

Erzeugung linear polarisierter Photonen und Messung der Photonasymmetrie an ^4He und ^{12}C *

F.A. Natter

P. Grabmayr, T. Hehl, M. Mayer, S. Wunderlich
T. Lamparter, R. Schneider, G.J. Wagner

PiP/TOF Gruppe, A2 Kollaboration

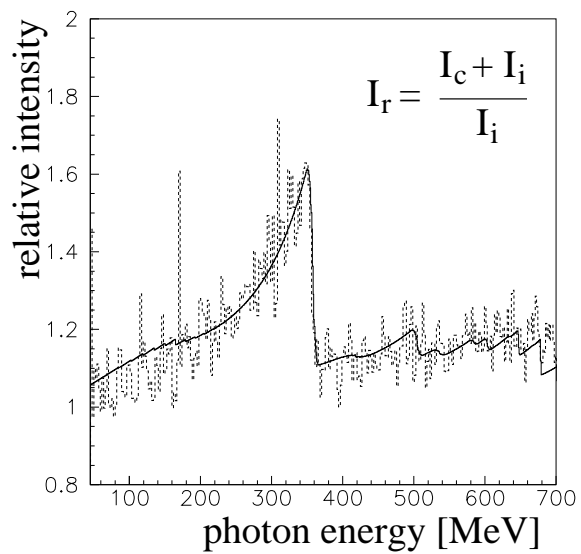
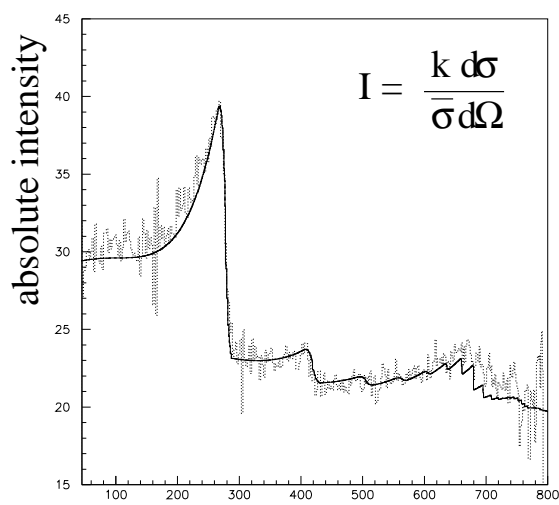
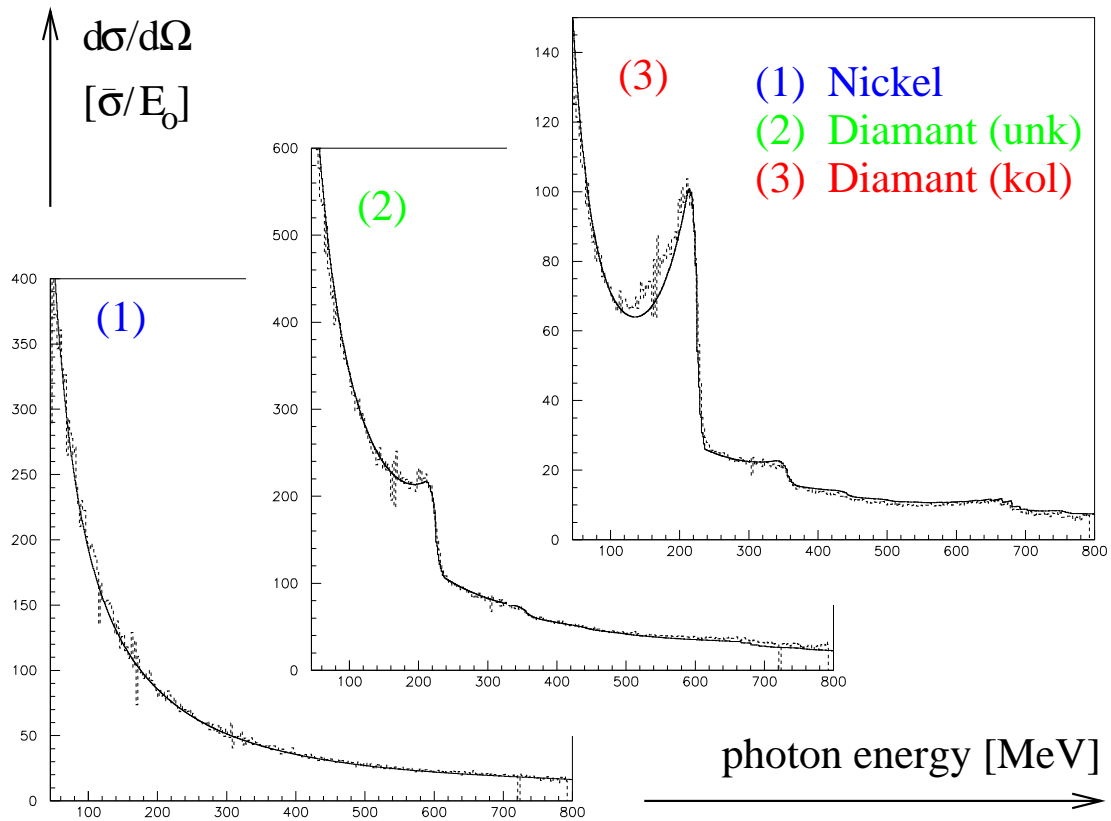
25th Feb 1998

