

Die Strukturfunktion F_2^c

Malte Wilfert

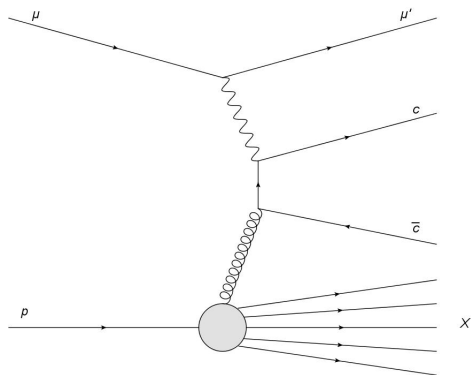
Institut für Kernphysik Johannes Gutenberg-Universität Mainz

12. April 2011

- 1 Theorie
- 2 Experimentelle Ergebnisse
- 3 Meine Ergebnisse

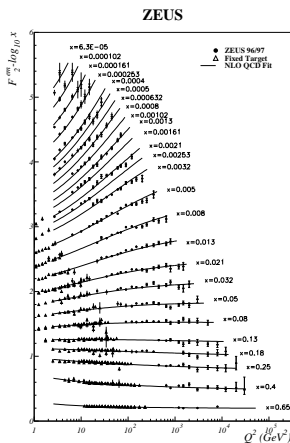
- Offene Charm-Produktion
 D^*, D^0, \dots
- Gebundene Charm-Produktion
 $J/\psi, \psi'$
- Dominanter Prozess:
Photon-Gluon-Fusion

$$\gamma^* g \rightarrow c \bar{c}$$



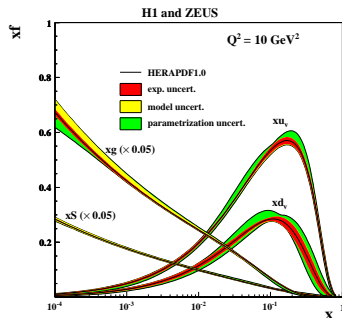
Die Strukturfunktion F_2

- $\frac{d^2\sigma}{d\Omega dE'} = \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{Mott}^* (W_2 + 2W_1 \tan^2 \frac{\theta}{2})$
- $F_1(x, Q^2) = Mc^2 W_1(\nu, Q^2)$
 $F_2(x, Q^2) = \nu W_2(\nu, Q^2)$
- F_2 "unabhängig" von Q^2
→ Streuung an Punktladungen
→ Substruktur
- Strukturfunktionen beschreiben innere Zusammensetzung
- $F_2(x) = x \cdot \sum_f z_f^2 (q_f(x) + \bar{q}_f(x))$
- Impulsverteilungen aus μ^- , ν^- und e-Streuung



Die Strukturfunktion F_2

- $\frac{d^2\sigma}{d\Omega dE'} = \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{Mott}^* (W_2 + 2W_1 \tan^2 \frac{\theta}{2})$
- $F_1(x, Q^2) = Mc^2 W_1(\nu, Q^2)$
 $F_2(x, Q^2) = \nu W_2(\nu, Q^2)$
- F_2 "unabhängig" von Q^2
→ Streuung an Punktladungen
→ Substruktur
- Strukturfunktionen beschreiben innere Zusammensetzung
- $F_2(x) = x \cdot \sum_f z_f^2 (q_f(x) + \bar{q}_f(x))$
- Impulsverteilungen aus μ^- , ν^- und e-Streuung



$$\frac{d^2\sigma}{dx dQ^2} = \frac{2\pi\alpha^2}{Q^4 x} ((1 + (1 - y)^2) F_2^c(x, Q^2, m_c^2) - y^2 F_L(x, Q^2, m_c^2))$$

- $F_L = F_2 - 2x \cdot F_1$
- Callan-Gross-Beziehung: $F_2 = 2x \cdot F_1$
- F_L meist für experimentelle Ergebnisse vernachlässigt
- EMC: Abweichungen von F_2^c zu den LO Vorhersagen
⇒ Höhere Ordnungen bei Produktionsmechanismen nötig (Intrinsic Charm)

