

ELEMENTARTEILCHEN

Bausteine der Welt

Ein Blick in das Innerste der Materie

- ◆ Beitrag der Vergangenheit
 - ◆ Gegenwärtige Forschung
 - ◆ Offene Fragen

Elemente im Altertum

Griechenland

600 v. Chr. Thales:



Wasser

570 v. Chr. Anaximenes:



Luft

500 v. Chr. Heraklit:



Feuer

450 v. Chr. Empedokles:



drei Elemente +

Erde

450 v. Chr. Demokrit:

**Kleinste unteilbare Bausteine
der Elemente: *atomos=unteilbar***

China

Erde, Holz, Metall, Feuer, Wasser

Atomismus im 17.-19. Jahrhundert

- 17.-18. Jh. Nur vereinzelt wird die Vorstellung kleinster Einheiten innerhalb der Materie vertreten
- 1803-1808 Dalton nimmt kleinste unteilbare Bestandteile der Elemente an
→ Erklärung des Gesetzes multipler Proportionen
- 1865 Loschmidt: Erste Bestimmung der Atomgröße aus thermodynamischen Überlegungen
- 1869-71 Meyer/Mendelejew: Ordnung der bekannten Elemente nach ihren Eigenschaften im
Periodensystem der Elemente

Periodensystem der Elemente

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Ns	Hs	Mt									
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb		
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No		

Altertum

18. Jhd.

20. Jhd.

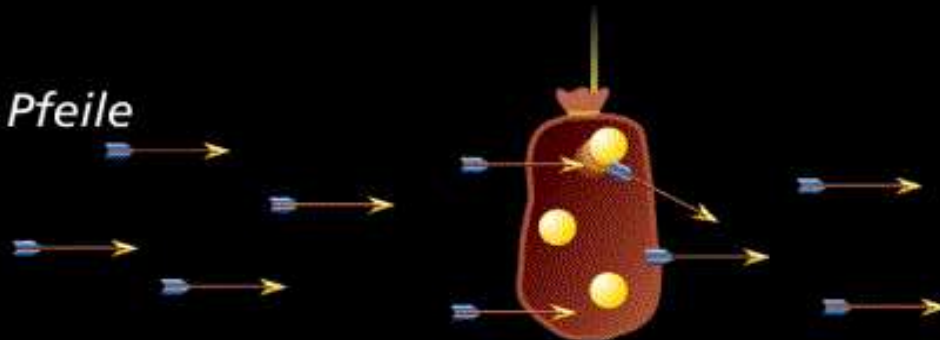
4.-17. Jhd.