- ▶ Polarisierte Bremsstrahlungs – Photonen
 - Kinematik und Polarisation
 - Inkohärente Intensität
 - Kohärente Intensität
- ▶ Photonasymmetrie an $^4\text{He}/^{12}\text{C}(\vec{\gamma}, np)$
 - Warum Polarisations-Freiheitsgrad
 - ^4He als Target und experimenteller Aufbau
 - Auswertung und Ergebnisse
- ▶ Zusammenfassung und Ausblick

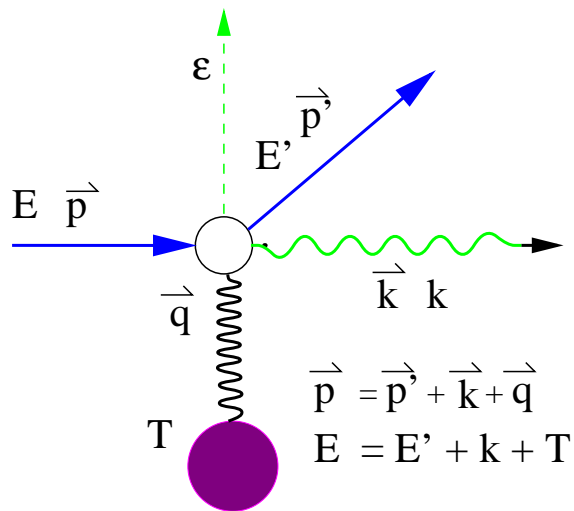
*supported by DFG(Graduiertenkolleg), DAAD, NATO, EU, BMBF



Bremsstrahlung (experimentell)



Bremsstrahlungs Prozeß

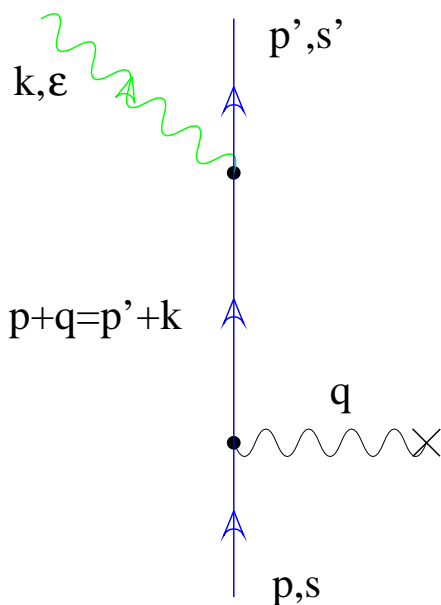


Kinematik:

