




QCD Anwendungen und α_s -Bestimmung

Jan Kretzschmar

Vorlesung Experimentelle Elementarteilchenphysik

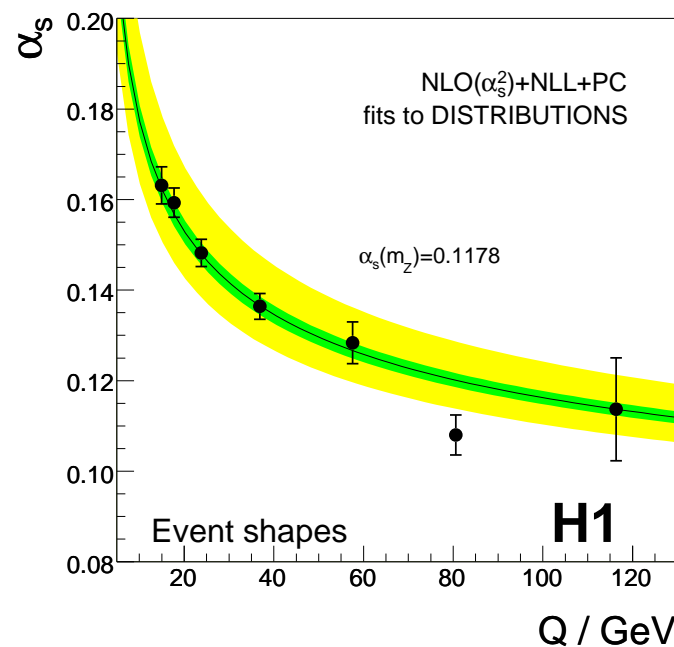
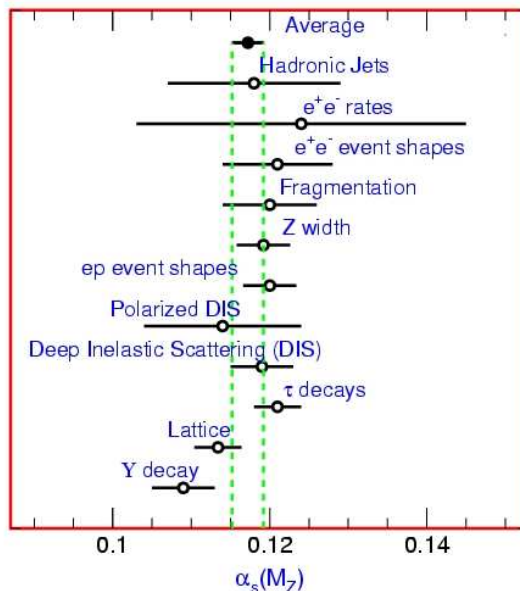
HU Berlin

13.7.2006



α_s Messung und Evolution

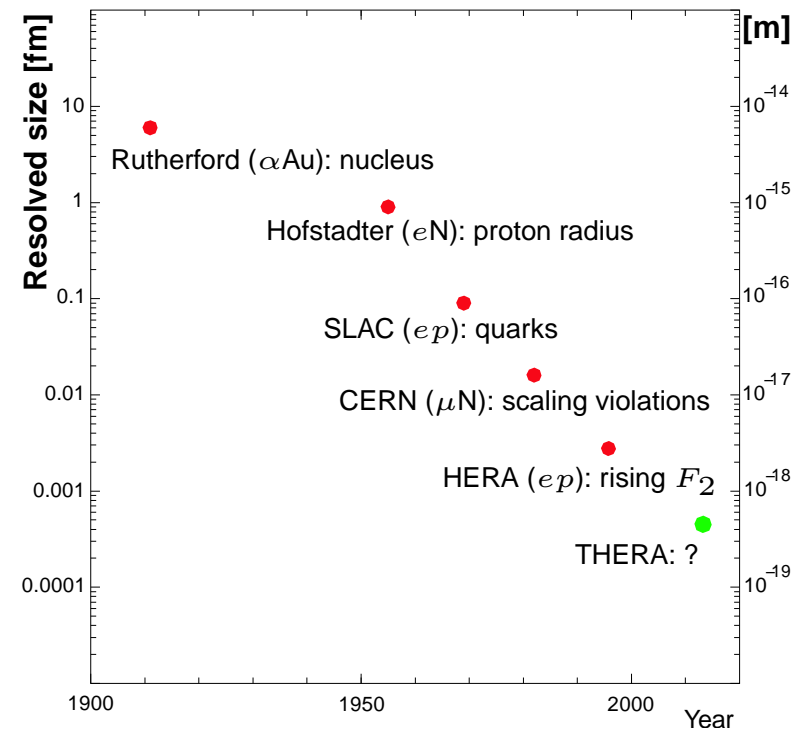
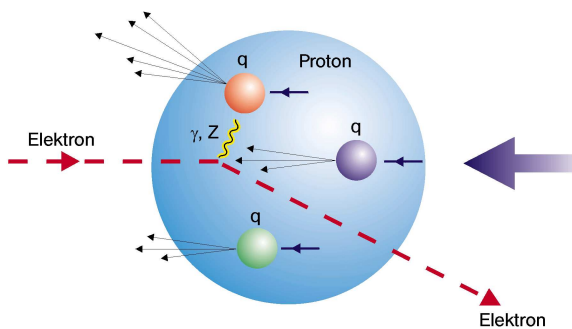
- Verschiedene Möglichkeiten der α_s -Messung: Z-Breite, Jet-Eigenschaften (“event shapes”), Evolution von Strukturfunkt.
- Messwerte werden einheitlich als $\alpha_s(M_Z)$ angegeben, eine Messung kann auch Werte bei unterschiedlichen Skalen liefern (Bsp. “event shapes” in ep Kollision bei H1)