19. Jhd.

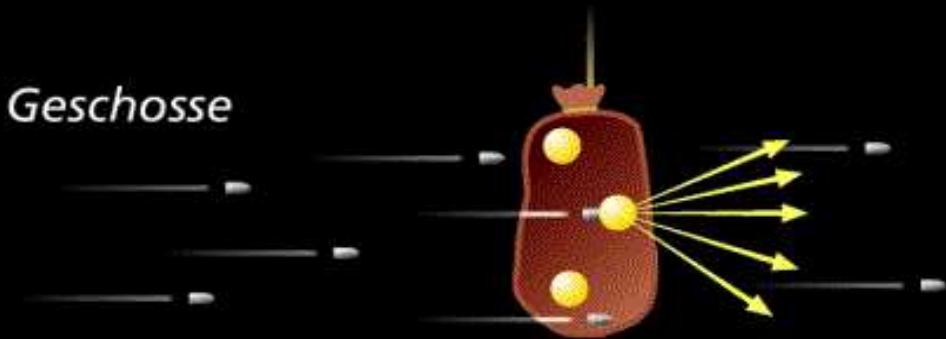
Bälle



Pfeile



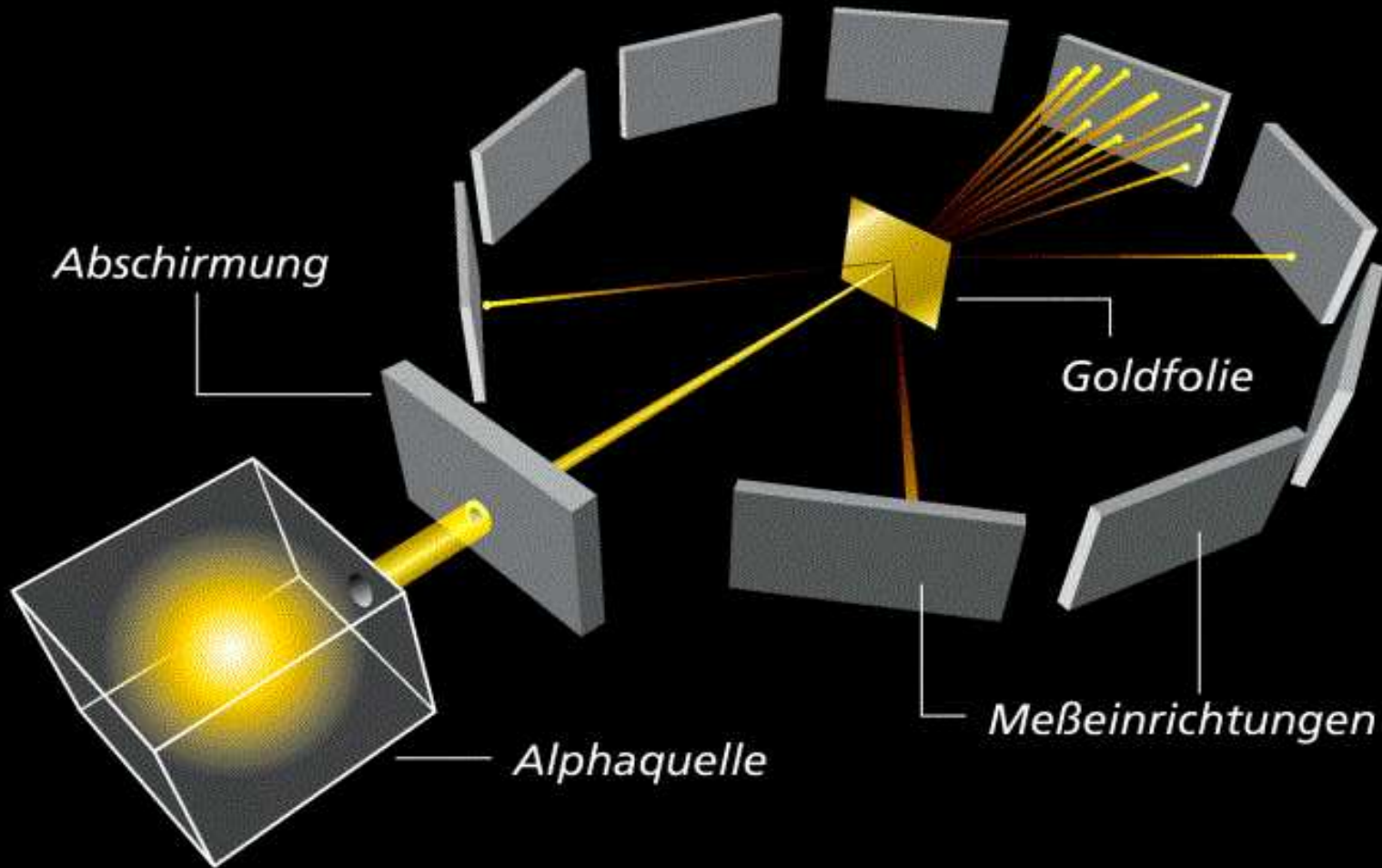
Geschosse



mehr Energie

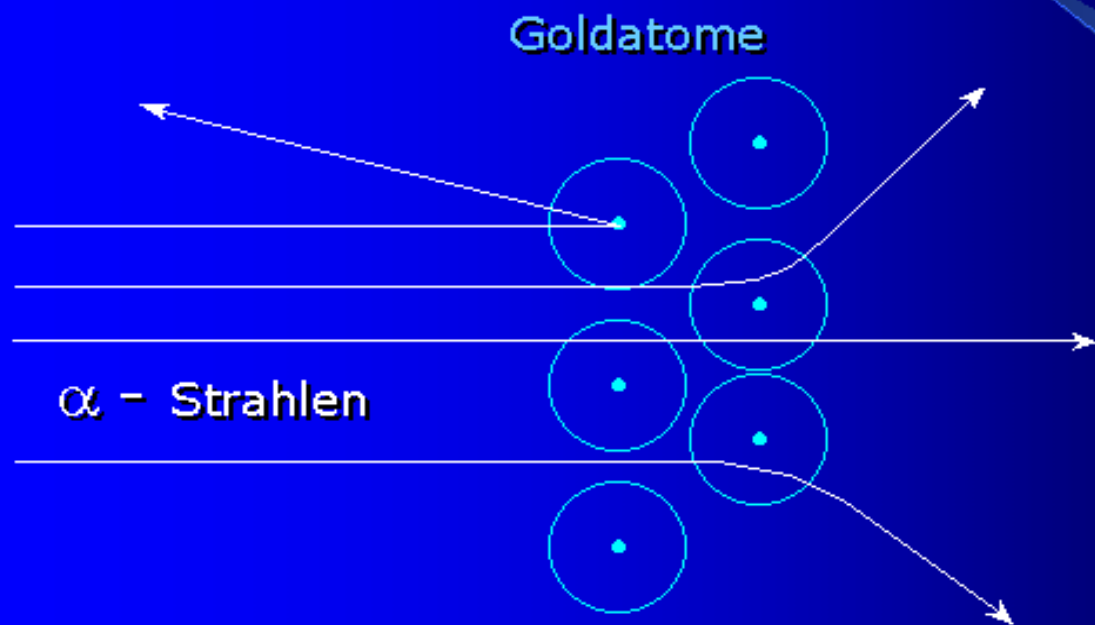


Mehr Information
Bessere Auflösung



Erste Streuversuche

1911 Rutherford: Untersuchung der Atomstruktur



Ergebnis: Winziger massiver Kern im Inneren des Atoms

Weitere Teilchenentdeckungen

Masse des Atomkerns deutet neben den positiven Protonen auf zusätzlichen neutralen Bestandteil im Atomkern hin



