

Seminar WS 2001/2002 RWTH:

Moderne Methoden/Experimente der Teilchen- und Astroteilchenphysik

Flügge, Grünewald,
Hebbeker, Lanske,
Mnich, Schael,
Struczinski, Wallraff

- **Elementarteilchenphysik/Astroteilchenphysik**
- **Seminarthemen**
- **Organisation**

Das Standardmodell der Teilchenphysik

Materie: Spin $\frac{1}{2}$ - Fermionen:

Leptonen: $\begin{pmatrix} \nu_e \\ e \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} \nu_\mu \\ \mu \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} \nu_\tau \\ \tau \end{pmatrix}$

Quarks: $\begin{pmatrix} u & u & u \\ d & d & d \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} c & c & c \\ s & s & s \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} t & t & t \\ b & b & b \end{pmatrix}$

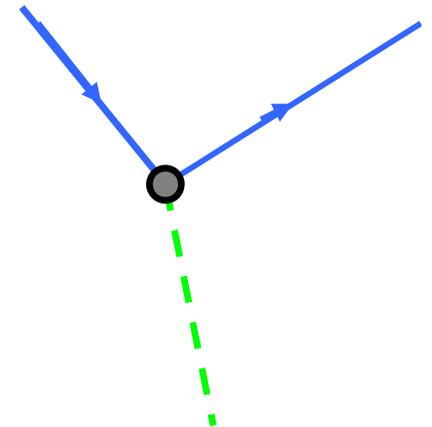
Wechselwirkungen: Spin 1 – Eichbosonen:

elektroschwach:

Photon	γ	masselos
Z-Boson	Z	91 GeV
W-Boson	W^+ W^-	80 GeV

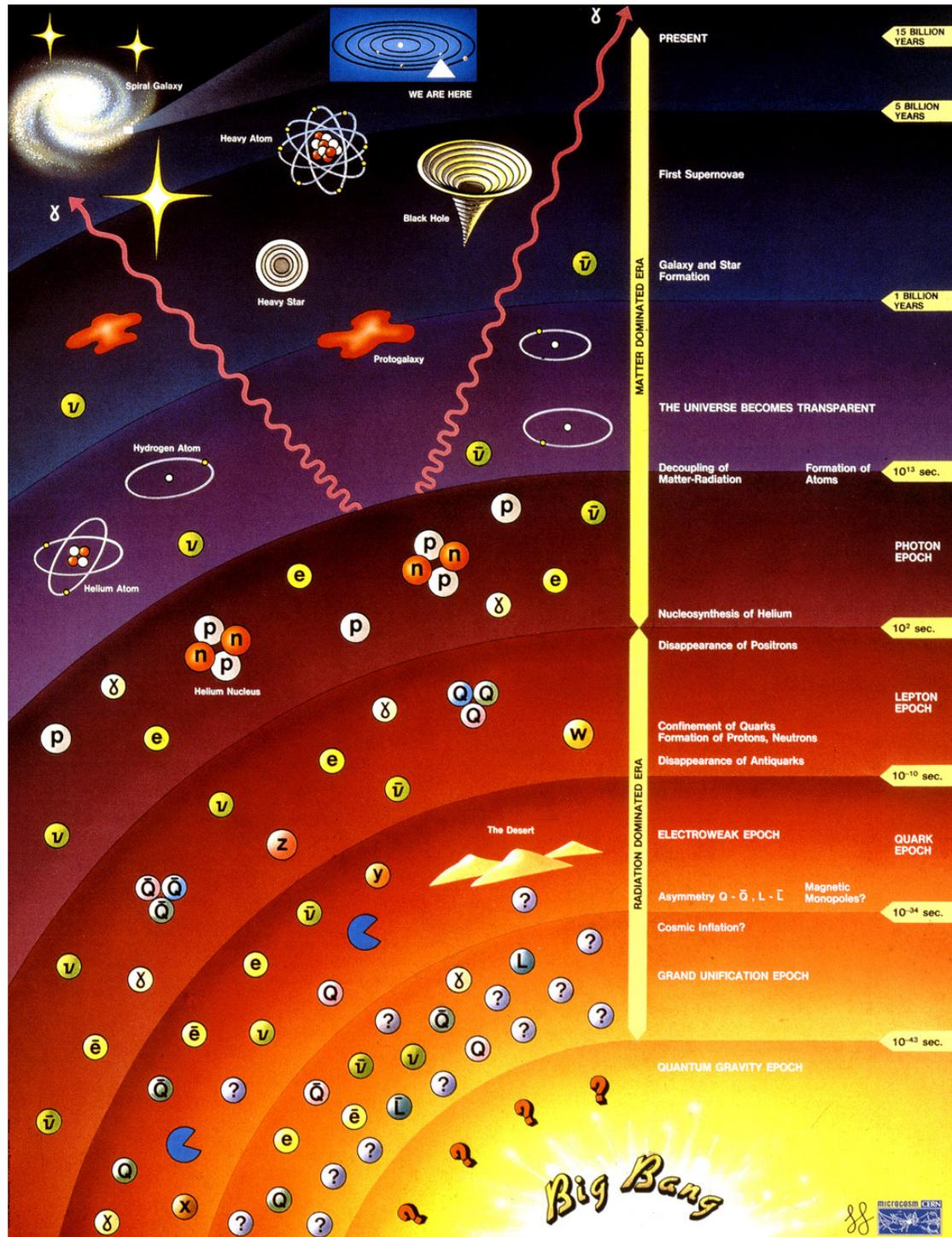
stark:

Gluon	g	masselos
-------	---	----------



(Fast) alle experimentellen Daten werden akkurat beschrieben!

Teilchenphysik und Astrophysik



Dunkle Materie =
Neutralino ?
(Supersymmetrie)

Teilchenbeschleuniger
untersuchen Prozesse
 10^{-10} s nach dem Urknall

Materie- Antimaterie-
Asymmetrie ?

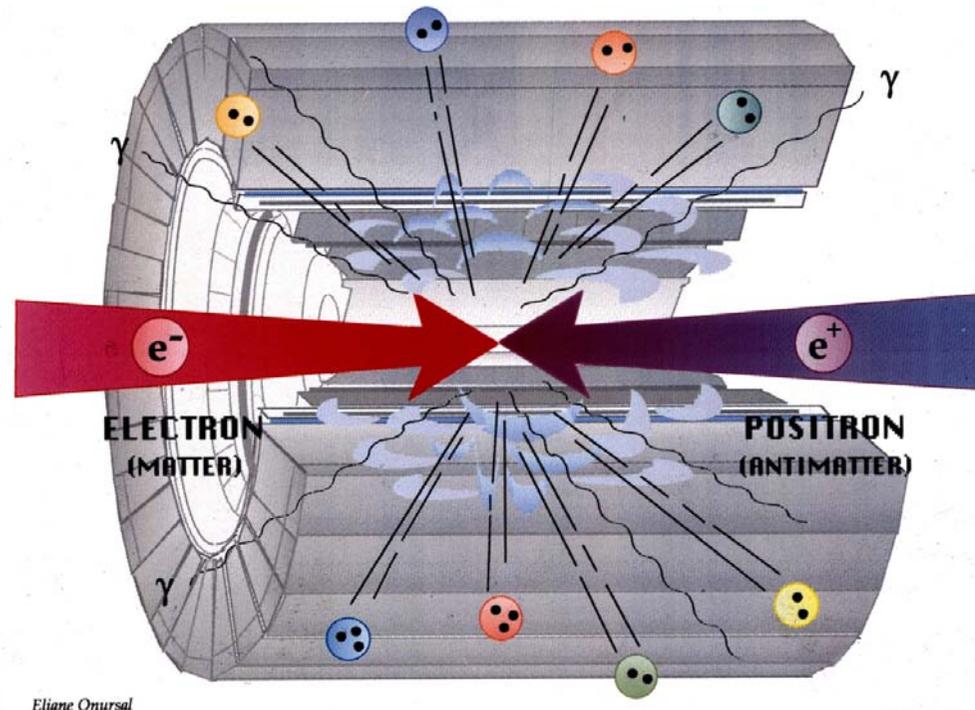
Fundamentale Fragen

- Gibt es das Higgs-Boson ? (1,16)
- Gibt es Korrekturen zum Standardmodell ? (17, 18)
- Ist die Natur „supersymmetrisch“ ? (10, 16)
- Haben Neutrinos eine Masse ? (6,7)
- Gibt es genau 3 Familien ? Warum ?
- Verstehen wir die Gravitation ?
- Dunkle Materie ? (10, 11)
- Dunkle Energie ? (14)
- Warum ist das Universum „flach“ ? (13)
- Wie funktionieren kosmische Beschleuniger ? (19)
- Gibt es Antimaterie im Universum ? Warum nicht ? (12)
- ...

Methoden der Teilchenphysik

Werkzeuge:

- Teilchenbeschleuniger
- Teilchendetektoren



Unschärferelation: $\Delta x \approx 1/E$

Neue schwere Teilchen (Masse m):

Studium der Kräfte bei hohen Energien:

(Big Bang!)