Impulsübertrag:

$$\delta = q_l^{\min}(E_\gamma) < q < 2\delta$$

$$q_t/q_l \approx 10^3 \rightarrow \text{Pancake}$$



Wirkungsquerschnitt:

$$\sigma \sim k \left(\frac{\epsilon p'}{k p'} - \frac{\epsilon p}{k p} \right)^2$$

$$\approx \frac{1}{k} \cos^2 \phi$$

Hauptbeitrag:

$$\vec{E} \parallel \vec{\epsilon} \in (\vec{p}, \vec{p}') \text{ Ebene}$$



Koch und Motz Charts of incoherent Bremsstrahlung

Don't print out!!



Inkohärente Bremsstrahlung

Einzelnes Atom: \vec{q} beliebig verteilt \rightarrow unpolarisiert

$$I = \frac{x}{\sigma} \frac{d\sigma}{dx} = (1 + (1 - x)^2)\psi_1 - \frac{2}{3}(1 - x)\psi_2 \quad x = k/E_0$$

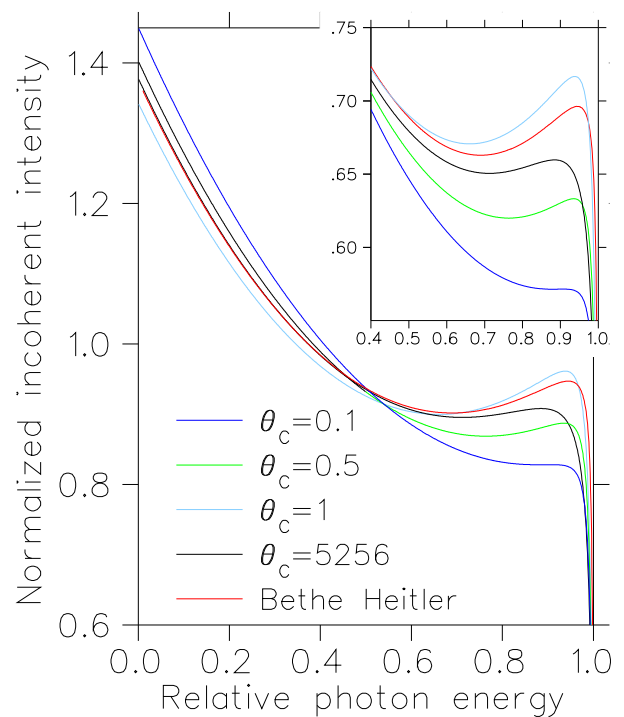
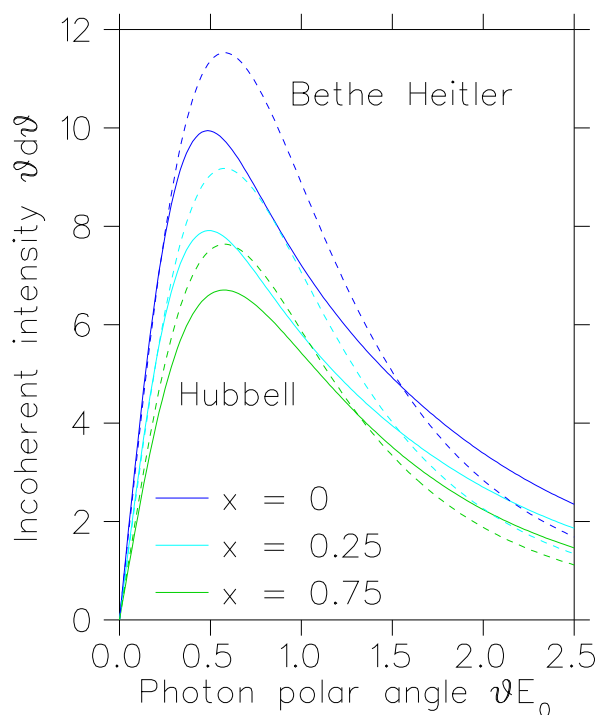
Bethe Heitler $\psi_{1,2}, \psi_e$ const.
 $I(\vartheta) \approx \frac{2\vartheta}{(1+\vartheta^2)^2} \rightarrow f_c(\vartheta_c)$

Hubbell $\psi_{1,2}(x, \vartheta_c, Z)$
 ($\int d\vartheta$ Schiff) $\psi_e(x, Z) E_B$ korr.