1932 Chadwick: Nachweis des

Neutrons

Messungen des radioaktivem β - Zerfalls benötigen zur Deutung ein weiteres, nicht nachgewiesenes, neutrales Teilchen



1955 Cowan und Reines: Nachweis des

Neutrinos

Antiteilchen

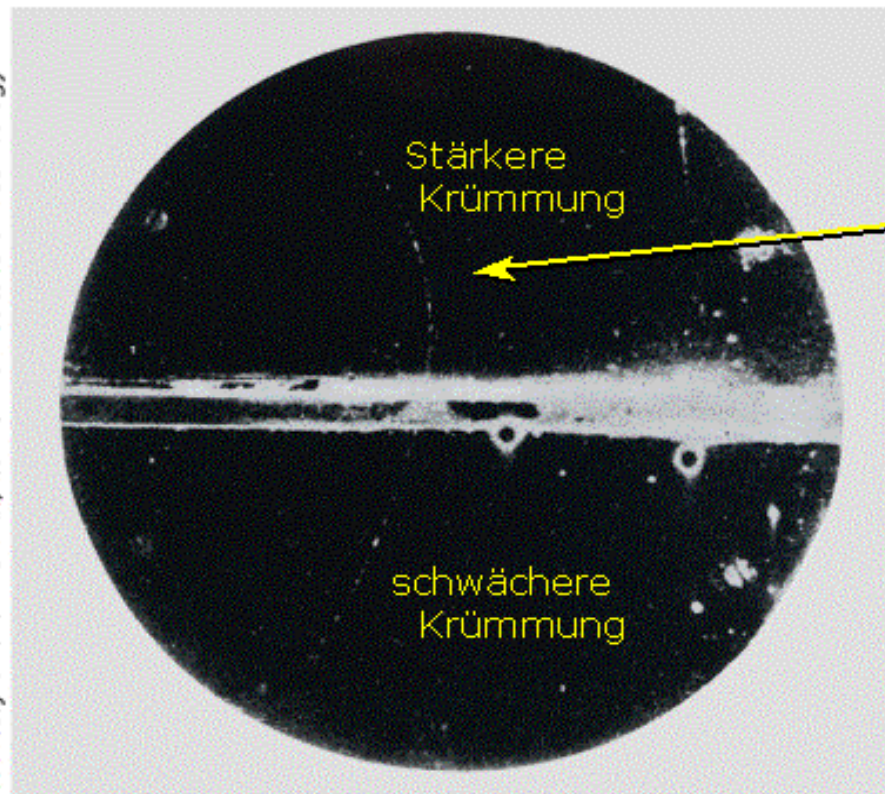
1933 Anderson entdeckt das erste Antiteilchen
in der kosmischen Strahlung

Nebelkammeraufnahme

Spur eines Positrons
(Antiteilchen des Elektrons)

