

Die Entdeckung des top-Quarks

Vortrag im Rahmen des Seminars „Schlüsselexperimente
der Kern- und Teilchenphysik“

Christoph Dressler
Betreuer: Kai Schweda

„Teilchenphysik funktioniert ungefähr so, als würde man ein Klavier aus dem vierten Stock auf ein zweites Klavier am Boden fallen lassen, um aus dem Geschepper auf die Existenz der Note Fis zu schließen“

DIE ZEIT, 8. April 2010



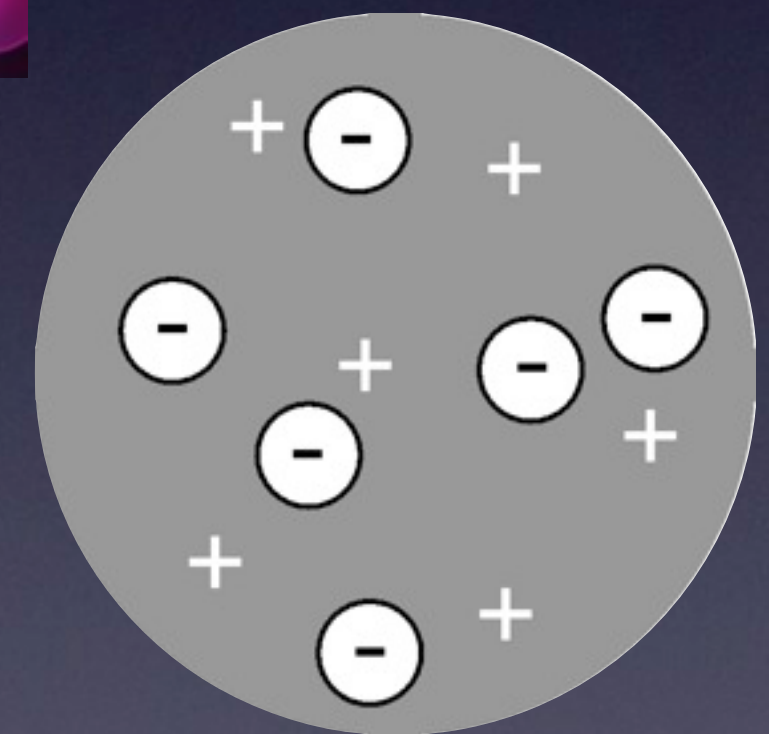
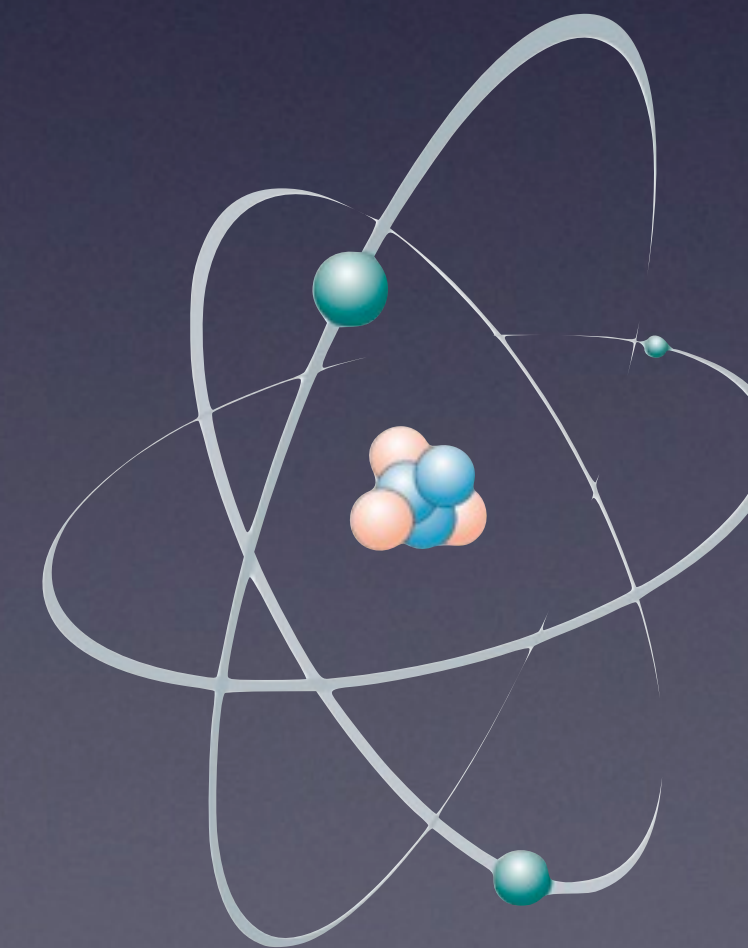
Gliederung

- Geschichtliche Entwicklung der Teilchenphysik
- Die Rolle des top-Quarks im Standardmodell
- Experiment
 - Erzeugung
 - Detektoren
 - Daten/ Schlussfolgerungen
- Ausblick