JAP 30/7(59)981

Matthews,Owens

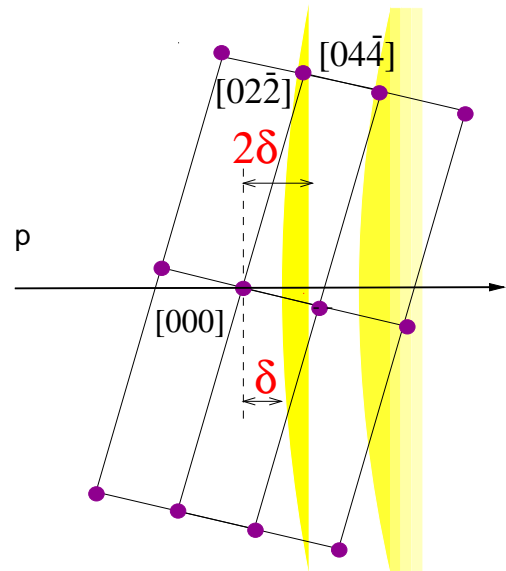
NIM 111(73)157



Kohärente Bremsstrahlung

Pancake im Gitter (Diamant)

- Bragg - Bedingung ($\vec{q} = \vec{g}$)
- Kohärente Bremsstrahlung
- fixiert Impulsübertrag
- polarisierter Strahl



$$I_{\text{tot}} = I_{\text{coh}} + I_{\text{inc}} \sim \psi_{1,2}$$

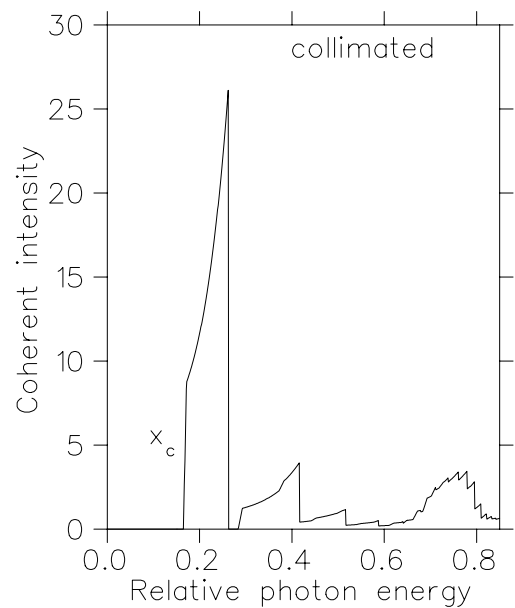
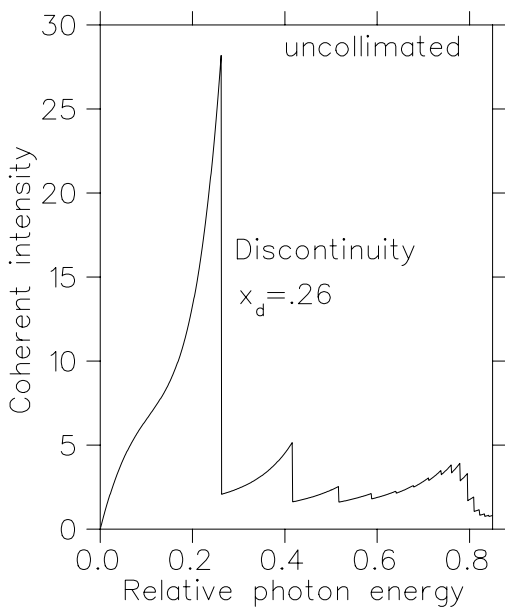
$$I_{\text{tot}} P \sim d\sigma_{\parallel} - d\sigma_{\perp} \sim \psi_3$$

$$\psi_i^{\text{coh}} = \sum_{\vec{g}}^{\text{PC}} f(\vec{g}, x, \vartheta, \alpha, \theta)$$