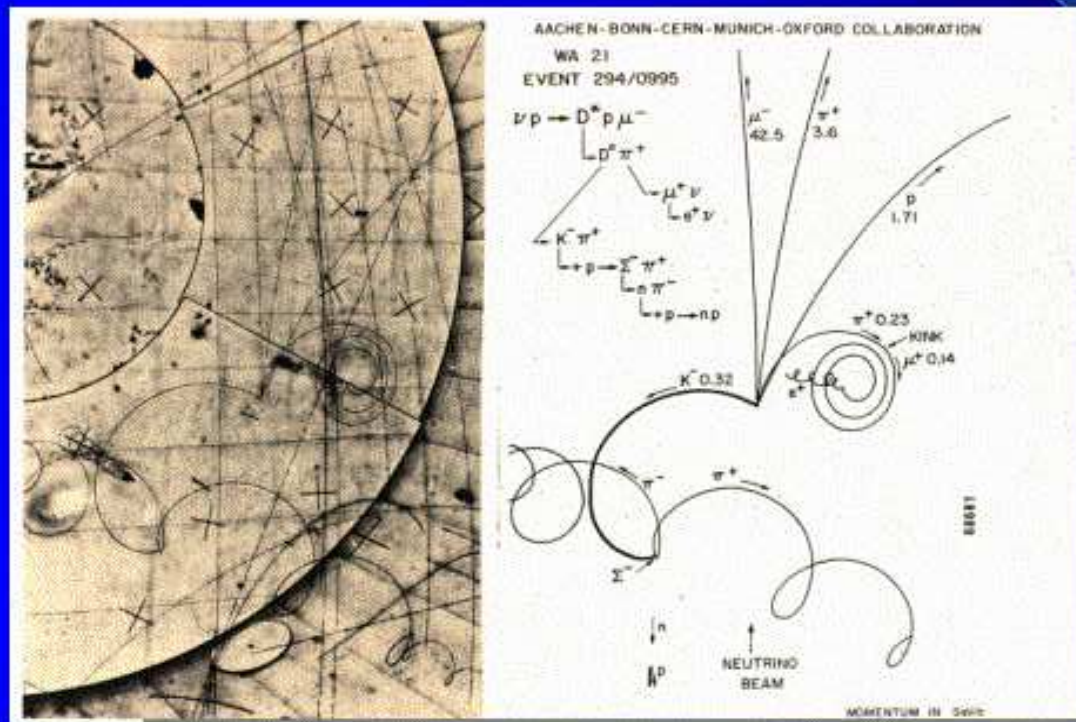
7 mm Bleiabsorber

Courtesy of the Archives, California Institute of Technology



„Teilchenzoo“

Suche nach den Bausteinen der Materie mit Hilfe von Nebelkammern/Blasenkammern



➔ Kosmische Strahlung

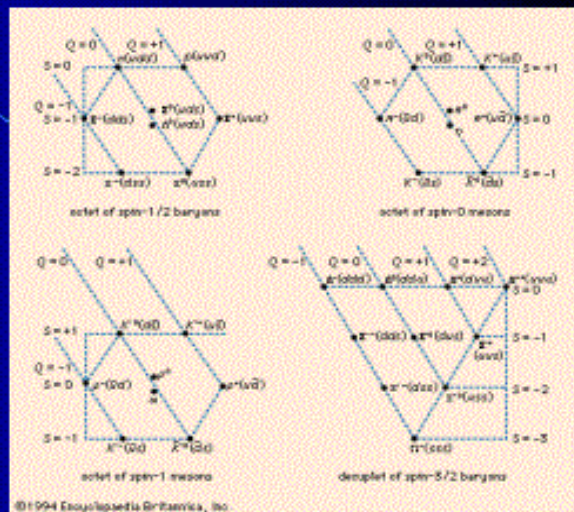
➔ Beschleunigerexperimente

Ordnung im Teilchenzoo

1960 Gell-Mann:
Ordnung der bekannten
Teilchen in verschiedene
Gruppen

1964 Gell-Mann/Zweig:
Bekannte Teilchen
sind zusammengesetzt

➔ **Quarks**



Elektron

Proton

Teilchenjet

gestreutes
Elektron

Bausteine der Materie

Leptonen

e

μ

τ

ν_e

ν_μ

ν_τ

Quarks

up

charm

top

down

strange

bottom

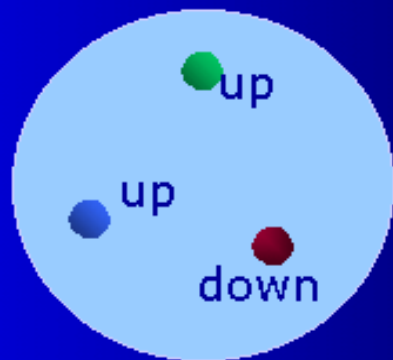
Zu jedem Teilchen existiert ein Antiteilchen