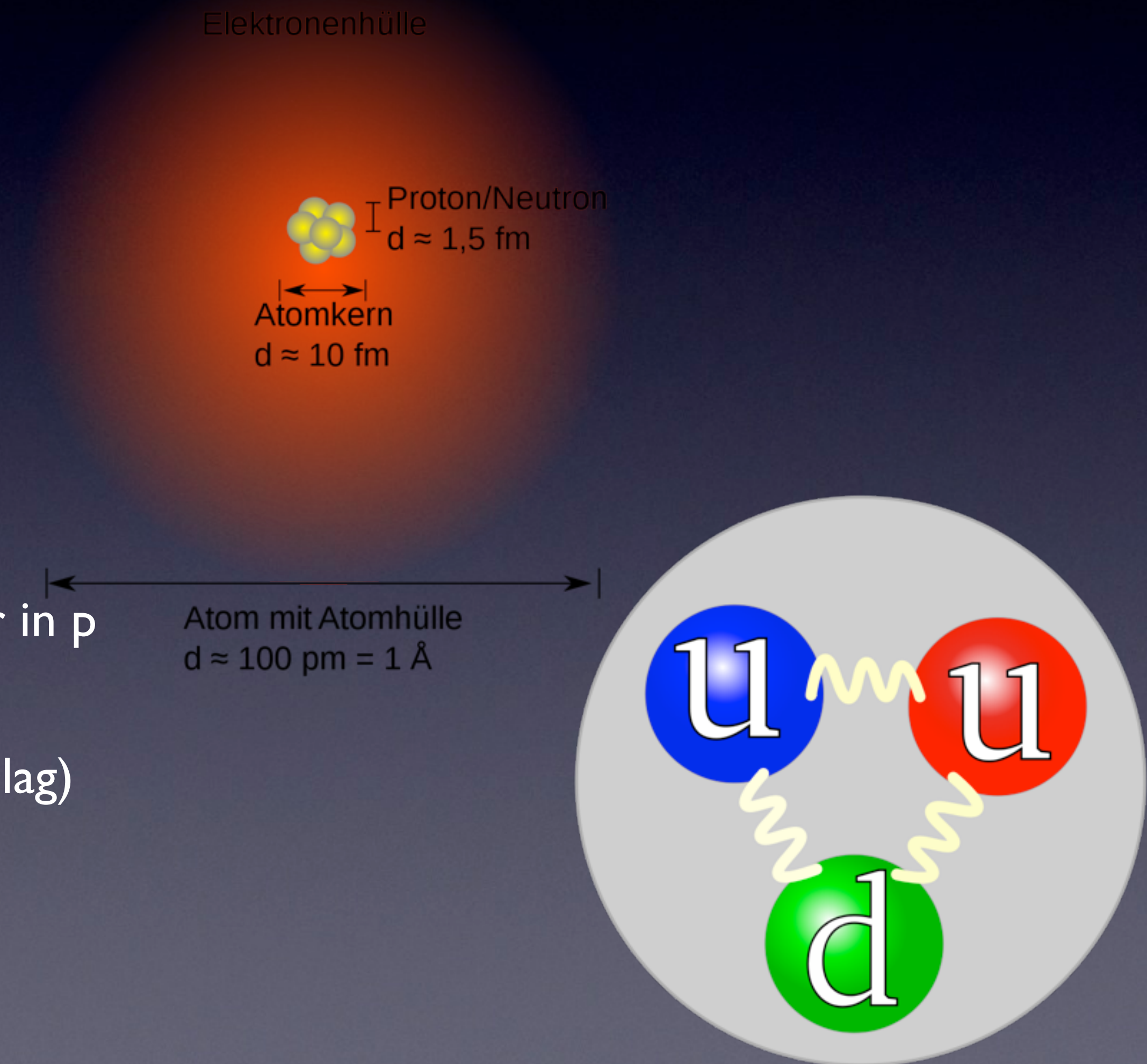
Geschichtliche Entwicklung

- 400 v. Chr. Demokrit Atome
- 1600 n. Chr. Galilei Experiment
- 1900 n. Chr. J.J. Thompson Rosinenkuchen
- 1911 n. Chr. Rutherford Atomkern
- 1913 n. Chr. Bohr Bohrsches Atommodell



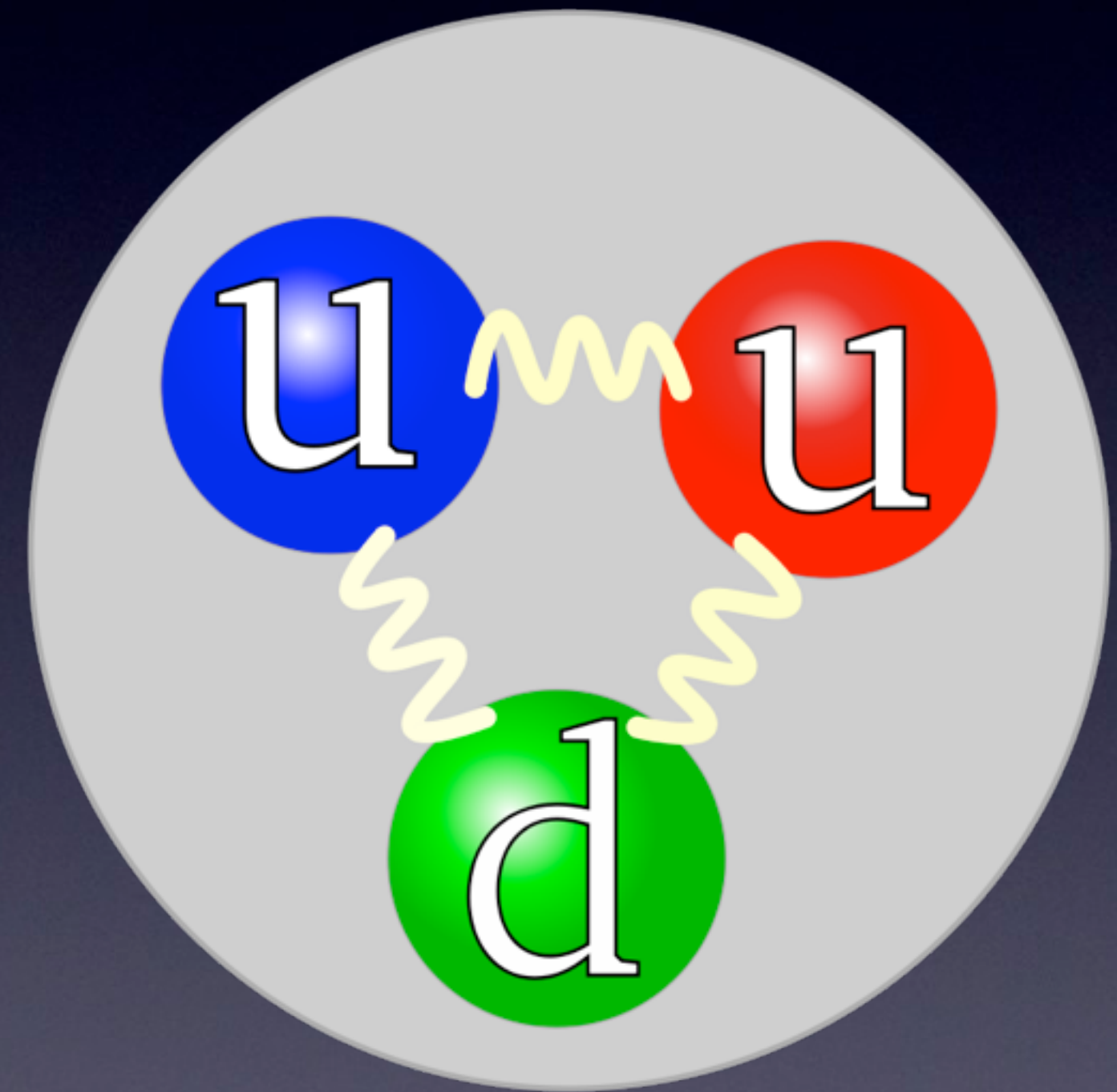
Geschichtliche Entwicklung

- 1919 n. Chr. Rutherford Proton
- 1932 n. Chr. Chadwick Neutron
- 1936 n. Chr. Anderson Myon
- 1955 n. Chr. Ladungsstruktur in p
- 1964 n. Chr. Gell-Mann, Zweig Quarks (Vorschlag)



