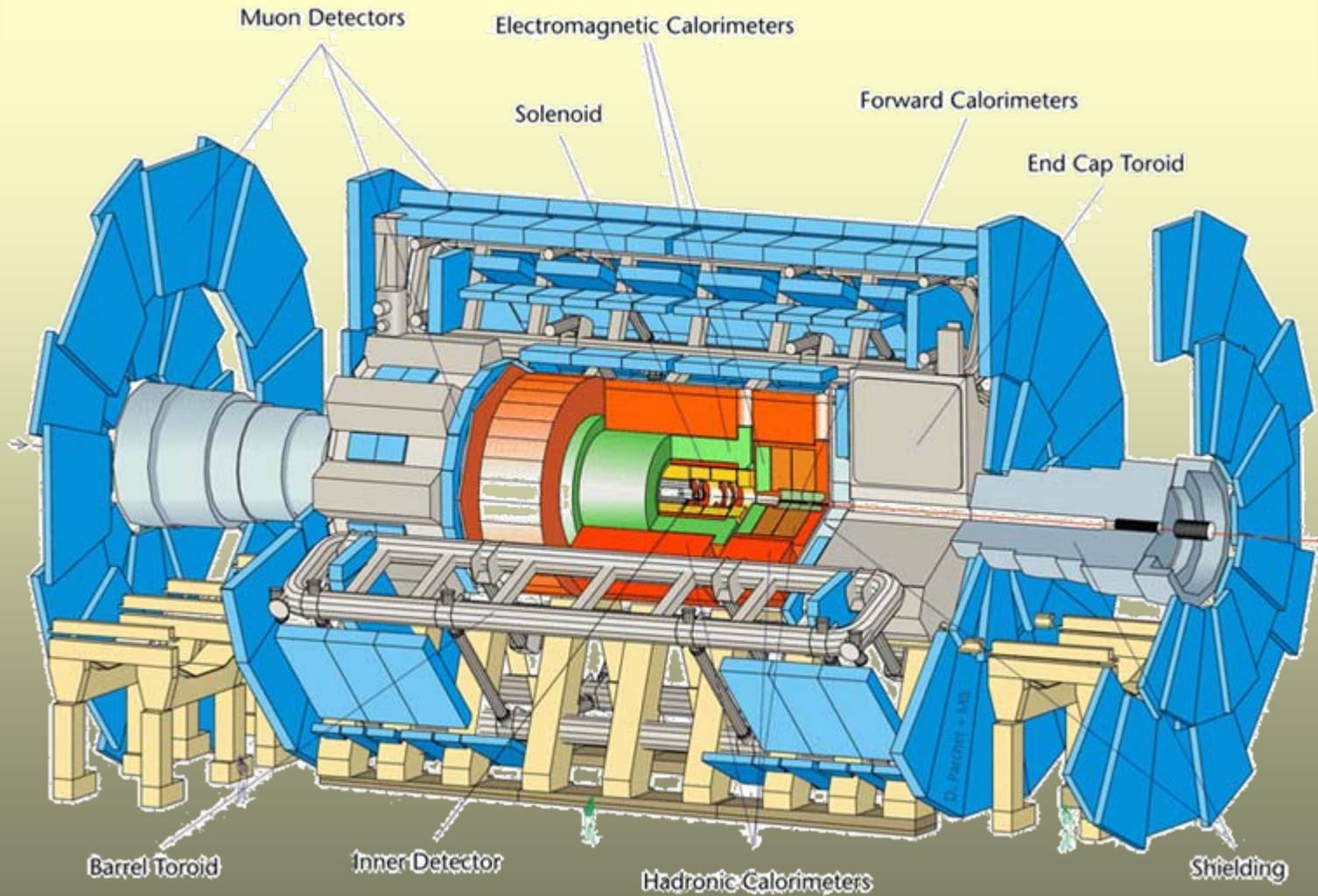
HERA-B-Detektor (fixed target)