Tiefinelastische Streuung

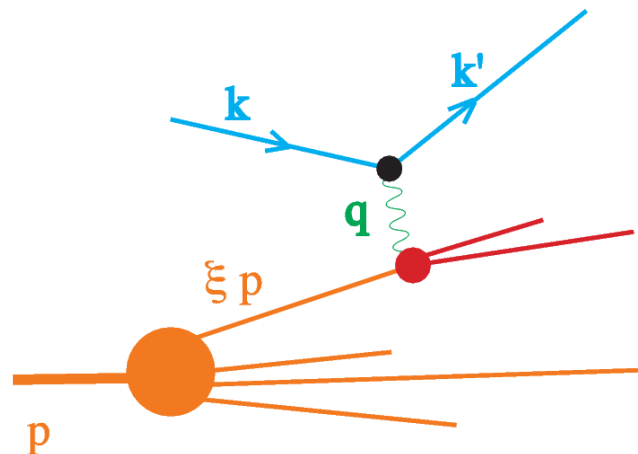
- Hadronstruktur nicht berechenbar als Bindungszustand von Quarks (Confinement) \Rightarrow Messung in tiefinelastischer Lepton-Nukleon-Streuung (DIS)

- Auflösung von Substrukturen analog zum Rutherford-Experiment



Tiefinelastische Streuung

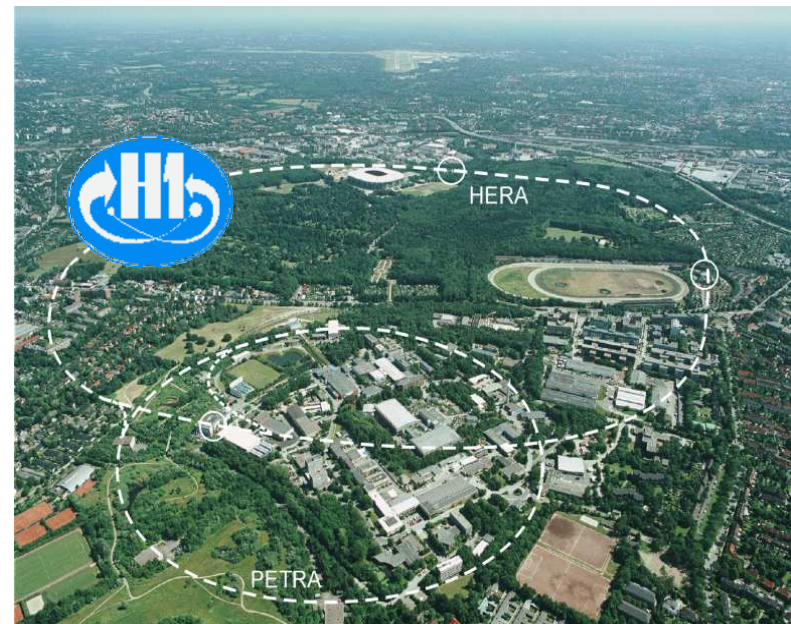
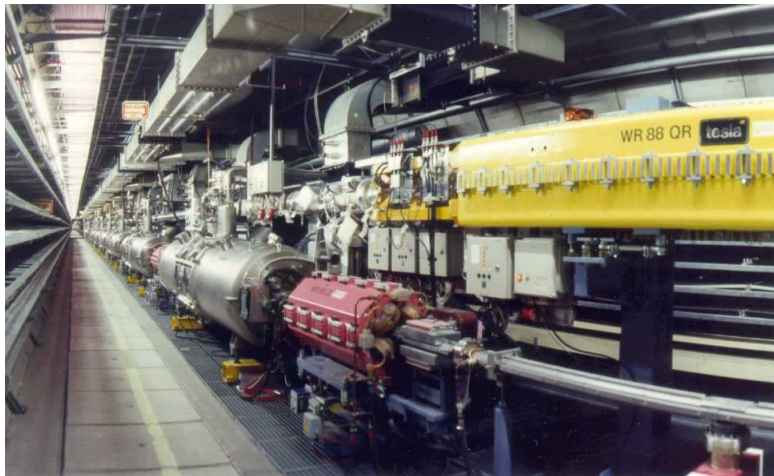
- Typische Experimente: $\mu N \rightarrow \mu X$, $\nu_\mu N \rightarrow \mu X$ (Festtarget) oder $ep \rightarrow e(\nu)X$ (HERA-Kollider - H1, ZEUS)
- Kinematik lässt sich einfach mit lorentzinvarianten Größen beschreiben - ungewohnt für “Anfänger”
- Wichtige Größen: x (ξ) - Impulsanteil des an der Streuung teilnehmenden Partons (Quarks); $Q^2 = -(k - k')^2$ - neg. Viererimpulsquadrat des ausgetauschten Bosons, “Auflösung”