Geschichtliche Entwicklung

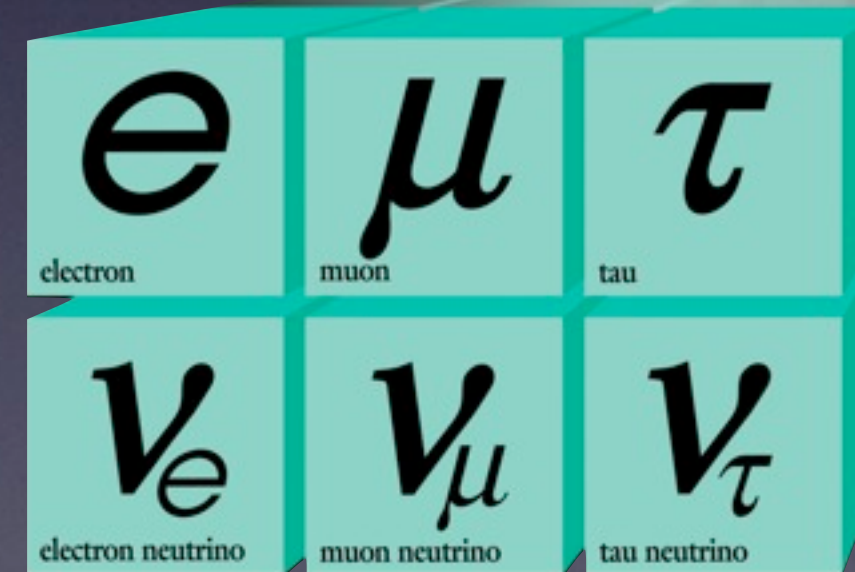
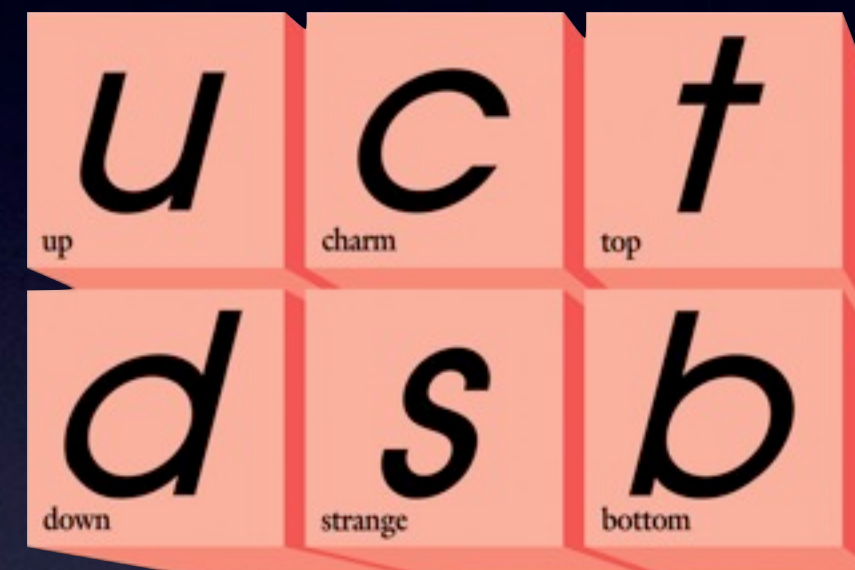
- 1968 n. Chr. SLAC „Protonkerne“
- 1973 n. Chr. Wilczek QCD
- 1974 n. Chr. Richter, Ting J/Ψ (c-Quark)
- 1976 n. Chr. Perl τ -Lepton
- 1977 n. Chr. Ledermann b-Quark



Rolle des top-Quarks im SM

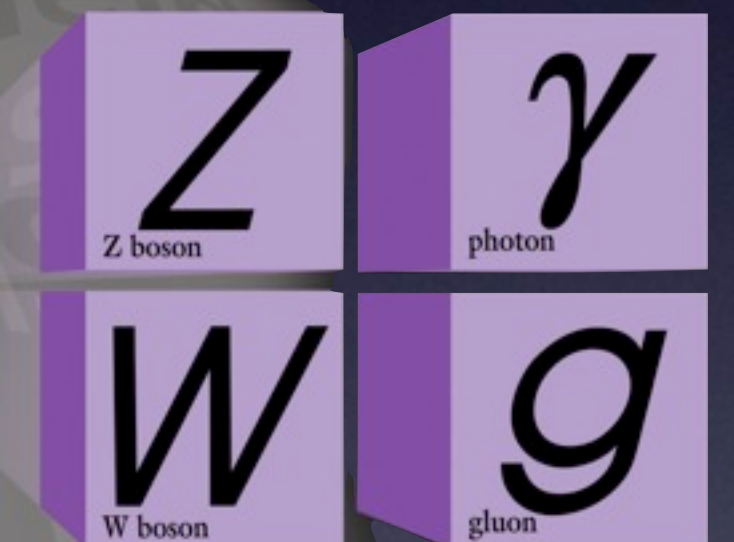
- Aufbau der Materie
- top-Quark letztes fehlendes Fermion
- Ladung & schw. Isospin fest, Masse frei
- Überprüfung der Qualität des SM