Aufbau der Materie

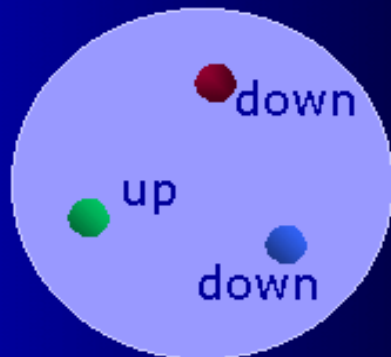
Sichtbare Teilchen sind Kombinationen aus

- drei Quarks
- Quark und Antiquark

Proton



Neutron



Kräfte

➤ Gravitation



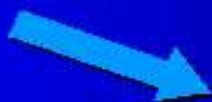
➤ elektromagnetische Kraft



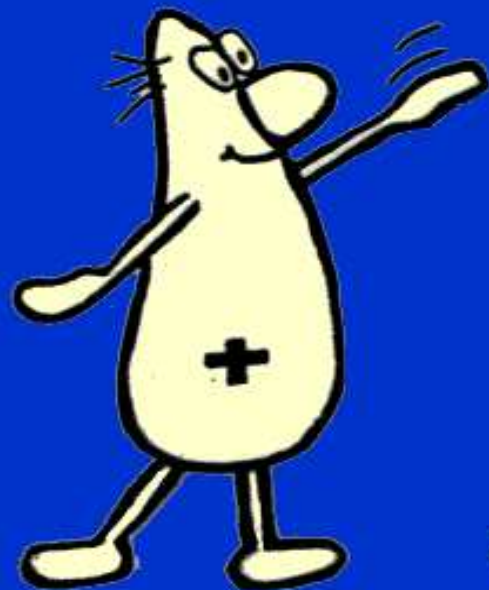
➤ Schwache Kraft



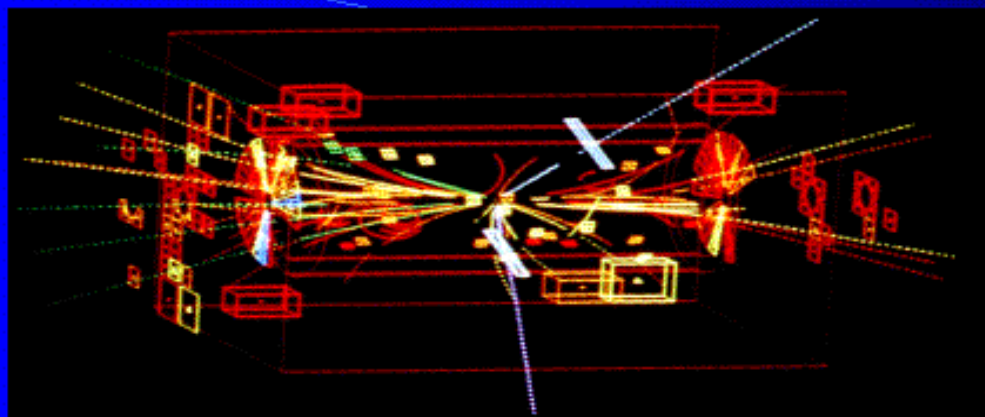
➤ Starke Kraft



Austauschteilchen



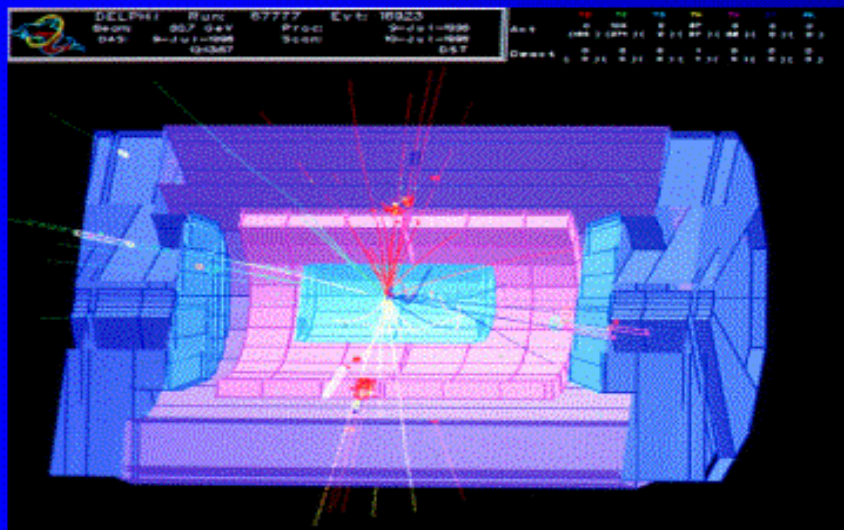
- Graviton
- Photon
- $W^{+/-}, Z^0$
- Gluon