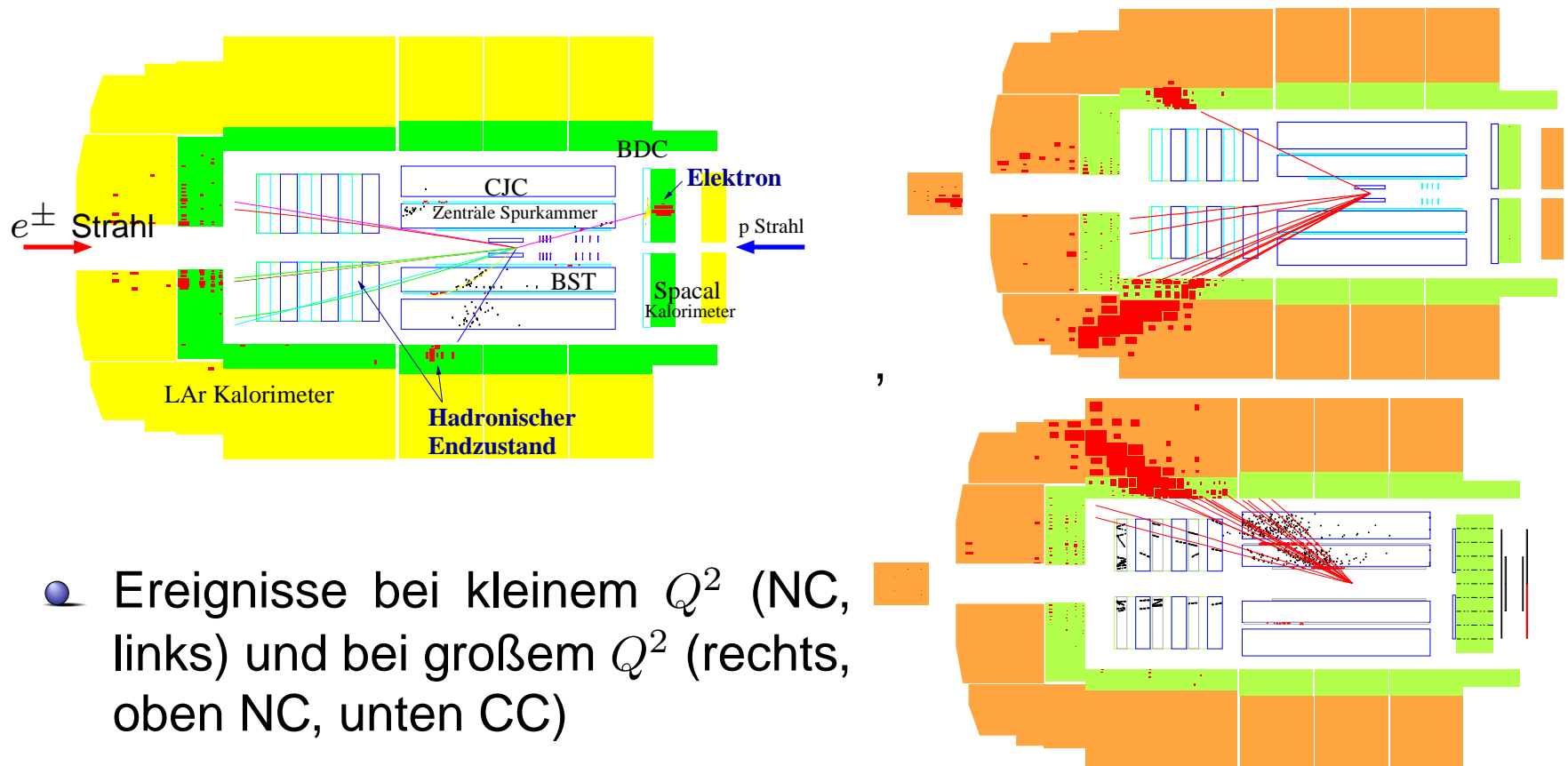
HERA und H1



- HERA Beschleuniger in Hamburg: $920 \text{ GeV } p + 27.6 \text{ GeV } e^\pm$
 $\rightarrow \sqrt{s} = 320 \text{ GeV}$
- H1 (ZEUS): “Mehrzweck-Detektor” für verschiedene Aspekte von ep Wechselwirkungen



DIS Ereignisse in H1



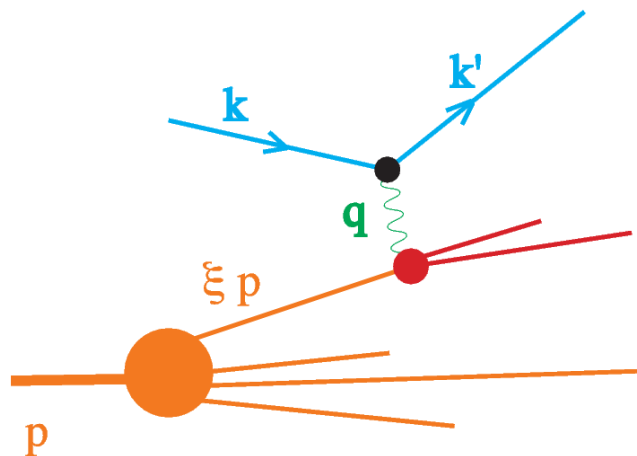
DIS Wirkungsquerschnitt