Quarks



Leptons

Forces



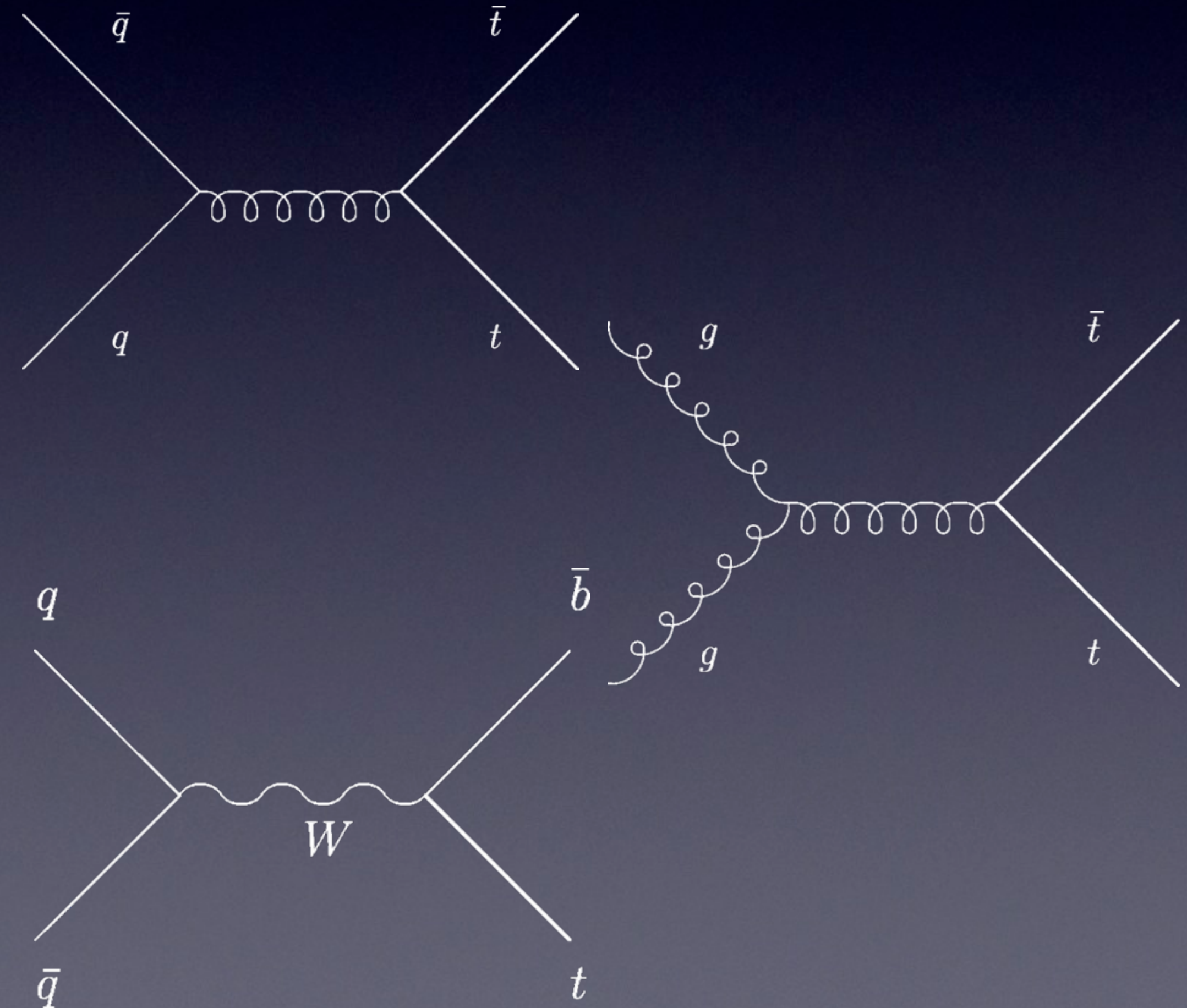
Experiment

Erzeugung

- große Masse - große Herausforderung
- Konzentration auf pp' -Kollisionen: 3 Möglichkeiten
 - Quark-Antiquark-Annihilation
 - Gluon-Gluon-Fusion
 - Drell-Yan-Prozess

Detektoren

Daten/ Schlussfolgerungen

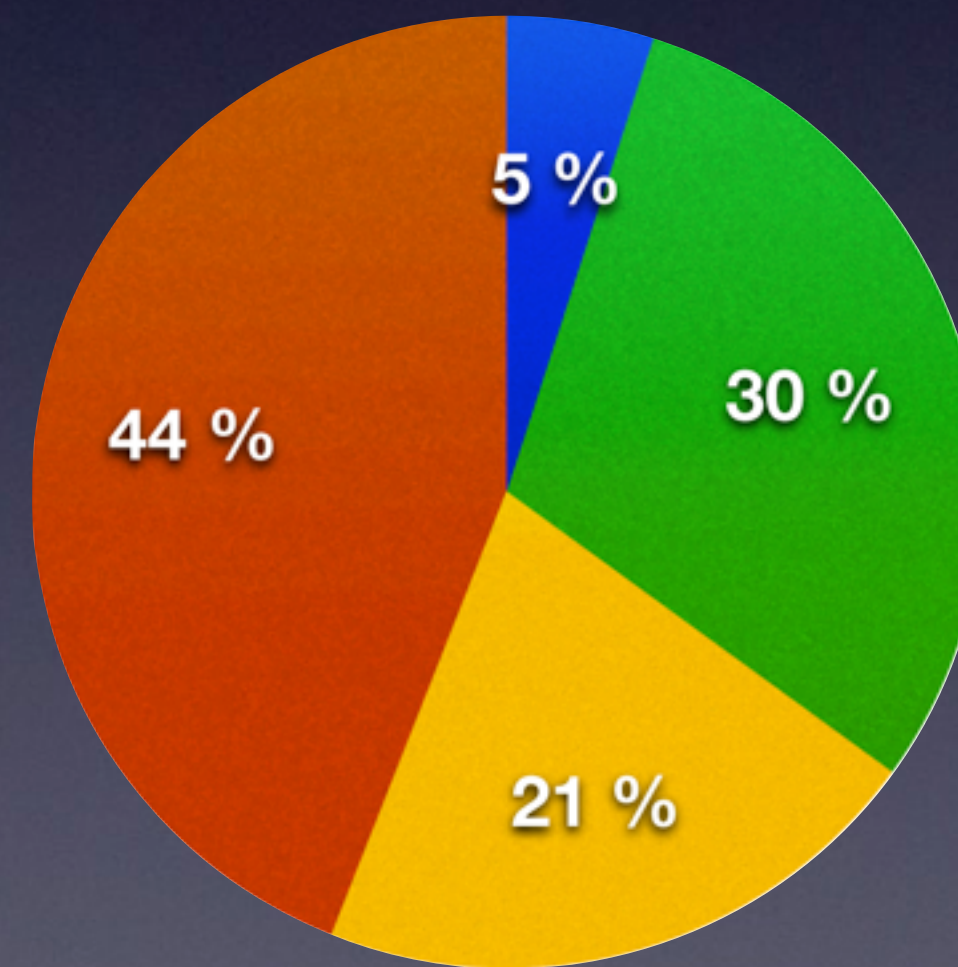


Experiment

Erzeugung

- kurze Lebensdauer (ca. $0,5 \cdot 10^{-25}$ s) - keine Hadronisierung
- Zerfallskanäle