- Entstehung durch PGF

$$\begin{aligned} F_2 = & \frac{Q^2 \alpha_s}{4\pi^2 m_c^2} \int_{\xi_{min}}^1 \frac{d\xi}{\xi} [e_c^2 f_{g/P}(\xi, \mu^2) c_{k,g}^{(0)}] \\ & + \frac{Q^2 \alpha_s^2}{\pi m_c^2} \int_{\xi_{min}}^1 \frac{d\xi}{\xi} (e_c^2 f_{g/P}(\xi, \mu^2) (c_{k,g}^{(1)} + \bar{c}_{k,g}^{(1)} \ln \frac{\mu^2}{m_c^2}) \\ & + \sum_{i=q} \bar{q} f_{i/P}(\xi, \mu^2) [e_c^2 (c_{k,i}^{(1)} + \bar{c}_{k,i}^{(1)} \ln \frac{\mu^2}{m_c^2}) + e_i^2 d_{k,i}^{(i)} + e_c e_i o_{k,i}^{(1)}]) \end{aligned}$$

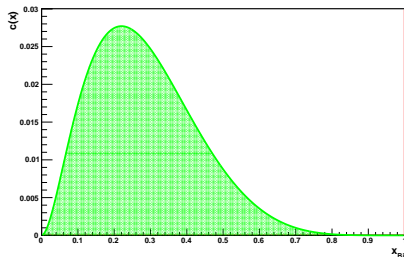
- $f_{i,P}$: Quark Impuls-Verteilungen
- $c_{k,i}^l$: Skalenunabhängige Parton Koeffizientenfunktionen

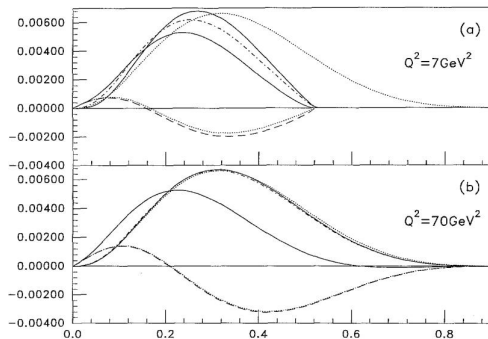
Intrinsic Charm

- Zustand: $|uudc\bar{c}\rangle$
- Entsteht z.B. durch $gg \rightarrow q\bar{q}$
- Quark-Dichte-Funktion für Intrinsic Charm

$$c \propto \frac{dP_{ic}(x)}{dx} = \frac{1}{2} N_5 x^2 \left(\frac{1}{3} (1-x)(1+10x+x^2) + 2x(1+x) \ln x \right)$$

- Zusammenhang mit F_2 :
 $F_2^{(0)}(x) = 8xc(x)/9$
- Massenskalierungsvariable ξ um c Masse zu berücksichtigen
 $\rightarrow F_2^{(0)}(x) = 8x\xi c(\xi, \gamma)/9$



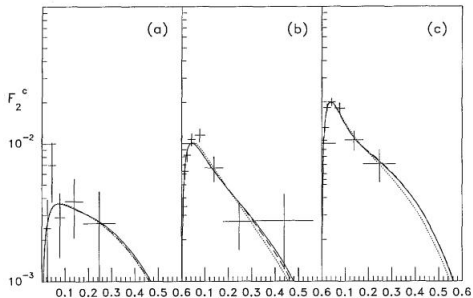


- Gepunktet: Masseloses c-Quark
- Gepunktet-gestrichelt: ξ -skaliertes Resultat
- Durchgezogen: Vollständiges Ergebnis