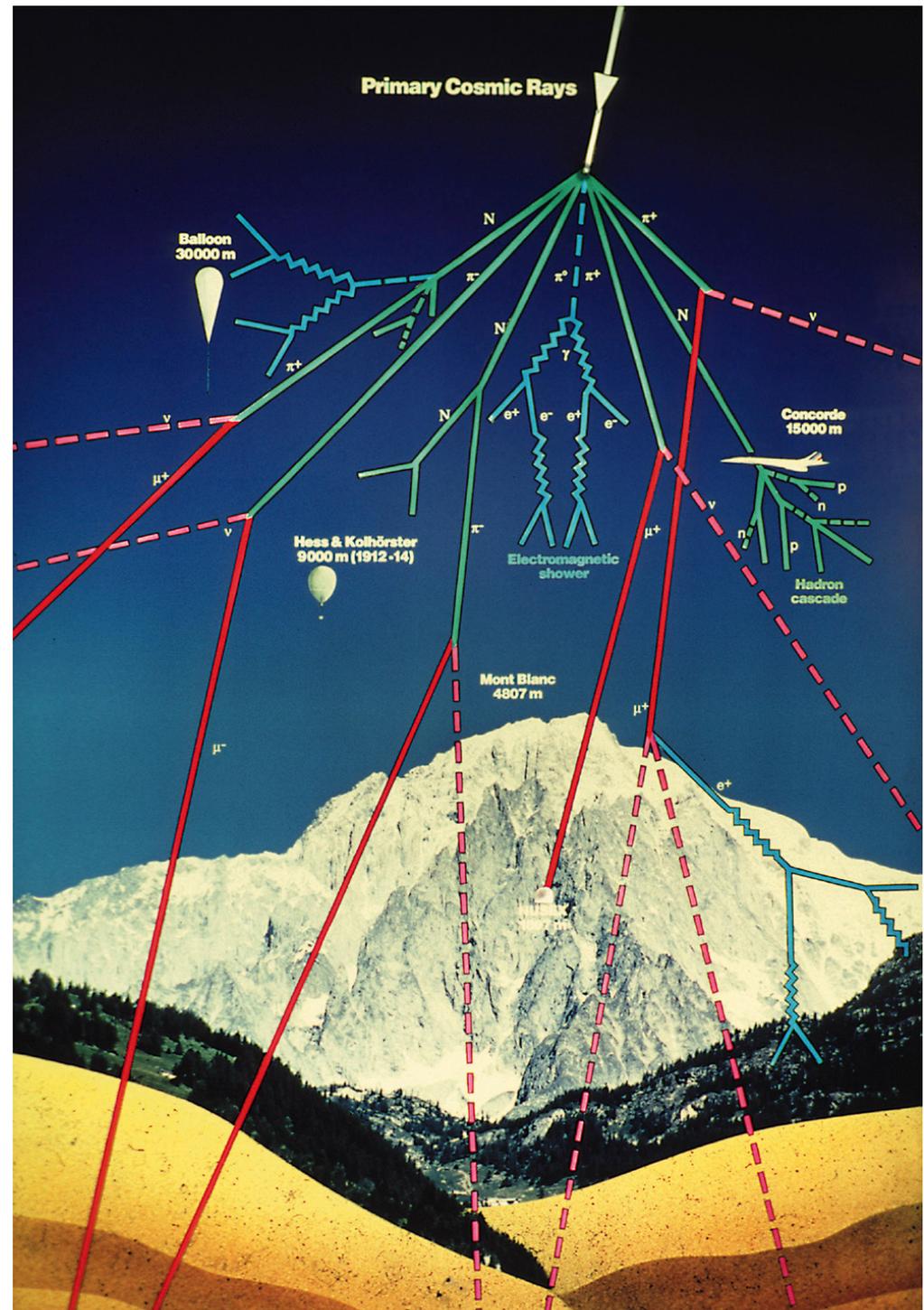
**HOHE
ENERGIE !**

Mögliche Seminarthemen (Teilchenphysik)

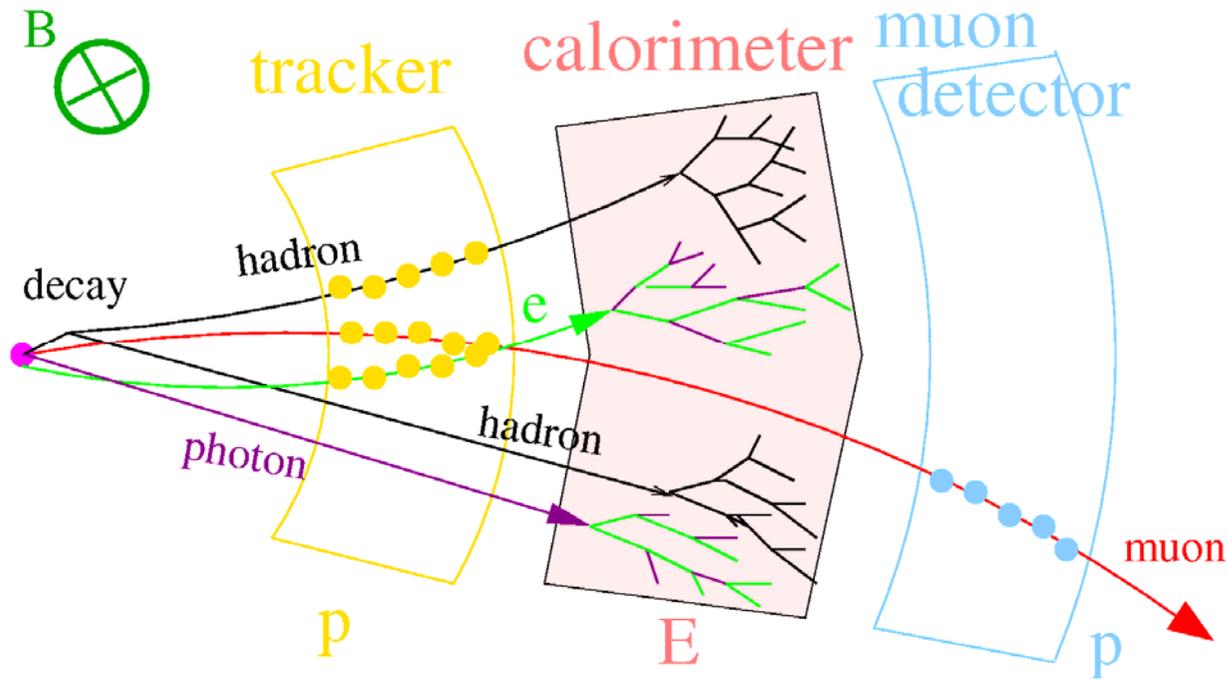
No	SPRECHER	THEMA	BETREUER
1		Das Standardmodell der Teilchenphysik	M.G.
2	A.S.	Einführung in die Kosmologie	
3		Astroteilchenphysik - Überblick	
4		Grundlagen von Teilchendetektoren	W.S.
5		Einführung in Teilchenbeschleuniger	W.S.
6		Atmosphärische Neutrinos	W.W., W.S. ?
7		Solare Neutrinos	T.H.
8		Messungen zur CP-Verletzung	D.L. ?
9		Gross-Detektoren an Hadron-Kollidern	
10		Dunkle Materie – experimentelle und theor. Grundlagen	S.S.
11		Die Suche nach Dunkler Materie	S.S.
12		Suche nach Antimaterie im Weltraum	W.W.
13		Neue Messungen der kosmischen Hintergrundstrahlung	D.L. ?
14		Messung der kosmologischen Expansion mit Supernovae	D.L.
15		Gamma Ray Burster	
16		Suche nach dem Higgs und anderen neuen Teilchen	J.M.
17		Tests der Quantenchromodynamik	M.G. ?
18		Präzisionsmessungen zur elektroschwachen Wechselwirkung	M.G.
19		Kosmische Teilchenbeschleuniger	W.W.
20		Nachweis hochenergetischer kosmische Strahlung	T.H.

(3) Astroteilchenphysik

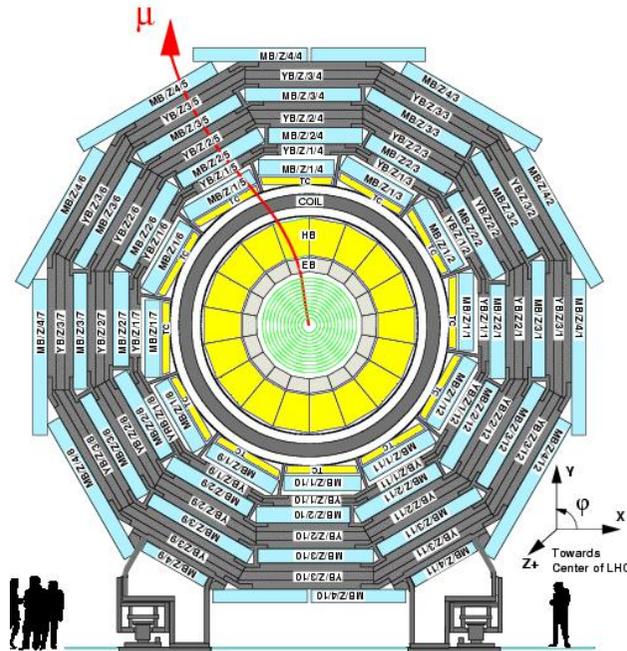
- geladene kosmische Strahlung
- hochenergetische Photonen
- Neutrinos (Supernovae, Sonne, ?)
- Antimaterie-Kerne ?
- Dunkle Materie ?