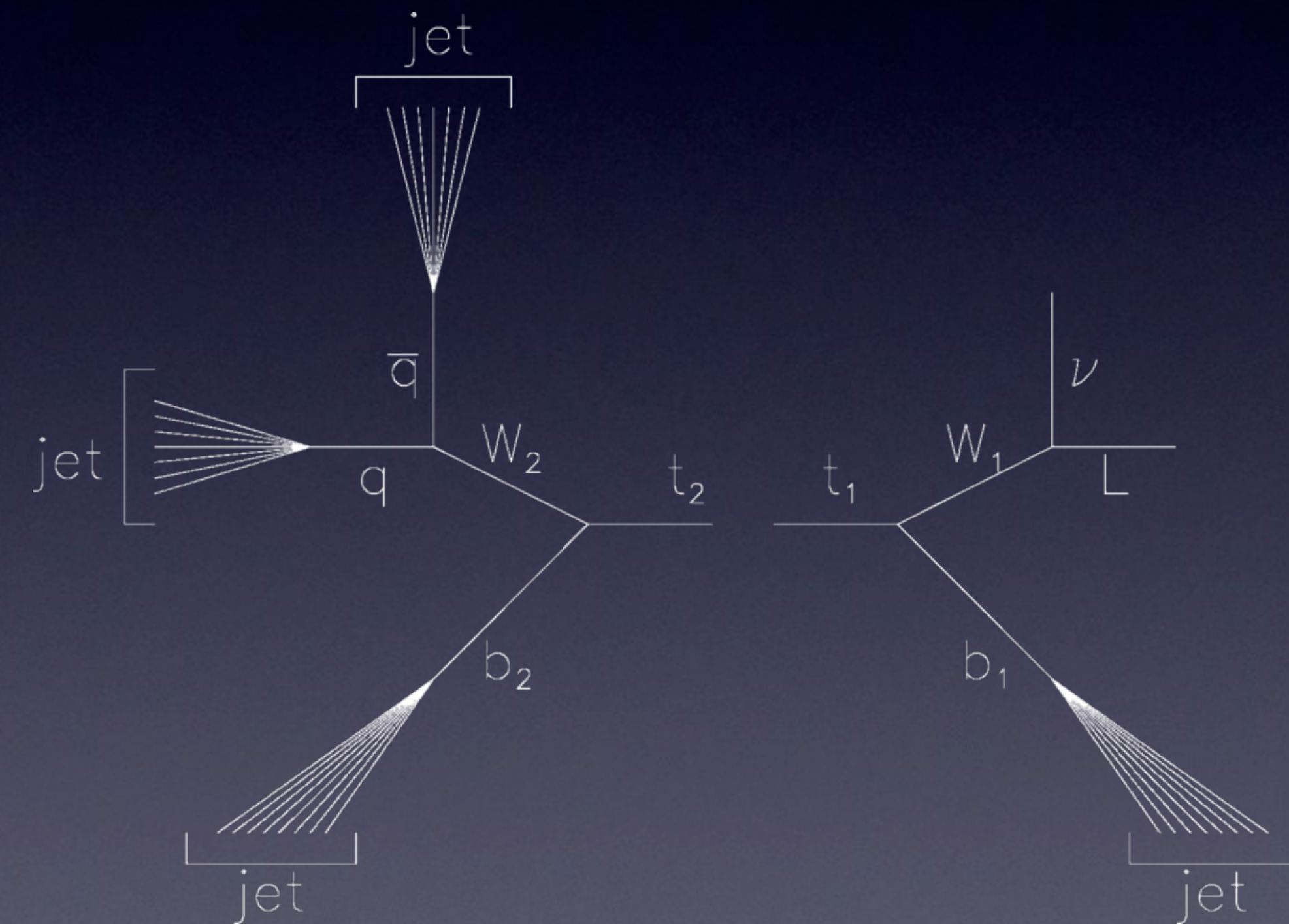
- dileptonisch
- semileptonisch
- hadronisch