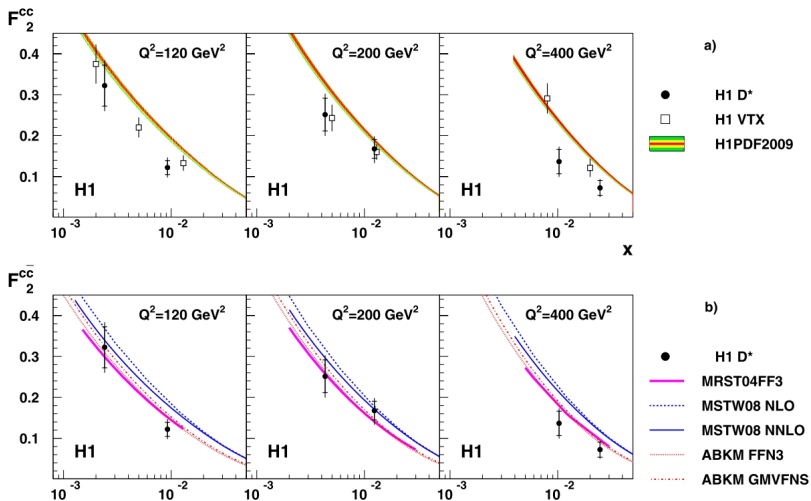
EMC	Hera	COMPASS
$D^0 \rightarrow K^{(*)} \mu \nu_\mu$	$D^* \rightarrow D^0 \pi \rightarrow K \pi \pi$	$D^* \rightarrow D^0 \pi \rightarrow K \pi \pi$
$Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$	$100 \text{ GeV}^2 < Q^2 < 1000 \text{ GeV}^2$	$z > 0,2$
$-90 \text{ GeV} < E_{\text{miss}} < 90 \text{ GeV}$	$\cos \theta > 0,7$	$ \cos \theta < 0,9$
$E_{\text{Stac}} > 30 \text{ GeV}$	$ m(K\pi) - m_{D^0} < 80 \text{ MeV}$	$3,2 < \Delta M < 8,9$
$p_\mu^{\text{Dec}} > 16 \text{ GeV}$	$0,02 < y < 0,7$	$p_{\text{thresh}}(\pi/K) < p$
$p_\mu^{\text{scat}} > 20 \text{ GeV}$	$p_T > 15 \text{ GeV}$	$p < 50 \text{ GeV}$
2867 (83)	-	2735

$$F_2^c(x, Q^2, m_c^2) = \alpha F_2^{c,EC}(x, Q^2, m_c^2) + \beta F_2^{c,IC}(x, Q^2, m_c^2)$$

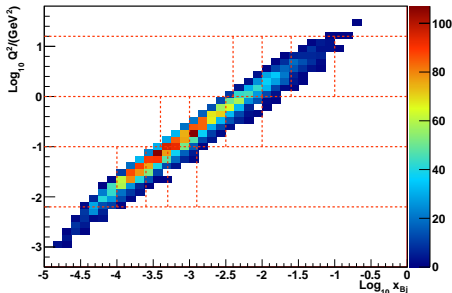
PDF	$\bar{\nu} = 53 \text{ GeV}$		$\bar{\nu} = 95 \text{ GeV}$		$\bar{\nu} = 168 \text{ GeV}$	
	α	β	α	β	α	β
CTEQ3	0.95 ± 0.64	0.36 ± 0.58	1.20 ± 0.13	0.39 ± 0.31	1.27 ± 0.06	0.92 ± 0.53
MRS(G)	1.02 ± 0.69	0.34 ± 0.58	1.38 ± 0.15	0.32 ± 0.32	1.47 ± 0.07	0.79 ± 0.53
GRV(94)	1.15 ± 0.77	0.33 ± 0.58	1.45 ± 0.16	0.34 ± 0.31	1.48 ± 0.08	0.88 ± 0.53



Experimentelle Ergebnisse Hera



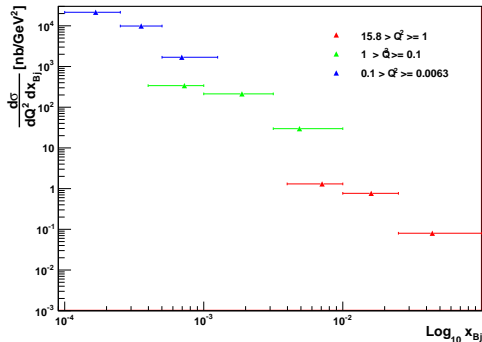
Bestimmung von F_2^c



- $0,006 \text{ GeV}^2 \leq Q^2 < 0,01 \text{ GeV}^2$
 $x_{Bj}: -0,0001 < -0,00025 < -0,0005 < -0,0013$
- $0,01 \text{ GeV}^2 \leq Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$
 $x_{Bj}: -0,0004 < -0,001 < -0,0032 < -0,01$
- $1 \text{ GeV}^2 \leq Q^2 < 15 \text{ GeV}^2$
 $x_{Bj}: -0,004 < -0,01 < -0,025 < -0,1$