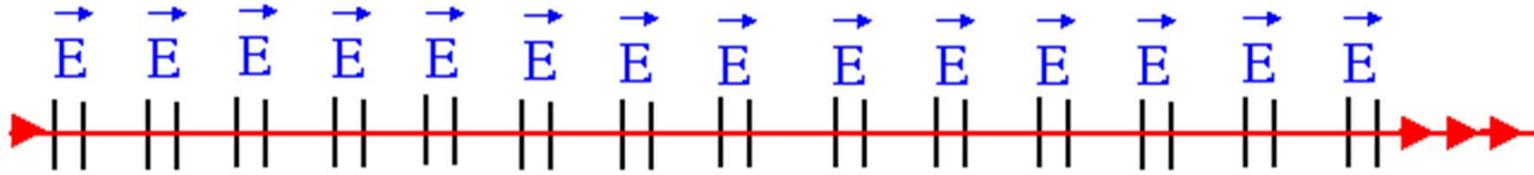
(4) Grundlagen von Teilchendetektoren



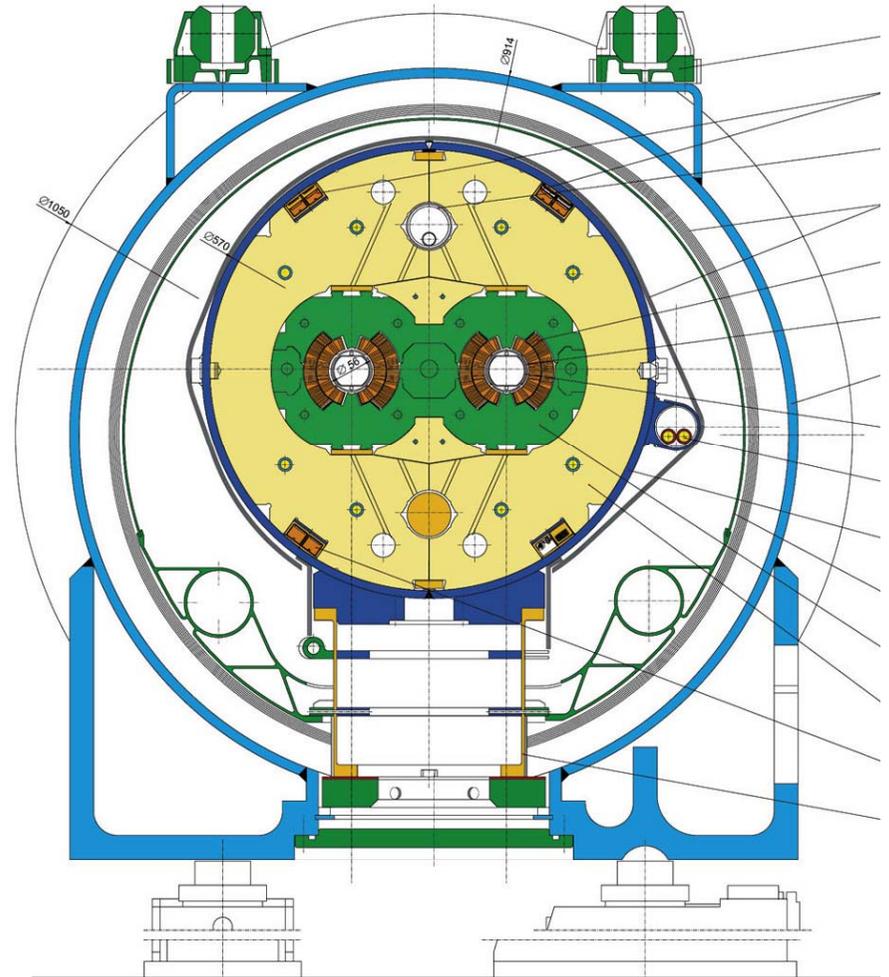
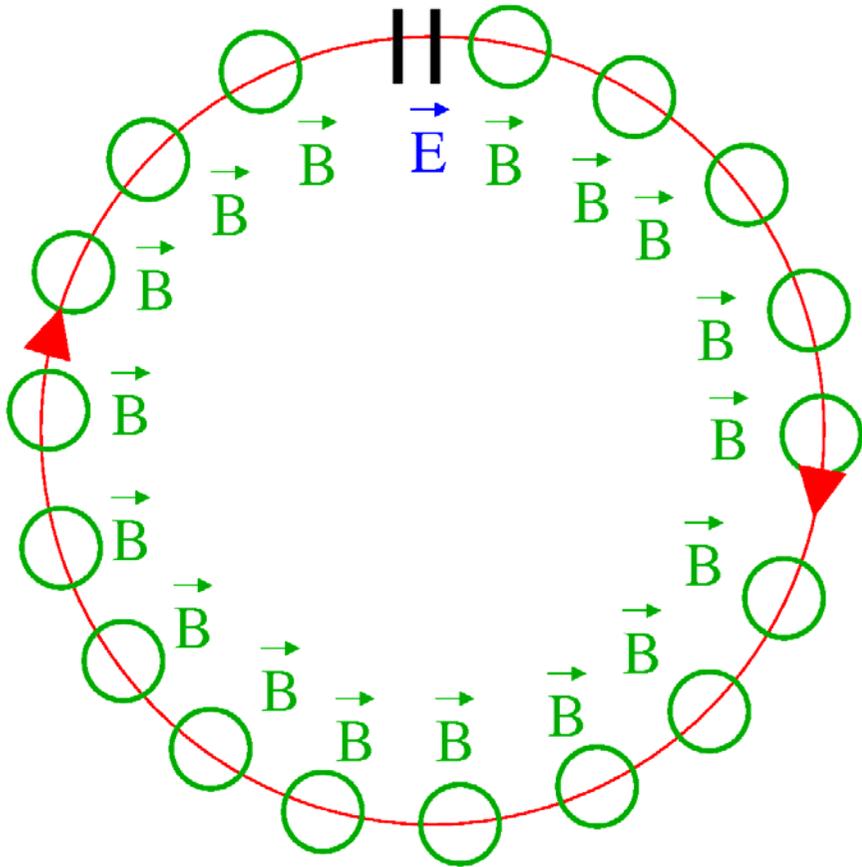
(9) Grossdetektoren an Hadronkollidern