● Dileptonisch ● Semileptonisch
● Zerfälle mit τ ● Hadronisch

Detektoren

Daten/ Schlussfolgerungen



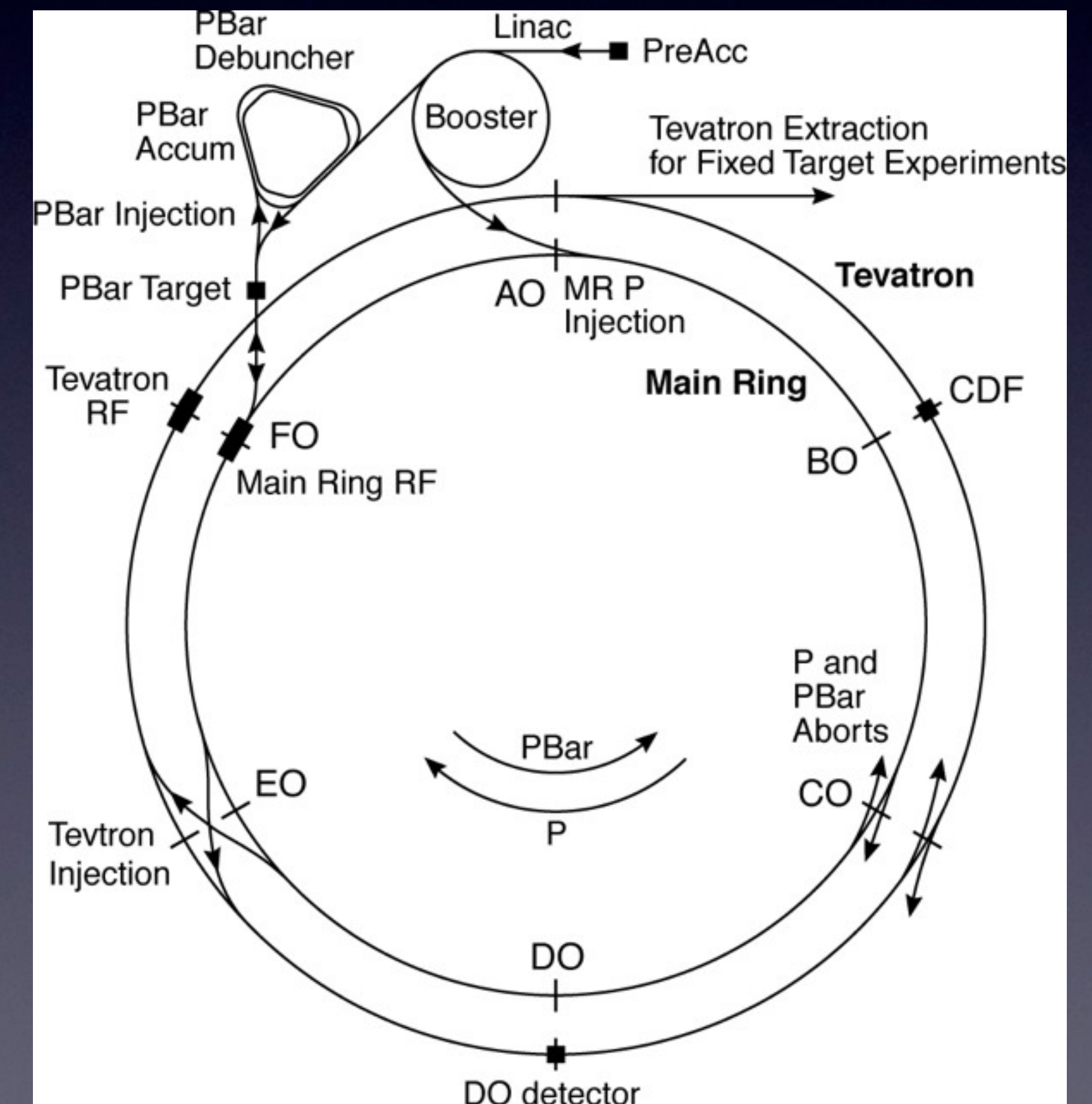
Experiment

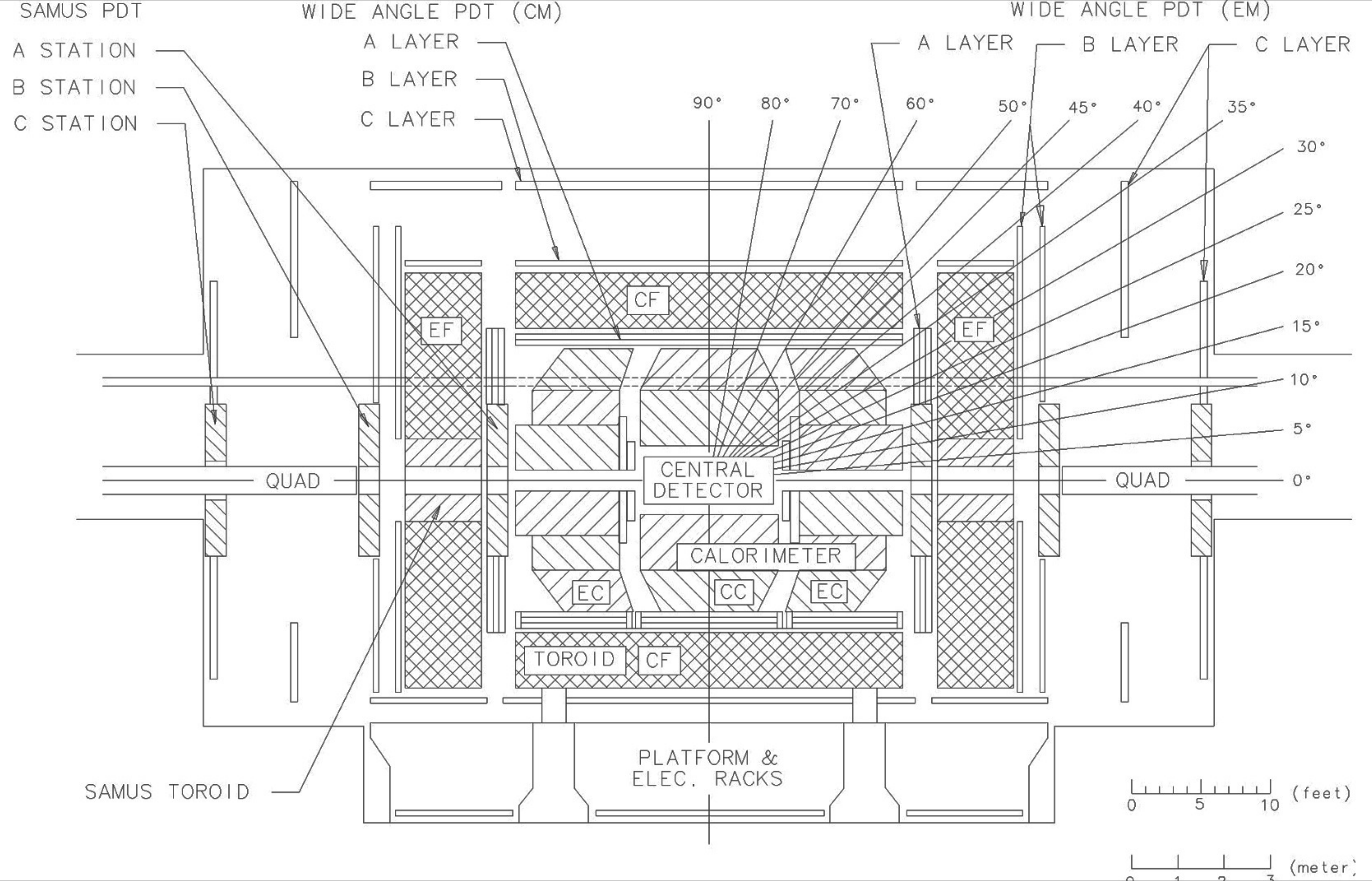
Detektoren

Daten/ Schlussfolgerungen

Erzeugung

- Fermilab Proton - Anti-Proton - Beschleuniger
- D0 (Tevatron)
 - Energieabschätzung
 - Aufbau
 - Zeitraum der Durchführung