Ergebnis der Bestimmung

$$\frac{d^2\sigma}{dx dQ^2} = \frac{2\pi\alpha^2}{Q^4 x} (1 + (1-y)^2) F_2^{c\bar{c}}(x, Q^2, m_c^2)$$



$$\bullet \frac{d\sigma}{dQ^2 dx_{Bj}} = \frac{N_D}{\mathcal{L} \cdot BR \cdot A \cdot \Delta Q^2 \cdot \Delta x_{Bj}}$$

$$\bullet \mathcal{L} = 707 / pb$$

$$\bullet BR = 0,677 \cdot 0,0389$$

$$\bullet A \approx 7\%$$

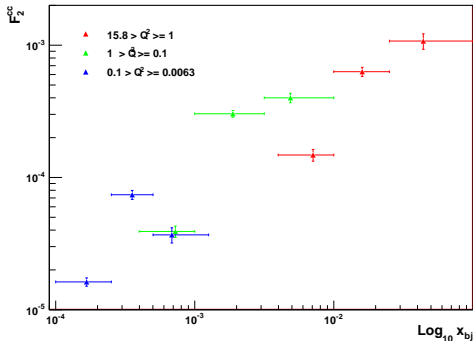
$$\bullet F_2^c = \frac{\frac{d\sigma}{dQ^2 dx_{Bj}} \cdot Q^4 \cdot x_{Bj}}{2\pi(2-2y+y^2)\alpha^2(\hbar c)^2}$$

$$\bullet \sigma = (1,81 \pm 0,05) nb$$

$$\bullet \sigma_S = (1,8 \pm 0,4) nb$$

Ergebnis der Bestimmung

$$\frac{d^2\sigma}{dx dQ^2} = \frac{2\pi\alpha^2}{Q^4 x} (1 + (1-y)^2) F_2^{c\bar{c}}(x, Q^2, m_c^2)$$



$$\bullet \frac{d\sigma}{dQ^2 dx_{Bj}} = \frac{N_D}{\mathcal{L} \cdot BR \cdot A \cdot \Delta Q^2 \cdot \Delta x_{Bj}}$$

$$\bullet \mathcal{L} = 707 / pb$$

$$\bullet BR = 0,677 \cdot 0,0389$$

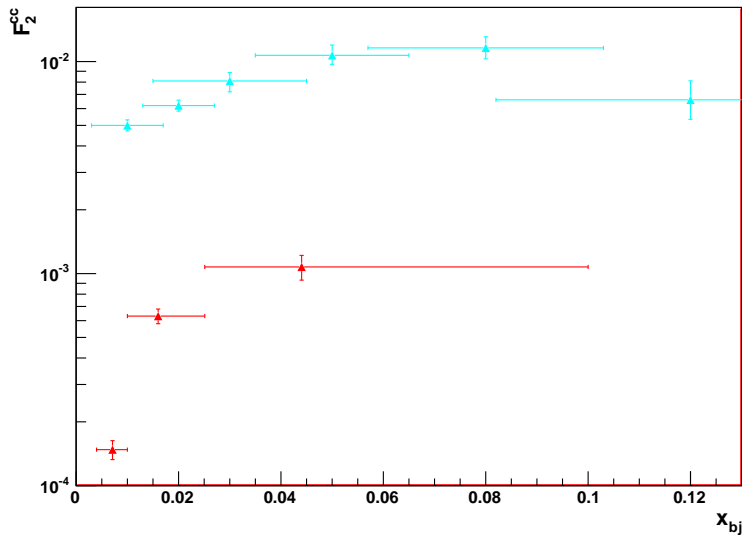
$$\bullet A \approx 7\%$$

$$\bullet F_2^c = \frac{\frac{d\sigma}{dQ^2 dx_{Bj}} \cdot Q^4 \cdot x_{Bj}}{2\pi(2-2y+y^2)\alpha^2(\hbar c)^2}$$

$$\bullet \sigma = (1,81 \pm 0,05) nb$$

$$\bullet \sigma_S = (1,8 \pm 0,4) nb$$

Vergleich mit EMC



- Berechnung von F_2^c für feste x_{Bj} in Q^2
- Berechnung von F_2^c für feste ν in x_{Bj}
- Mittelwerte für x_{Bj} , Q^2 und y aus den Daten selbst bestimmen
- Vergleich von F_2^c mit F_2
- Woher kommt der Unterschied zu EMC?