CMS-Detektor am LHC



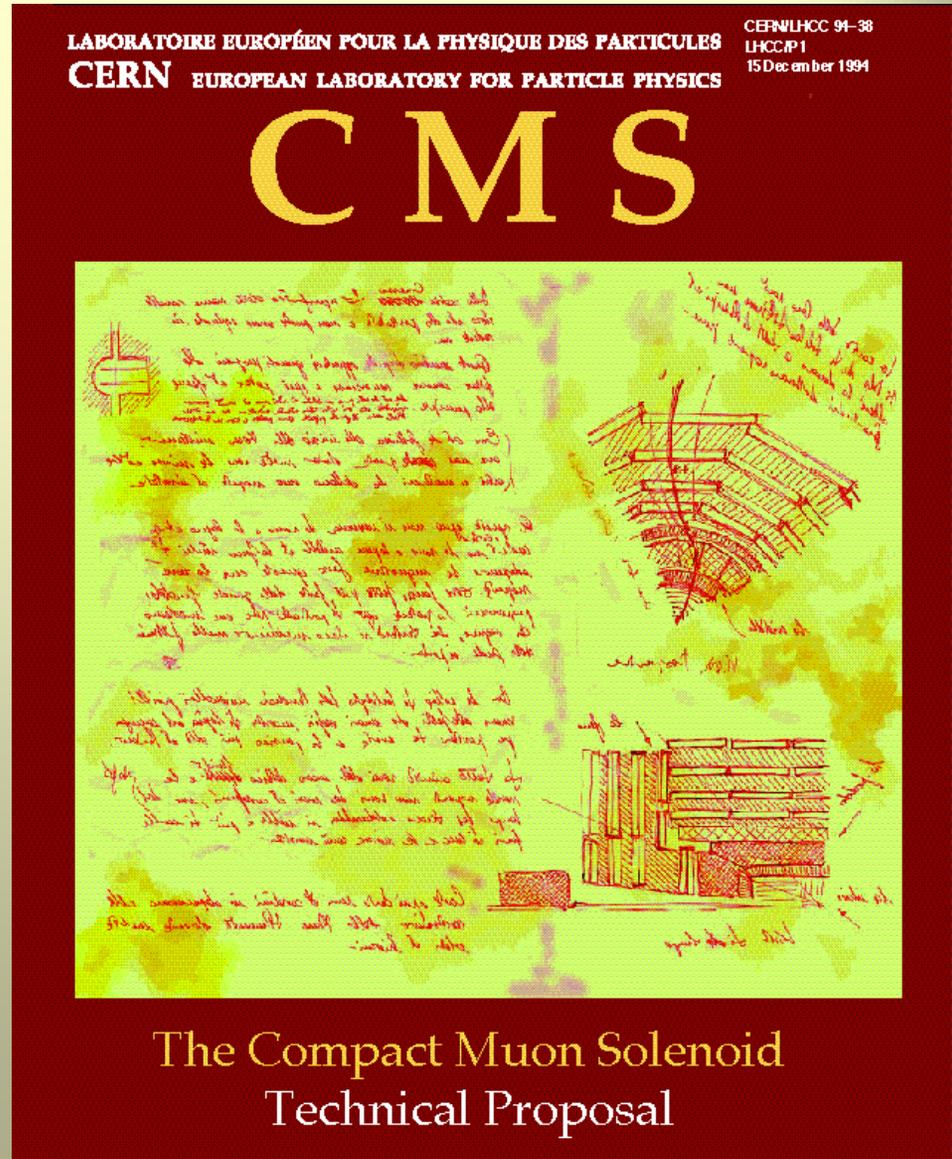
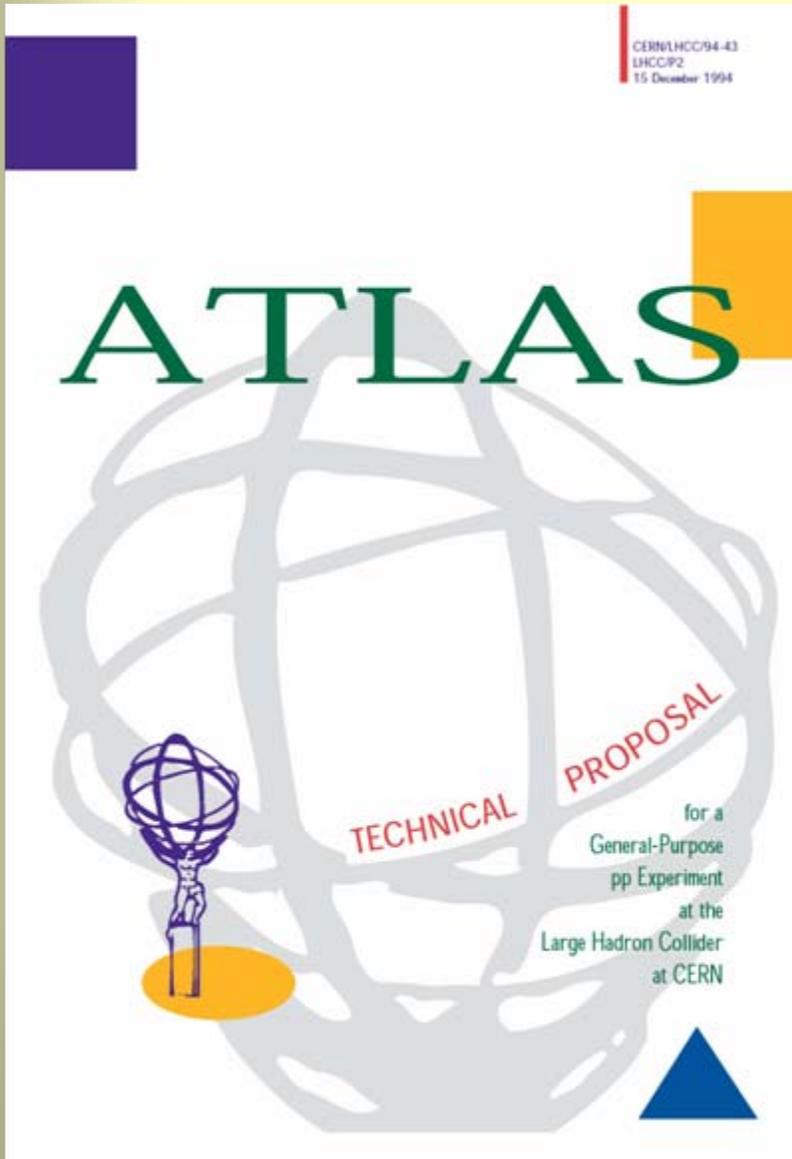
ATLAS-Detektor am LHC