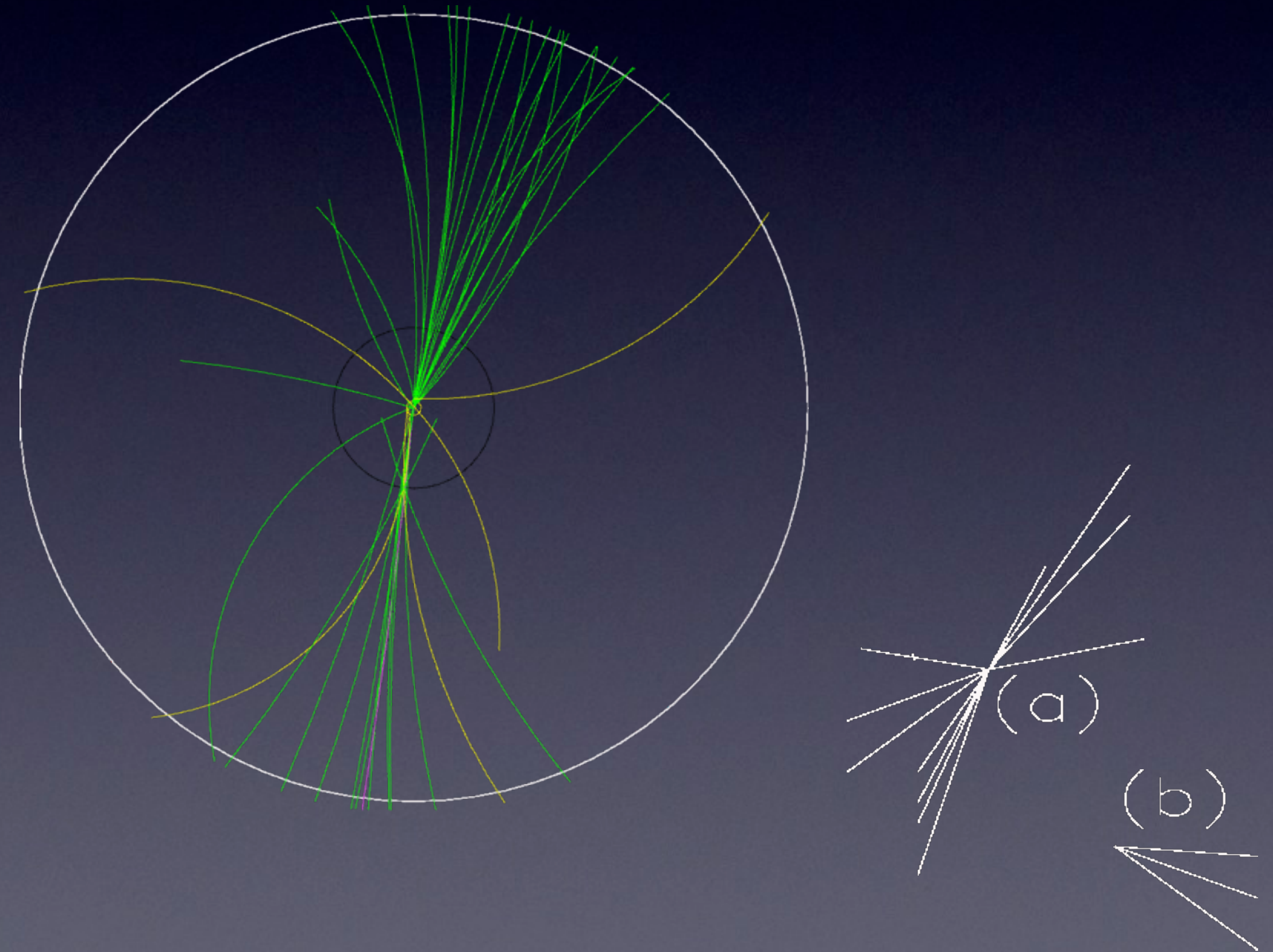
Experiment

Erzeugung

Detektoren

Daten/ Schlussfolgerungen

- Beispiel: “Detektion” von Quarks
- b-Quark-Tagging
 - Möglichkeiten
 - Versetzter Vertex (lange Lebensdauer)
 - Untergrundrauschen



Experiment

Erzeugung

Detektoren

Daten/ Schlussfolgerungen

- 2 Experimente (CDF & D0), 2 Runs (1992 - 1995)

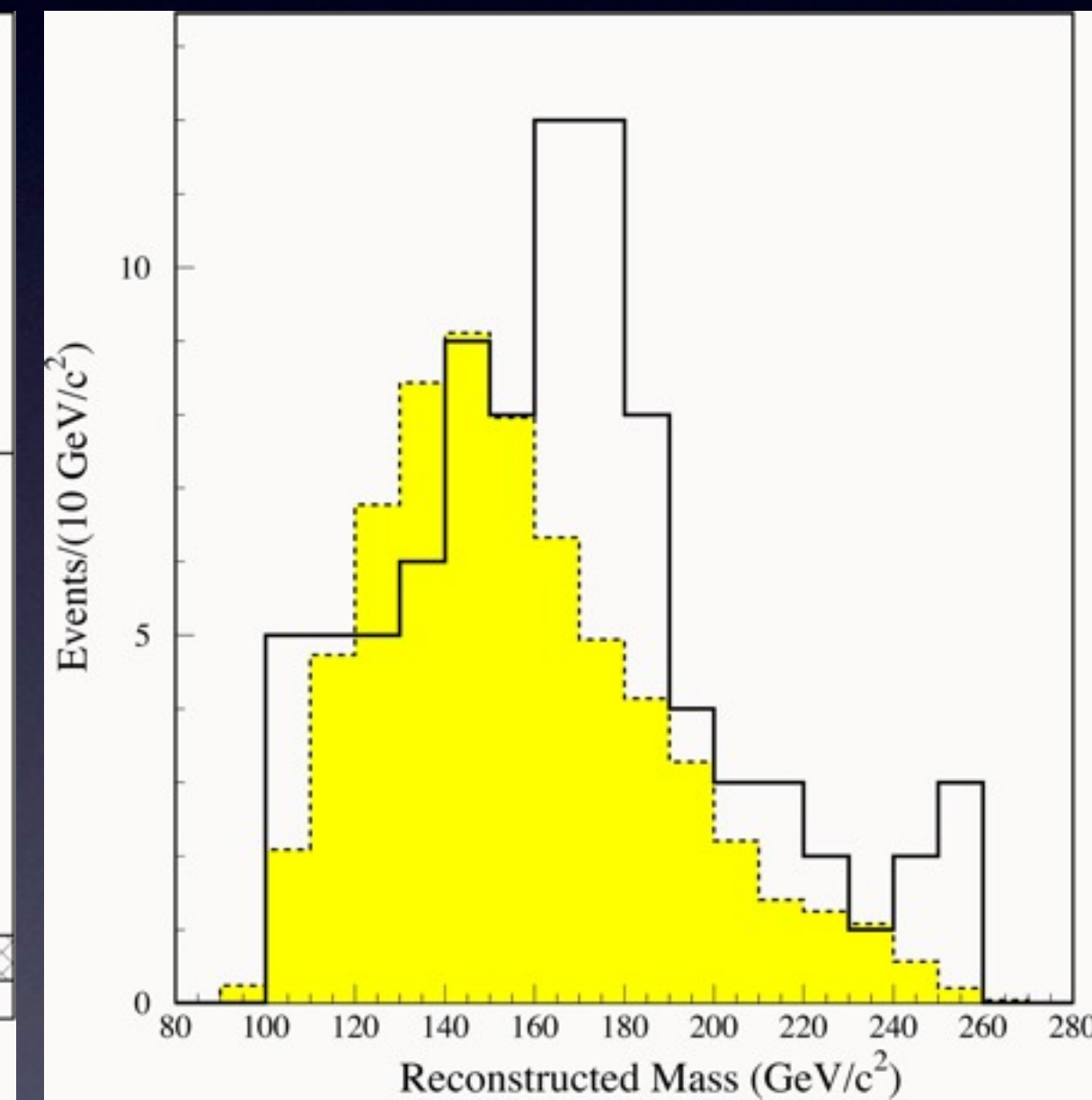
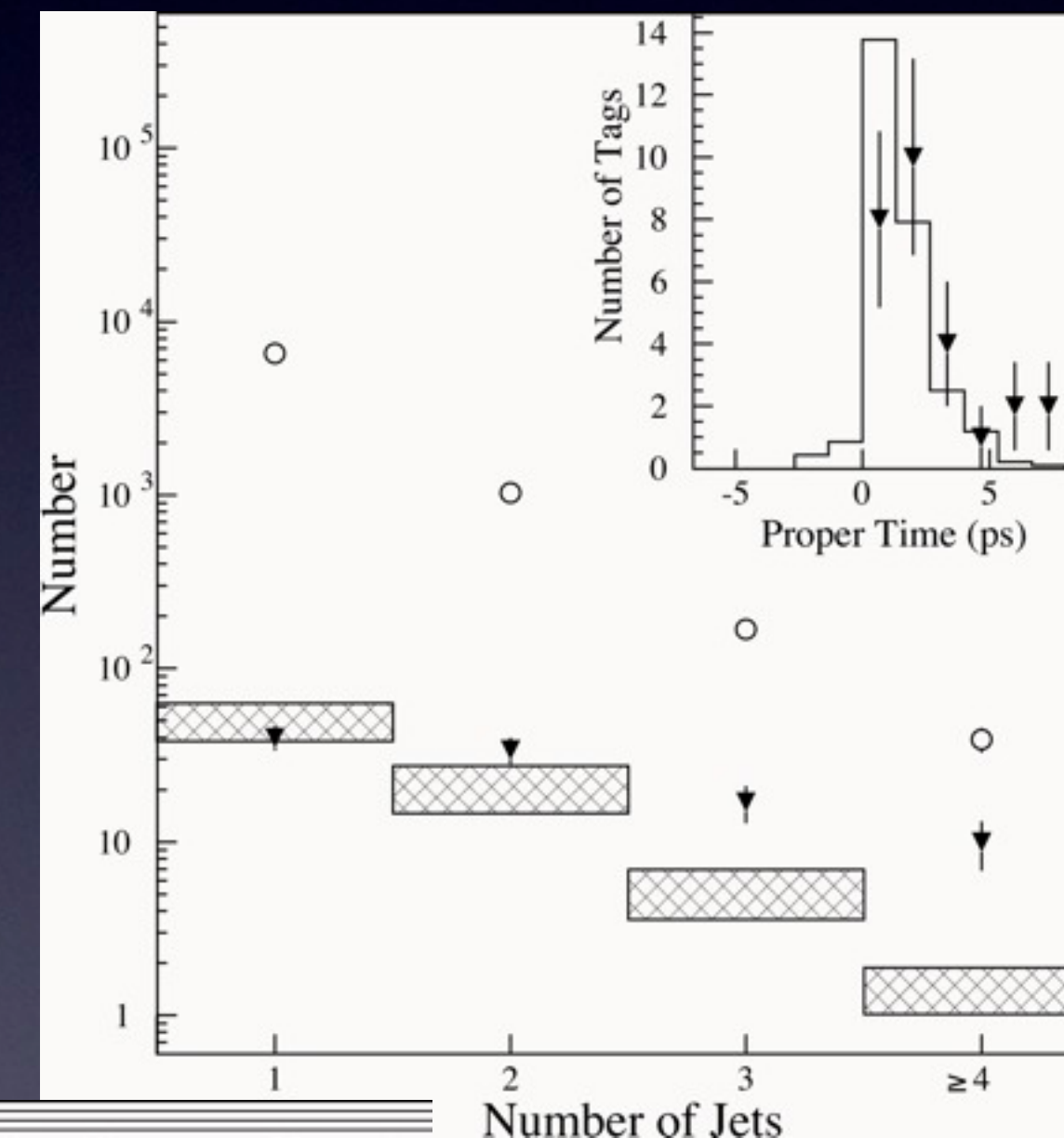
- Aussagekraft