(5) Einführung in Teilchenbeschleuniger

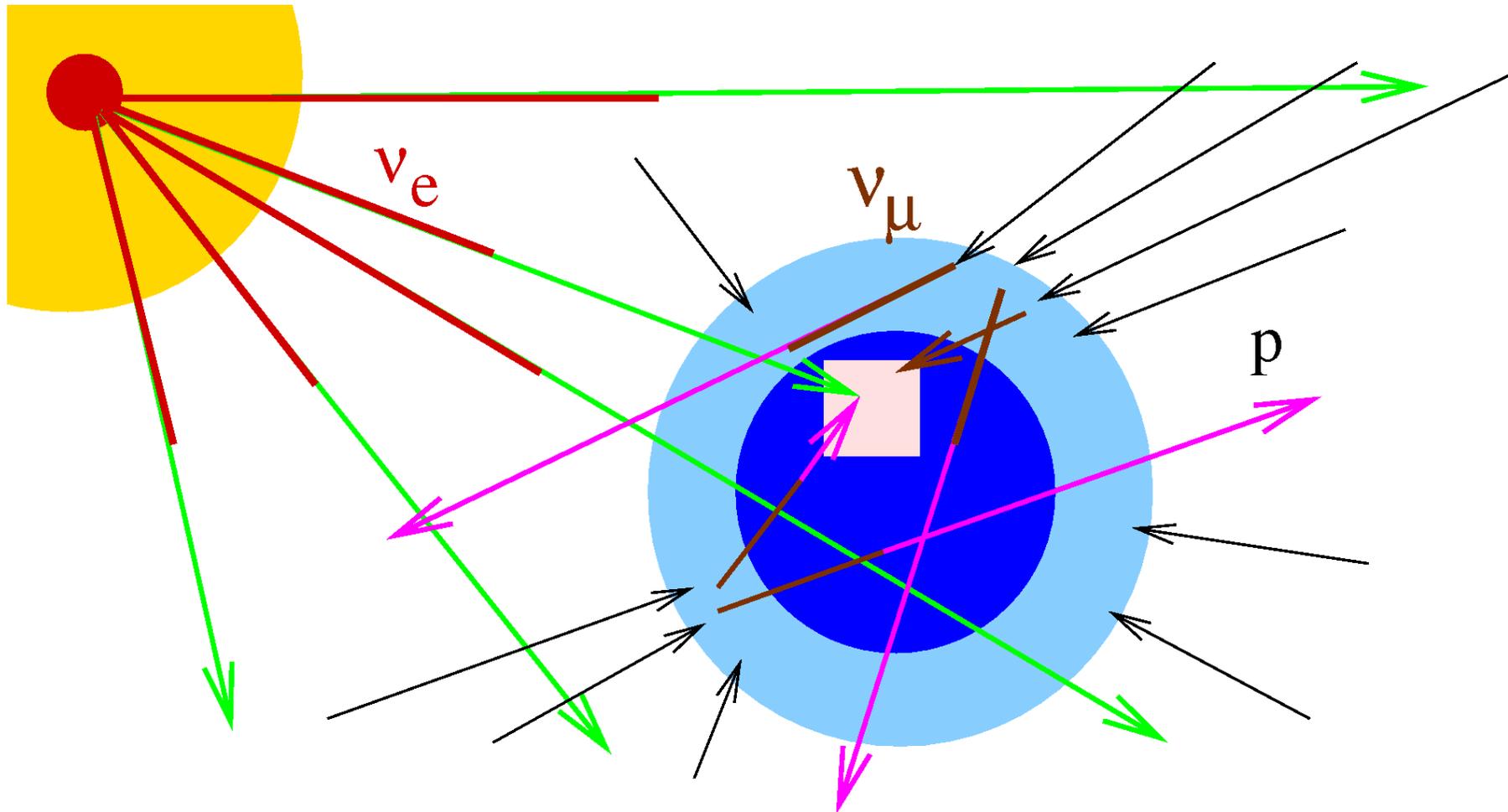


CERN AC/DI/MM - HE107 - 30 04 1999



(6) Atmosphärische Neutrinos

(7) Solare Neutrinos

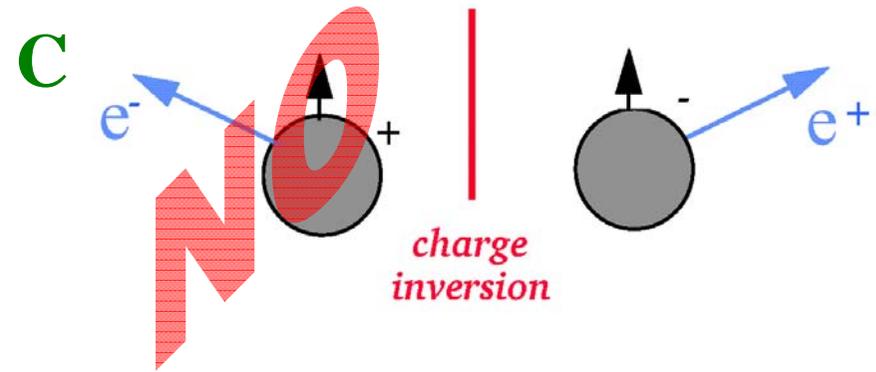
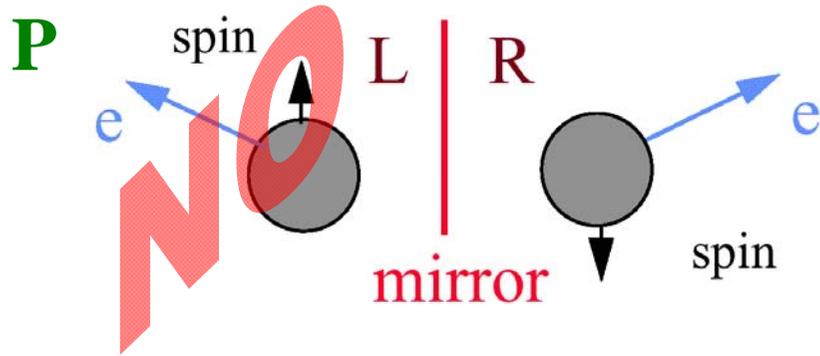


Neutrino-Sorten wandeln sich ineinander um!

Neutrinos haben Masse !

(8) Messungen zur CP-Verletzung

Materie-Antimaterie-Asymmetrie!



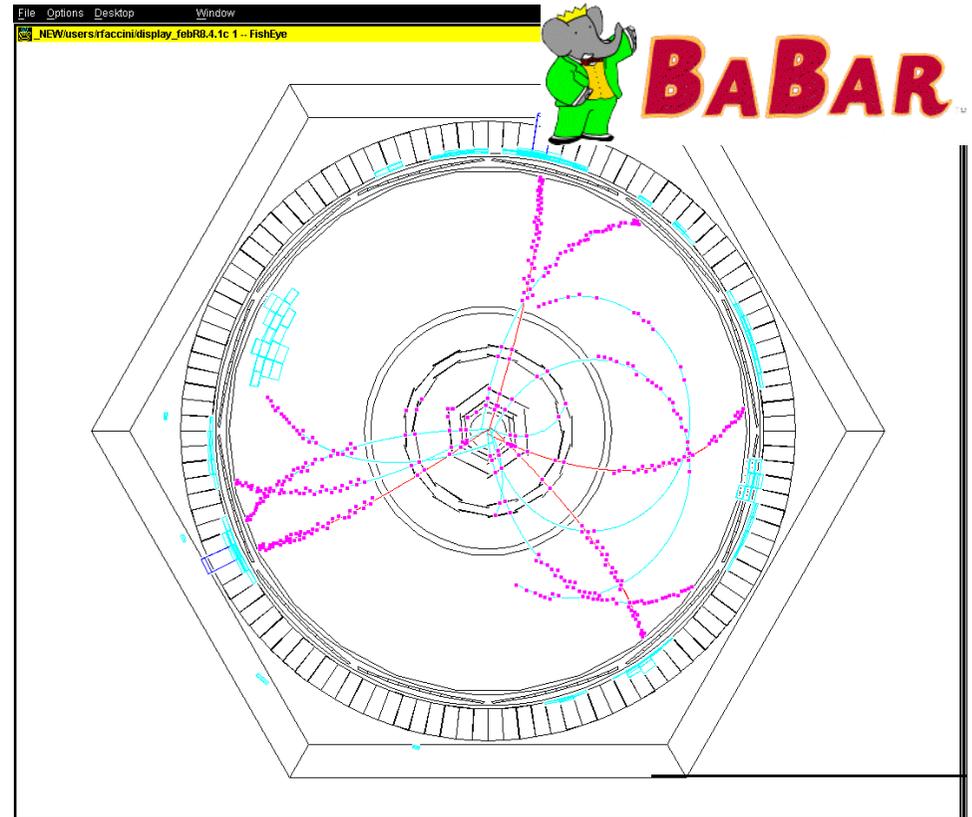
1964: $K_l^0 \rightarrow \pi \pi$

$CP = -1$ $CP = +1$

2001: $B^0 \rightarrow J / \psi K_s$

≠

$\bar{B}^0 \rightarrow J / \psi K_s$

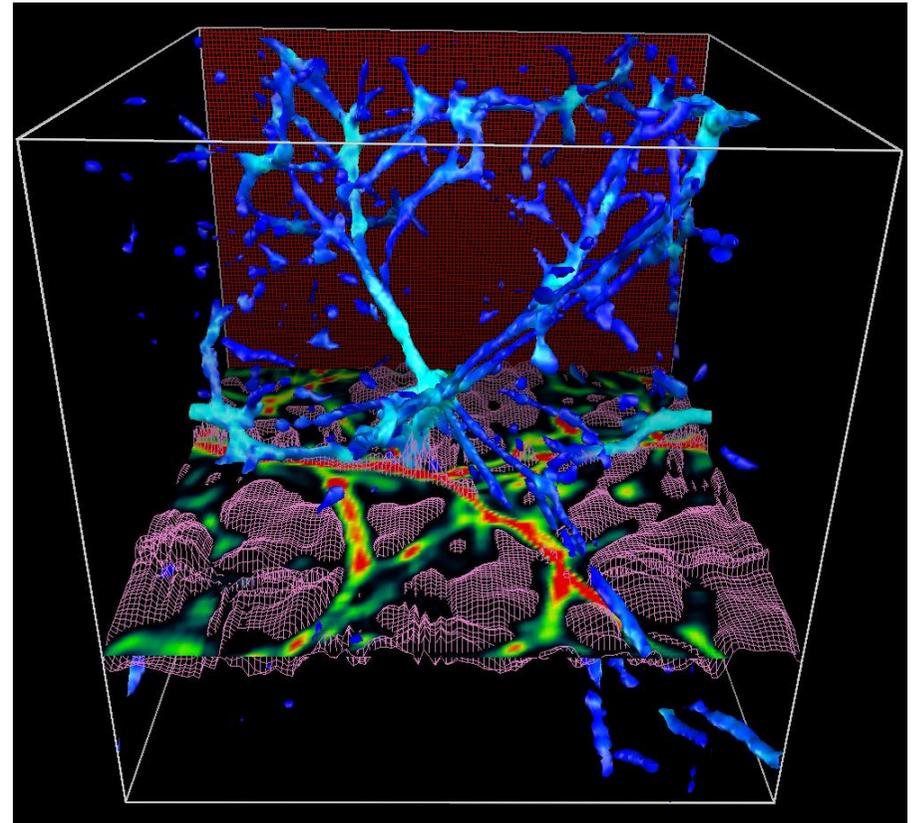


(10) Dunkle Materie - Experimentelle und Theoretische Grundlagen



Halo um Galaxien ?