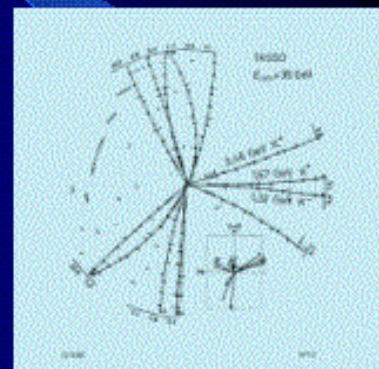
Ereignis mit Z-Zerfall
UA1(CERN, Genf), 1983

© Cern, Genf

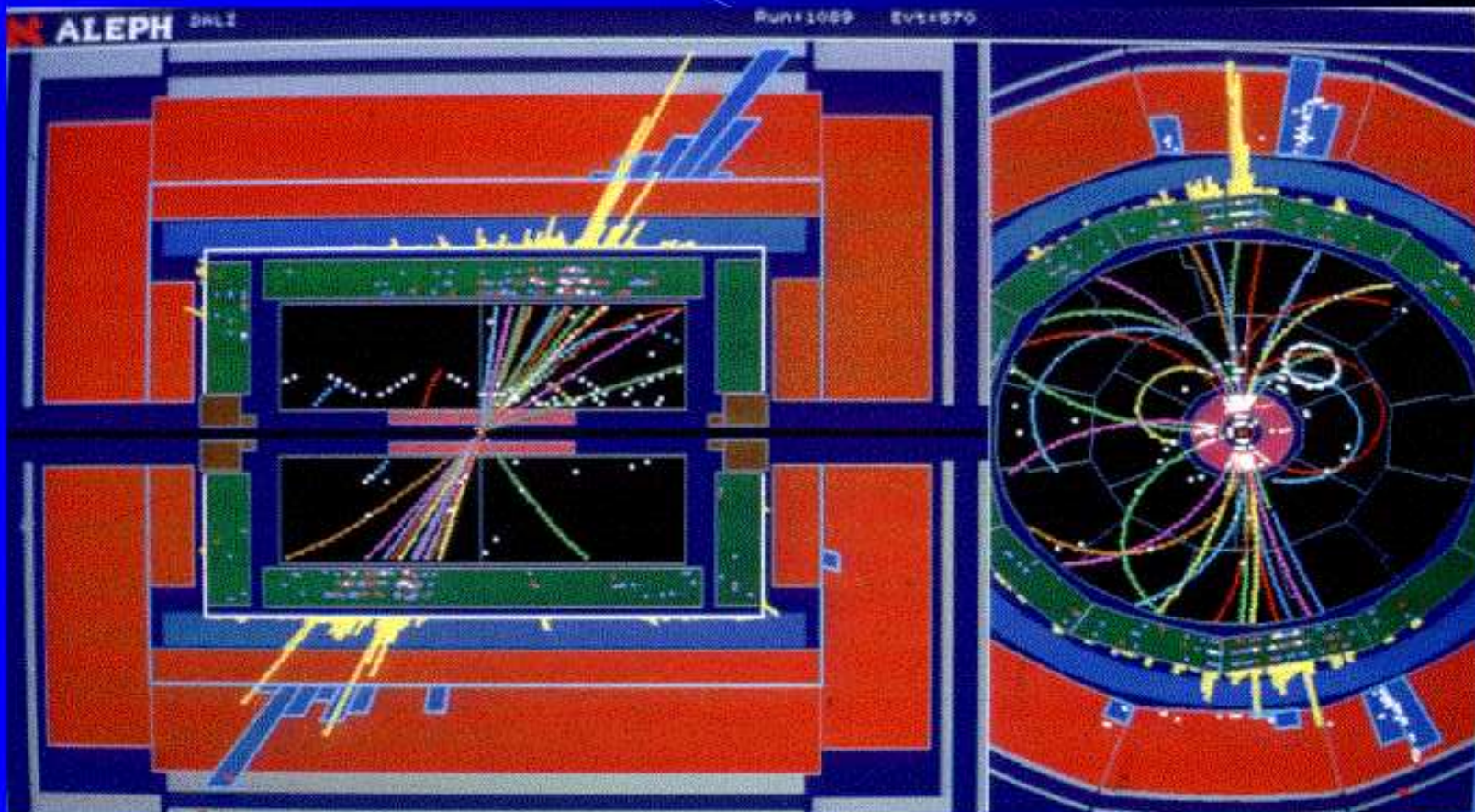
Ereignis mit W-Zerfall
DELPHI (CERN, Genf), 1996