- Ein Schlüssel zur (Proton)-Struktur: Messung des inklusiven Wirkungsquerschnitts $ep \rightarrow eX$
- Bei kleinen $Q^2 \ll M_Z^2$ (Z Austausch vernachlässigbar) sind 2 Strukturfunktionen F_2 und F_L nötig zur Parametrisierung

$$\frac{d^2\sigma^{NC}}{dx dQ^2} = \frac{2\pi\alpha^2 Y_+}{xQ^4} \left(F_2(x, Q^2) - \frac{y^2}{Y_+} F_L(x, Q^2) \right),$$

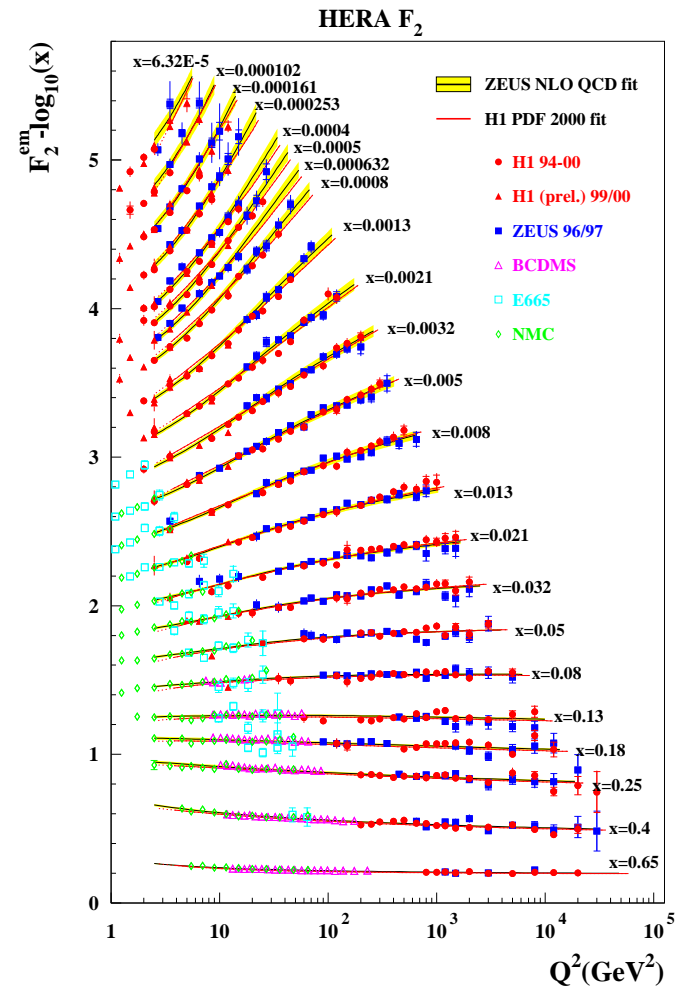
$Y_+, y \Rightarrow$ Kinematische Faktoren