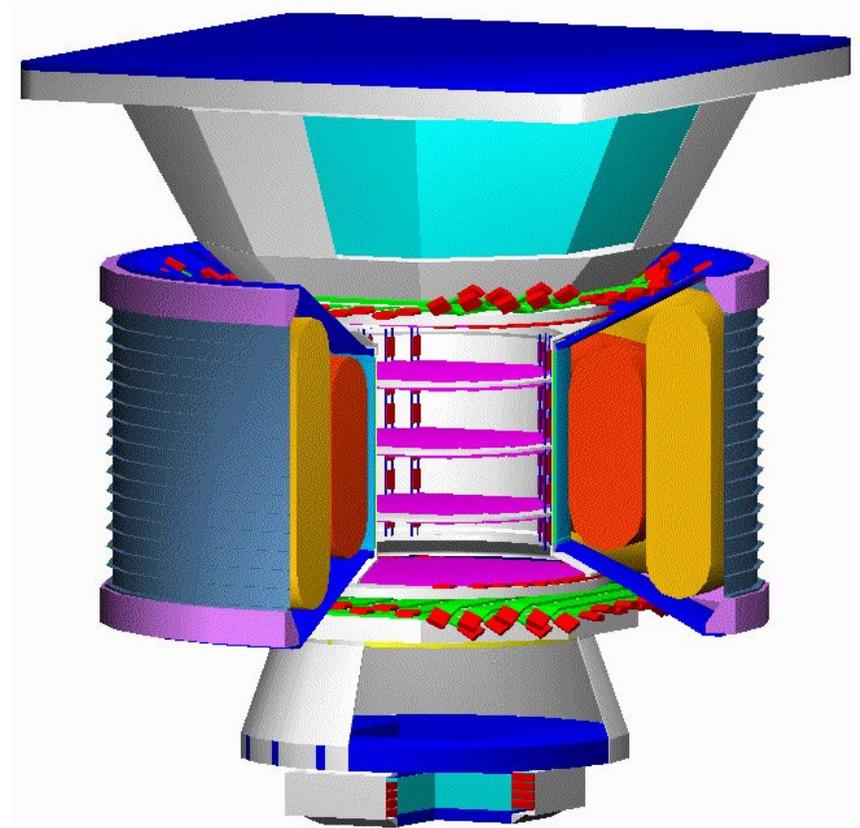
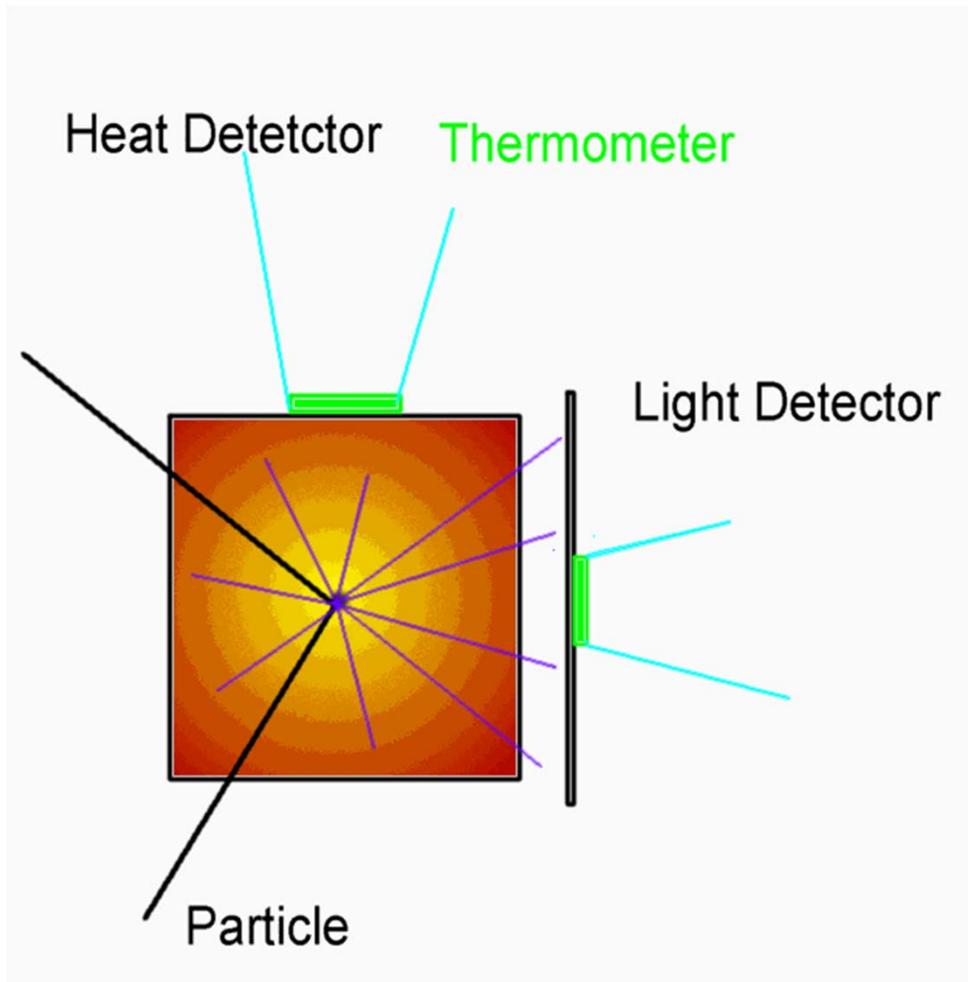
Simulation Materieverteilung
Universum