- überzeugender Nachweis für Existenz

- Significance

- Tabelle

Experiment	Channel	Events observed	Expected background	Significance	No. of σ
D0	Muon b -tag	6	1.2 ± 0.2	2×10^{-3}	2.9σ
D0	Lepton + jets	8	1.9 ± 0.5	2×10^{-3}	2.9σ
D0	Dileptons	3	0.7 ± 0.2	3×10^{-2}	1.9σ
D0	All combined	17	3.8 ± 0.6	2×10^{-6}	4.6σ
CDF	Vertex b -tag	21 (27)	6.7 ± 2.1	2×10^{-5}	4.2σ
CDF	Lepton b -tag	22 (23)	15.4 ± 2.0	6×10^{-2}	1.5σ
CDF	Dileptons	6	1.3 ± 0.3	3×10^{-3}	2.7σ
CDF	All combined	43 (56)	23.4 ± 2.9	1×10^{-6}	4.8σ



Einblick & Ausblick

- Bekanntes:

Masse: $170,9 \pm 1,9 \text{ GeV}$

Isospin: $+\frac{1}{2}$

Ladung: $+\frac{2}{3} e$

Lebensdauer: $0,5 \cdot 10^{-25} \text{ s}$

- Zukunft:

- Test des Standard-Modells
- Informationen über Higgs-Teilchen

Quellen

- **„Observations of Top Quark Production in pp Collisions with the Collider Detector at Fermilab“**
(Abe et al., Physical Review Letters Volume 74, Number 14)
- **„Observation of the Top Quark“**
(Abachi et al., Physical Review Letters Volume 74, Number 14)
- <http://homepages.physik.uni-muenchen.de/~Otmar.Biebel/etp-seminar/MLamprecht.pdf>
- <http://www.wegbegleiter.ch/werke/wissen/geschphy.htm>
- http://www.solstice.de/grundl_d_tph/sm_gesch/sm_gesch_00.html
- http://web.physik.rwth-aachen.de/~klein/seminar/JanSteggemann_ausarbeitung.pdf
- www-hermes.desy.de/notes/pub/99-LIB/wiesmann.99.001.ps.gz
- **„The discovery of the topQuark“**
(Campagnari, Franklin; Reviews of Modern Physics, Aug 1996)
- **Particle Data Group (2008)**
<http://pdg.lbl.gov/2009/download/rpp-2008-plB667.pdf>
- http://www-cdf.fnal.gov/physics/new/top/2006/xs_ljetsvx/public.html
- http://iktp.tu-dresden.de/IKTP/pub/09/Diplomarbeit_Heinrich.pdf
- <http://e4.physik.uni-dortmund.de/twiki/pub/E4/SeminarTop2008/Joerg-Walbersloh-Seminar08-topMass.pdf>
- <http://web.physik.rwth-aachen.de/~hebbeker/lectures/sem0607/sprenger.pdf>
- http://physik.uni-graz.at/~uxh/teaching/moderne_kapitel09/topquark.pdf