Strukturfunktion F_2

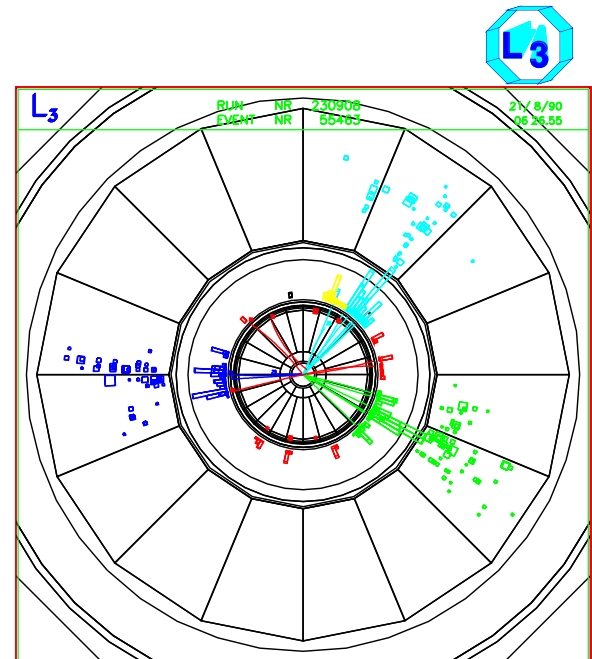
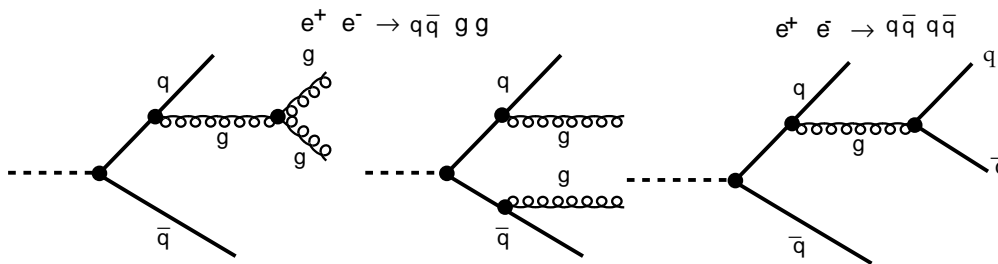
- Quark-Parton-Model: F_2 ist Summe der einzelnen Quarkdichten

$$F_2(x) = x \sum_i e_i^2 (q_i(x) + \bar{q}_i(x))$$
- F_2 ist in erster Ordnung unabhängig von Q^2 (Björken Skalenverhalten) \Rightarrow punktförmige Konstituenten
- Wechselwirkungen der Quarks untereinander führen zu Skalenverletzung \Rightarrow QCD-Korrekturen (DGLAP Evolution) \Rightarrow α_s -Bestimmung



QCD-Korrekturen bei LEP

$e^+e^- \rightarrow Z \rightarrow q\bar{q}(g) \Rightarrow$ zusätzlicher Jet $\sim \alpha_s$



QCD-Faktorisierung bei pp-WW



- Für pp -Wechselwirkungen können die Wirkungsquerschnitte für “harte” Prozesse (Jet-Produktion ...) faktorisiert werden in universelle (nichtperturbative) Strukturanteile ($f_{a/A}$) und den harten Streuprozess $\hat{\sigma}^{ab}$:

$$\frac{d^2\sigma}{dE_T d\eta} \sim \sum_{a,b} \int_{x_A}^1 d\xi_B \int_{x_B}^1 d\xi_A f_{a/A}(\xi_A) f_{b/B}(\xi_B) \frac{d^2\hat{\sigma}^{ab}}{dE_T d\eta}$$