(11) Die Suche nach Dunkler Materie - Experimente auf der Erde und im Weltraum

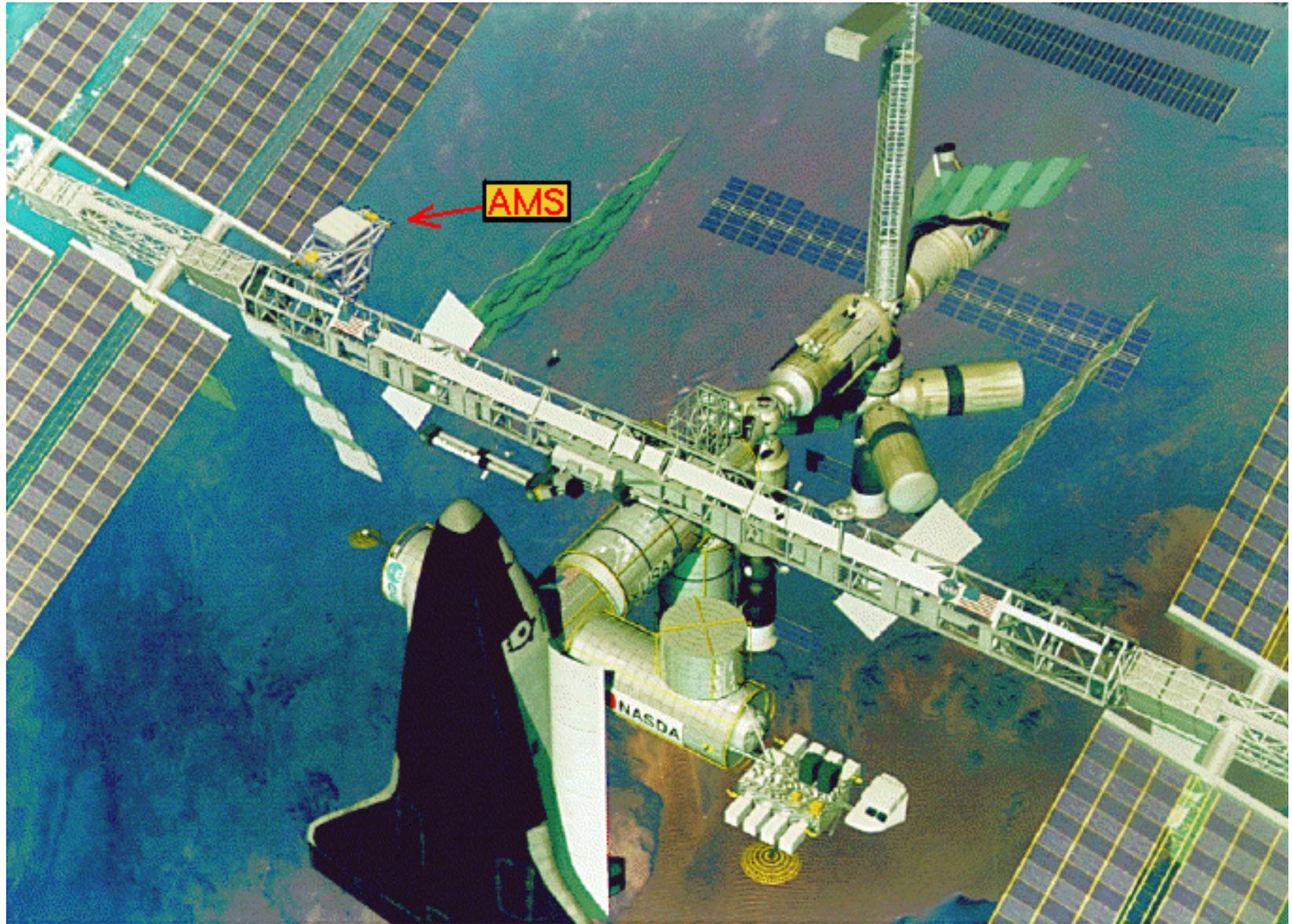
CRESST

AMS



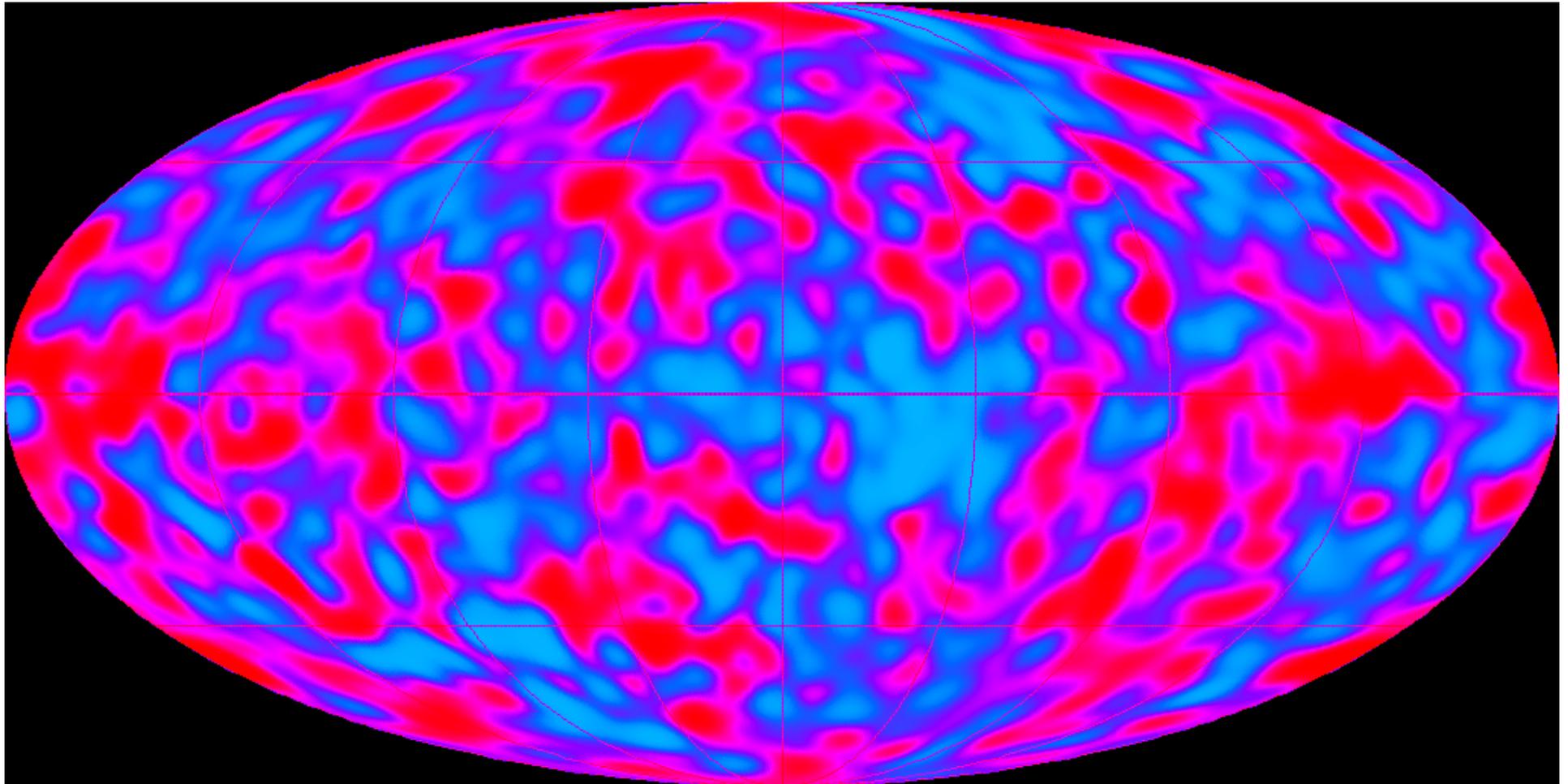
(12) Suche nach Antimaterie im Weltraum

T.Hebbeker July 2001



Antigalaxien ? Antisterne ? Antiatome ? → **Antikerne !**

(13) Neue Messungen der kosmischen Hintergrundstrahlung

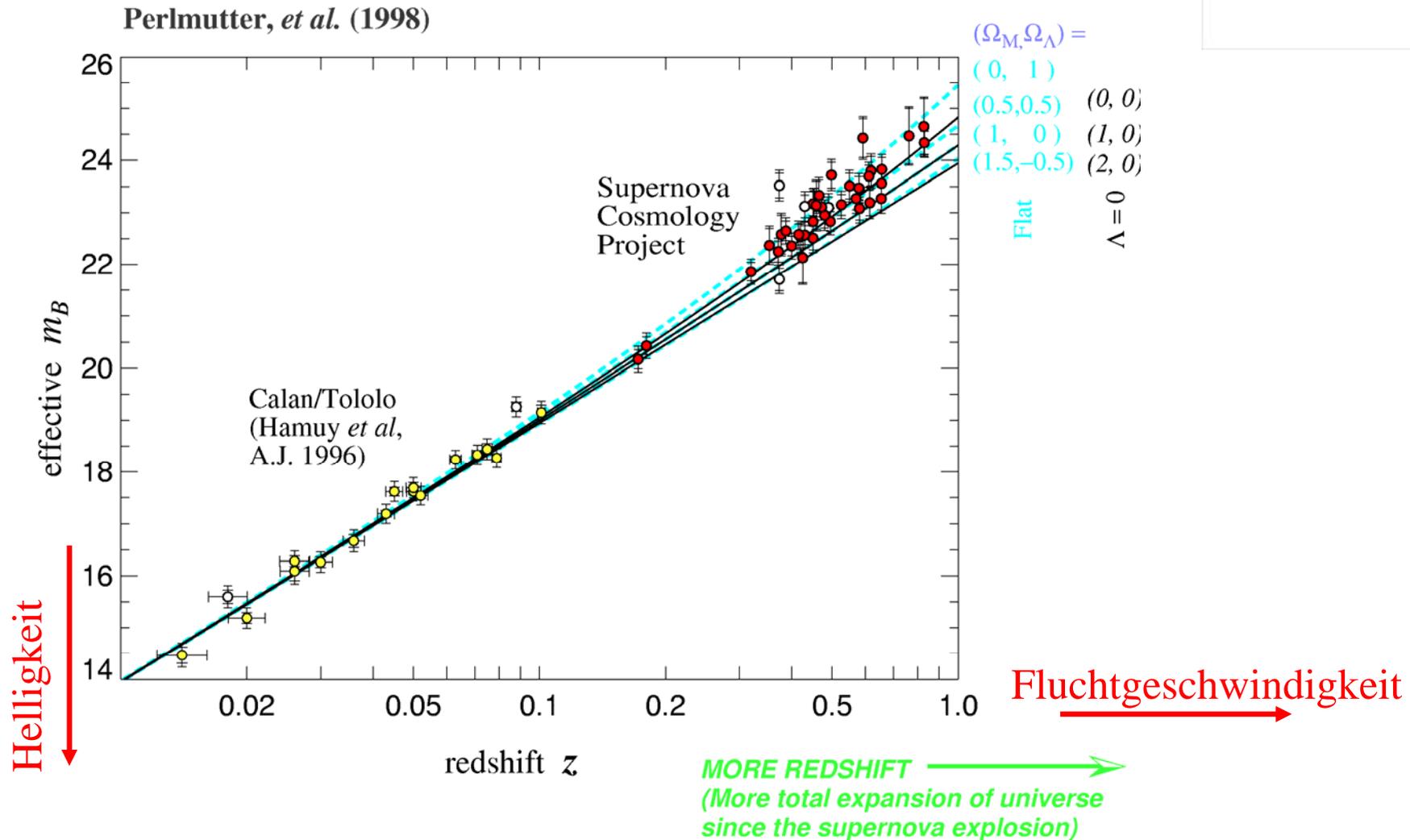


Flachheit des Raumes ? Galaxienentwicklung ? ...

(14) Messung der kosmologischen Expansion mit Supernovae

FAINTER
(Farther)
(Further back in time)