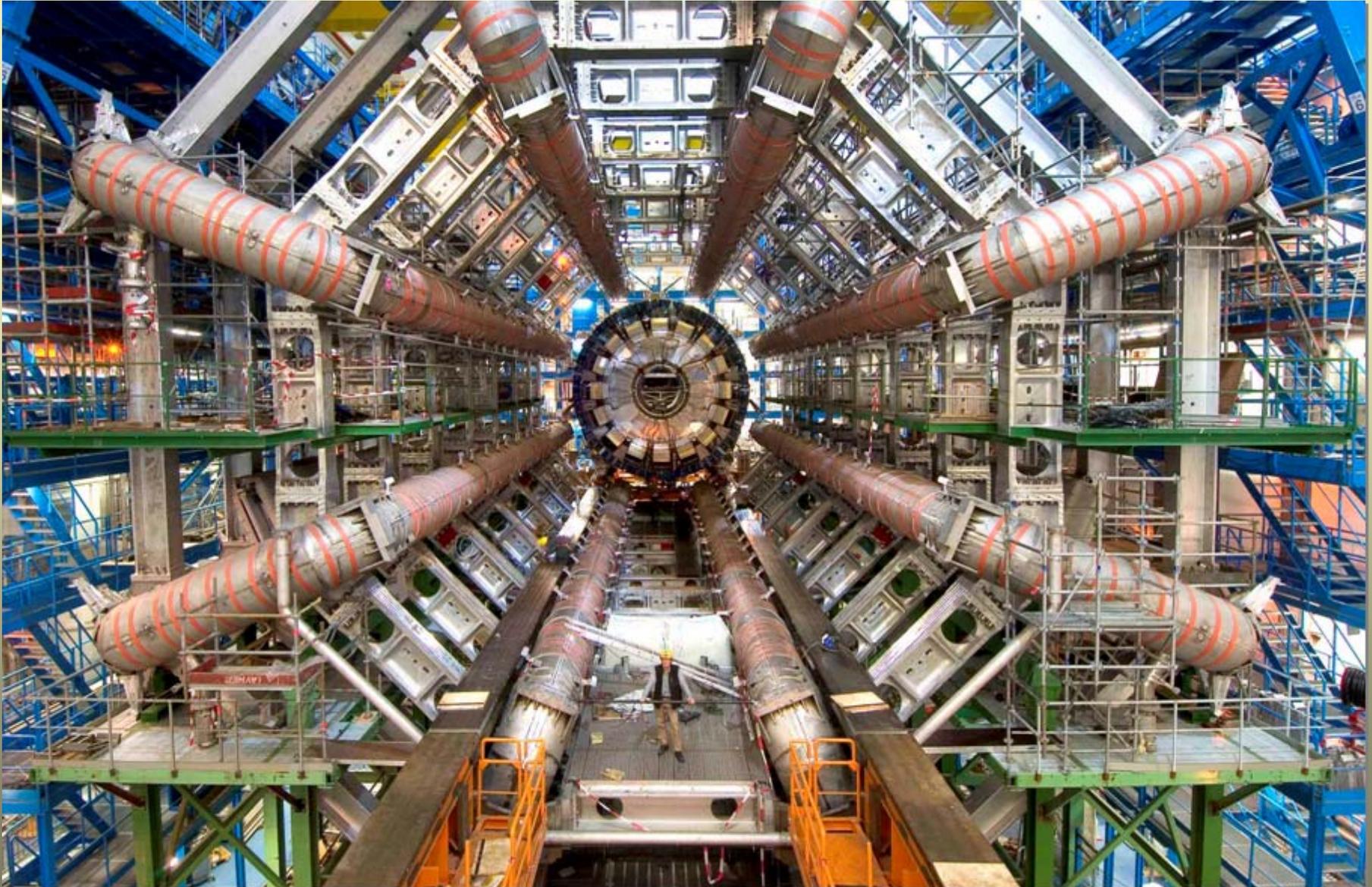
Anforderungen an einen Detektor, Gütekriterien

- 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'**), die von **Expertenkommission** begutachtet wird.
5. Falls positiv: suche Kollaboranten, Mitarbeiter, ...
6. Schreibe ein **'Technical Proposal'**
7. Falls akzeptiert, ist eine wesentliche Hürde genommen.
8. Bringe eine **Kollaboration** zusammen
9. Beantrage **Gelder**
10. Beginne **Detektorentwicklung**
11. Schreibe **'Technical Design Report'**
12. Baue **Prototyp**-Detektorkomponenten
13. **Detektorbau**
14. **Inbetriebnahme** des Detektors
15. **'Mache Physik'** schreibe Publikationen fahre nach **Stockholm**

Dazwischen
immer wieder Berichte
an die Expertenkommission