© Cern, Genf



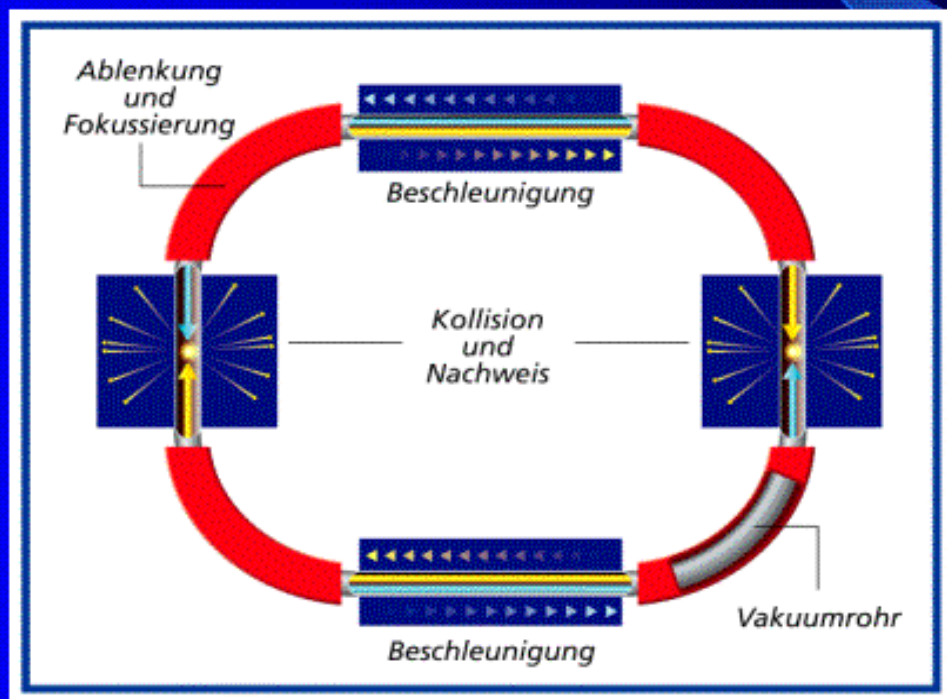
Nachweis des Gluons
TASSO (DESY,
Hamburg), 1979



Speicherringe

Größe wird bestimmt durch

- technisch erreichbare Magnetfeldstärke zur Steuerung der Teilchenstrahlen
- Eingrenzung des Energieverlustes in den Kurven



HERA (DESY, Hamburg)

Unterirdischer Speicherring, 6 km Umfang



Beschleunigung von

- Elektronen und
- Protonen



Steuerung und Auswertung am Computer



Linux PC-Farm
HERA-B
(DESY, Hamburg)

PS Kontrollraum (CERN, Genf)