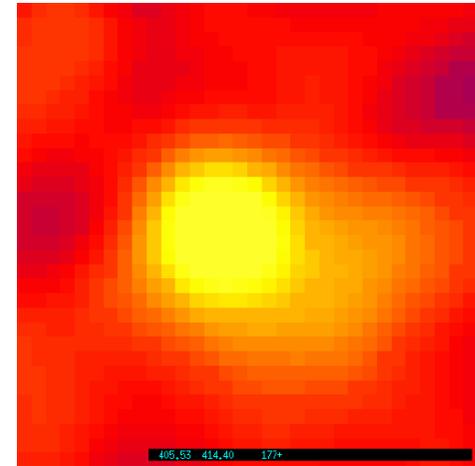
Supernovae Typ Ia
= „Standardkerze“



(15) Gamma Ray Burster

mysteriöse kurze
(Sekunden - Tage)
hochenergetische
Ausbrüche

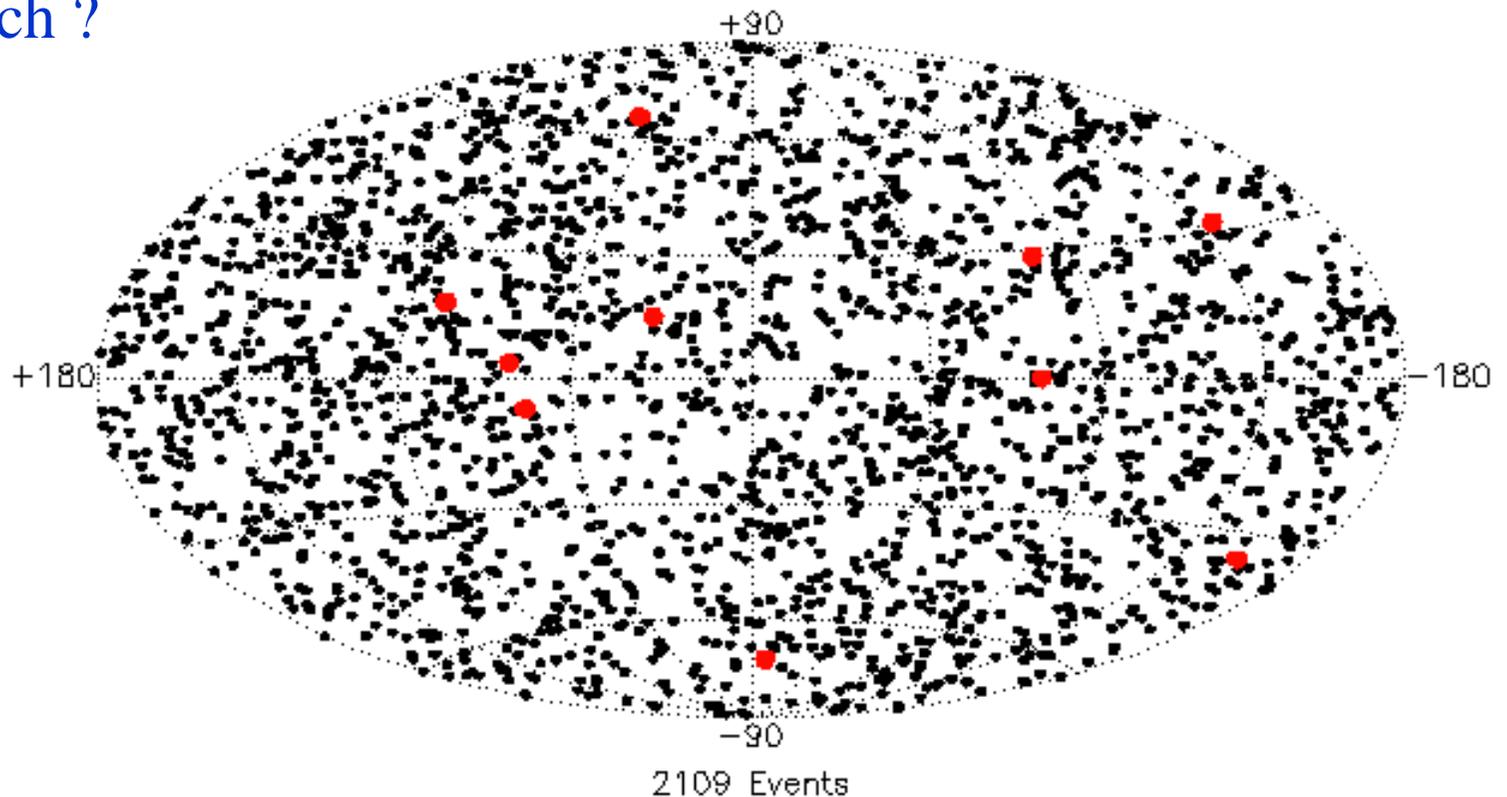
„Nachglühen“
(sichtbares Licht)



extragalaktisch ?

Quellen ?

Energie ?



(16) Suche nach dem Higgs-Boson und anderen neuen Teilchen

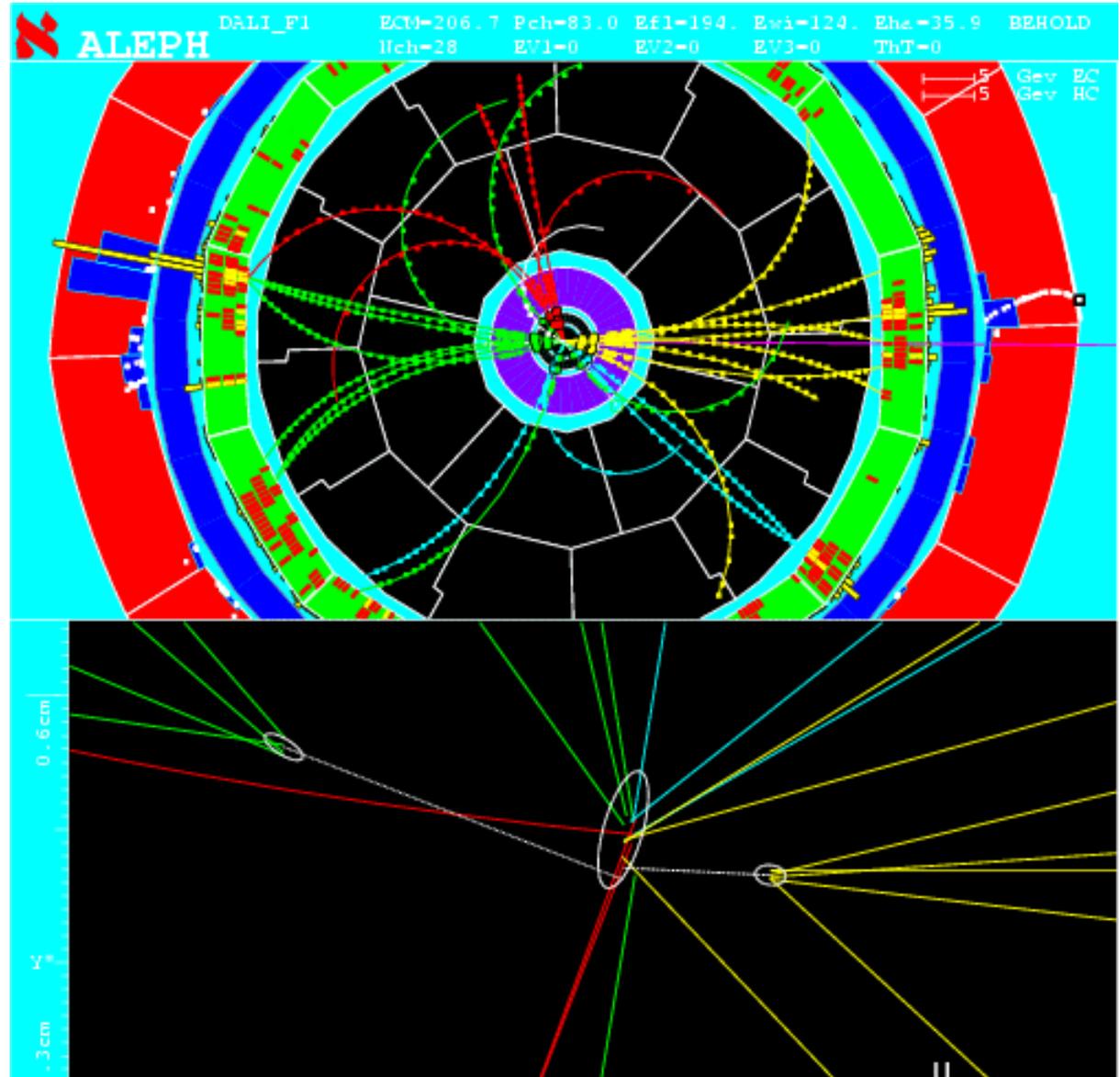
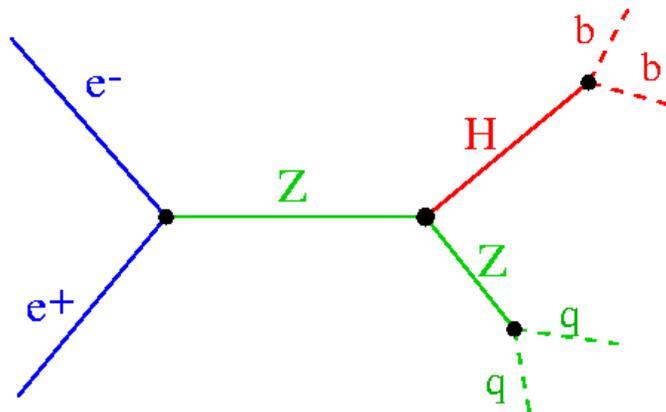
Higgs: Neutrales Spin-0 Boson

Fundamental: erzeugt

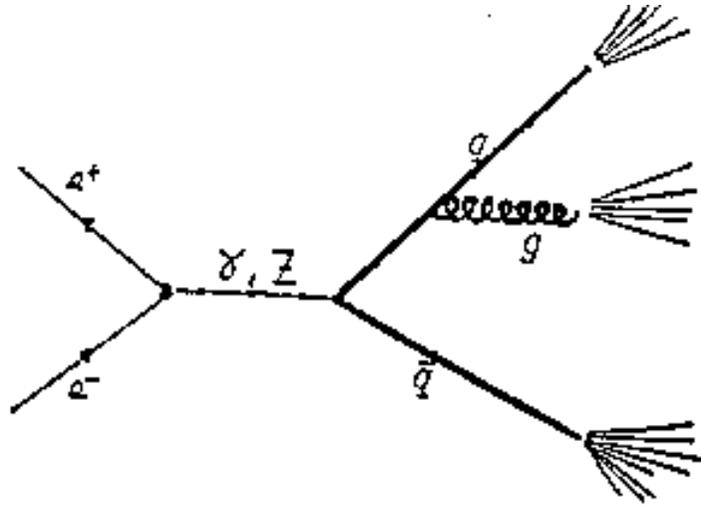
Masse aller Teilchen !

Erzeugung und Zerfall

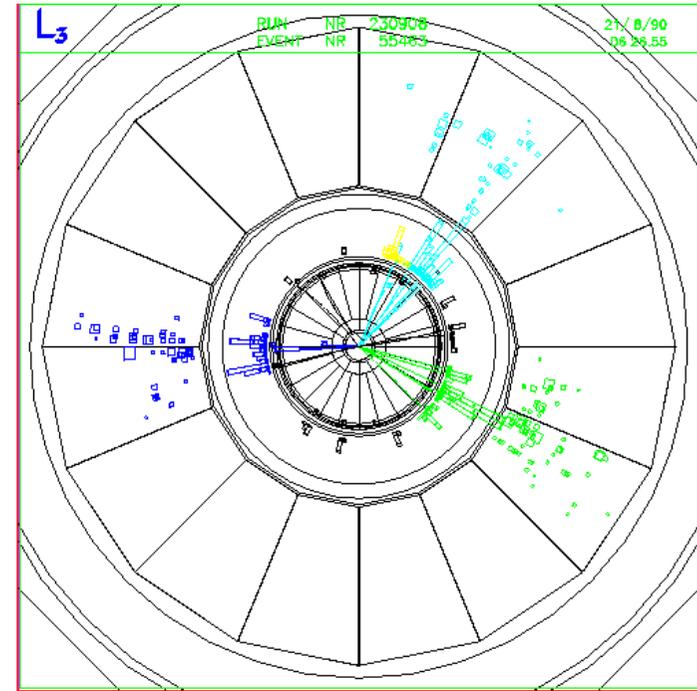
bei LEP:



(17) Tests der Quantenchromodynamik

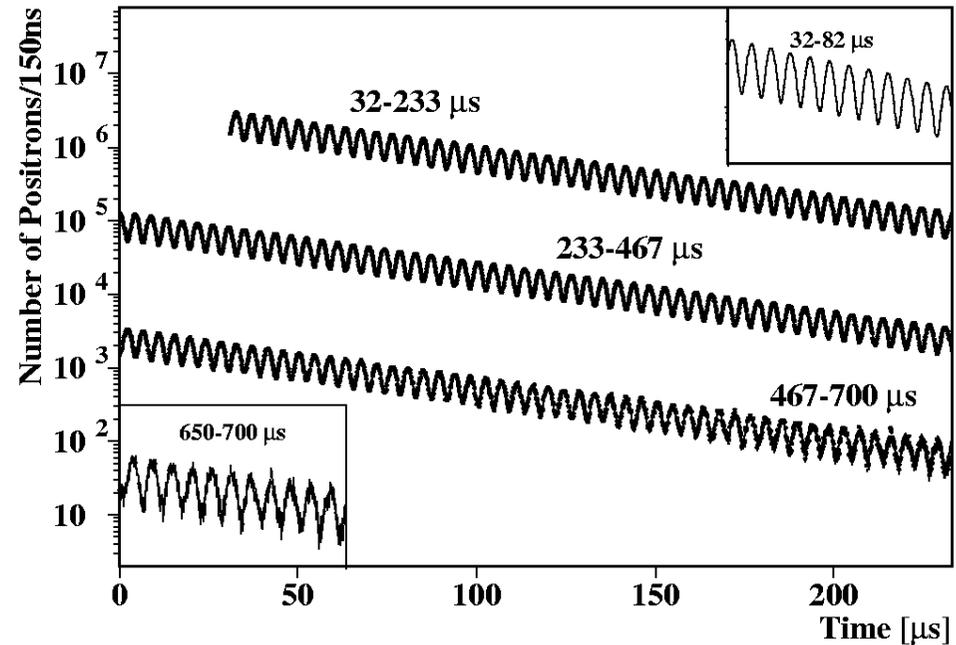
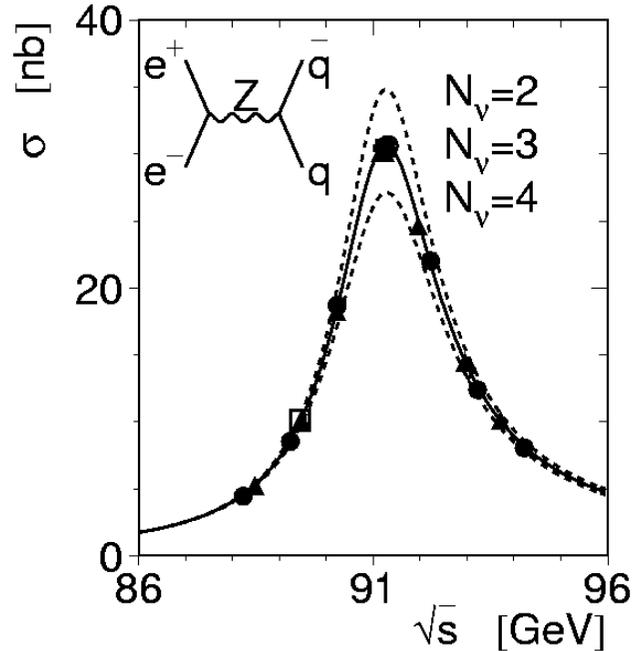


T.Hebbeker July 2001

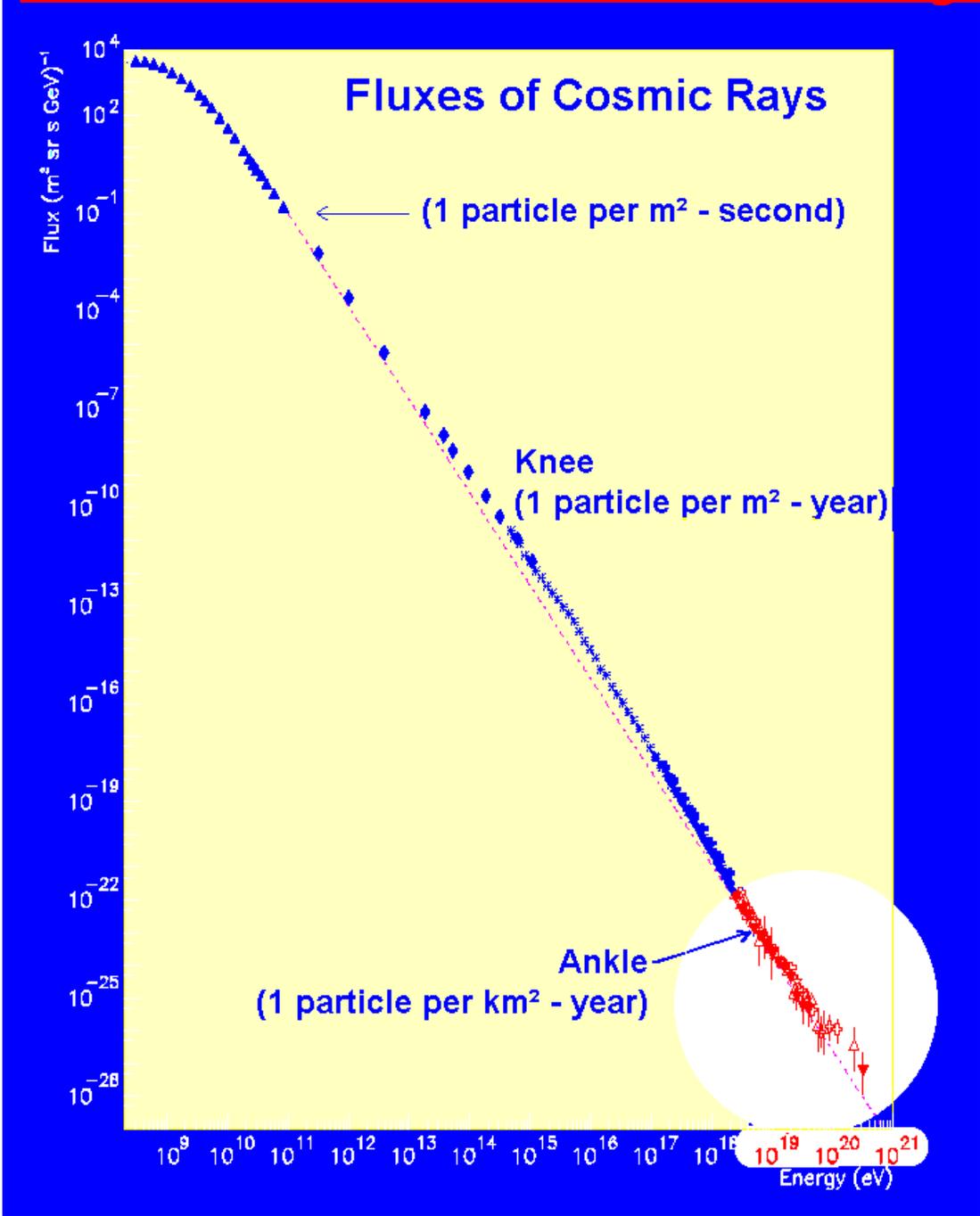


(18) Präzisionsmessungen

zur elektroschwachen Wechselwirkg.



(19) Kosmische Teilchenbeschleuniger



(20) Nachweis hochenergetischer kosmischer Strahlung