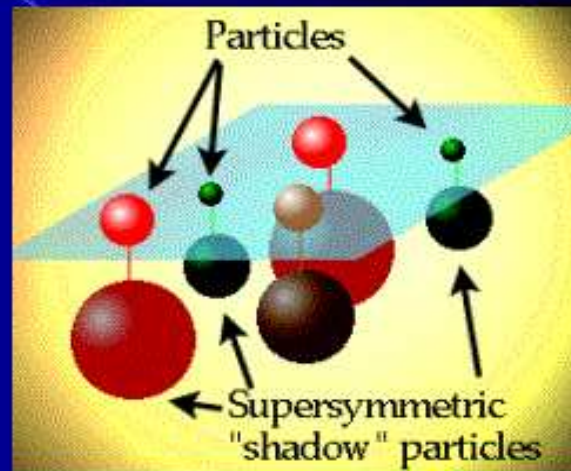
Offene Fragen

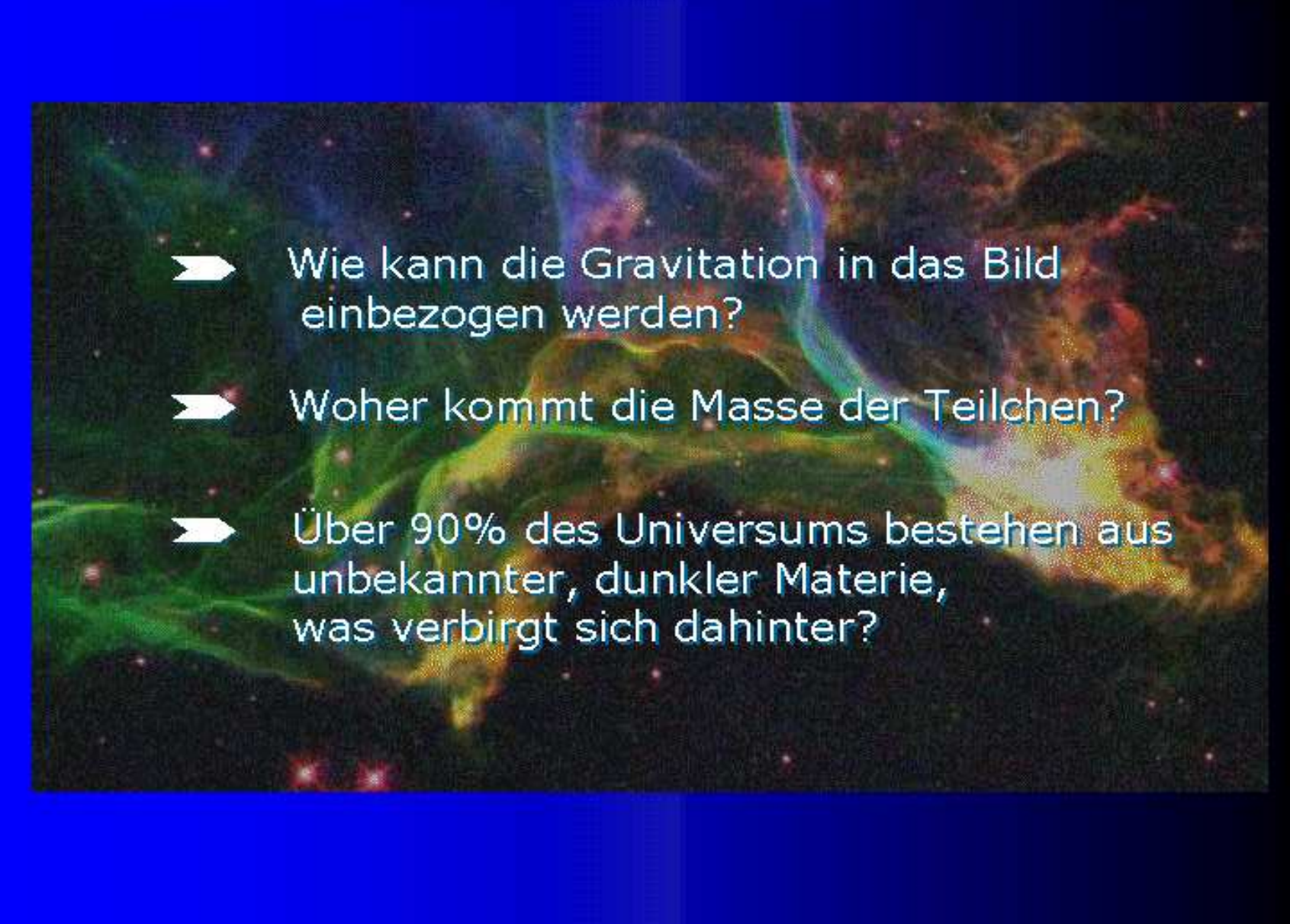
➤ Sind alle Bausteine bereits bekannt?

Gibt es eine tiefere Struktur?

➤ Warum gibt es mehr

Materie als Antimaterie?



- 
- A visualization of the cosmic web, showing a complex network of filaments and nodes of matter. The filaments are colored in shades of green, yellow, and orange, while the nodes are more densely packed and appear in red and purple. The background is dark, with scattered stars and galaxies.
- Wie kann die Gravitation in das Bild einbezogen werden?
 - Woher kommt die Masse der Teilchen?
 - Über 90% des Universums bestehen aus unbekannter, dunkler Materie, was verbirgt sich dahinter?