Kollimation:

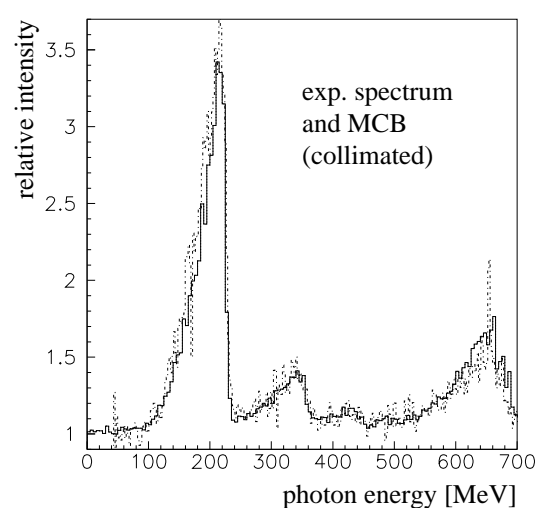
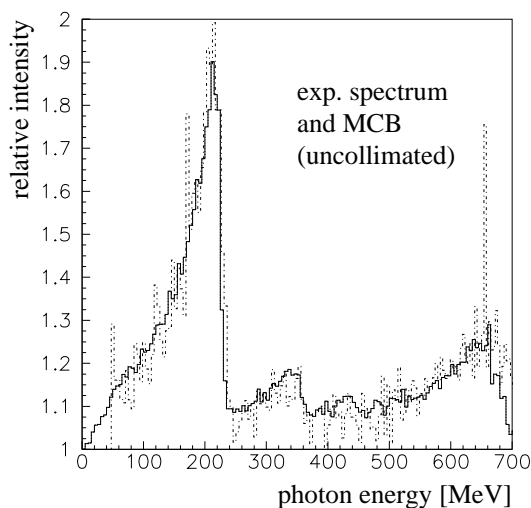
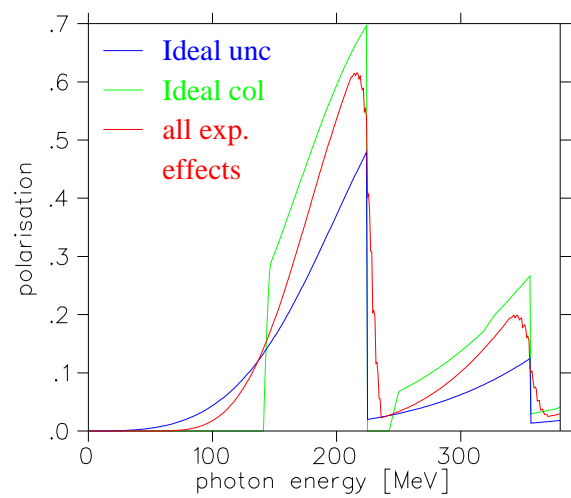
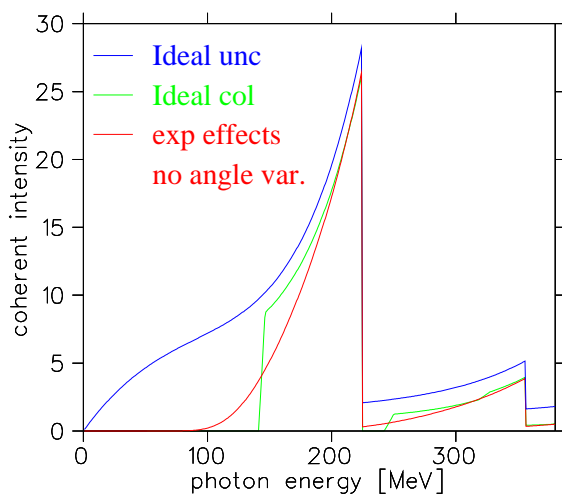
pro $\vec{g} : x \leftrightarrow \vartheta$

$$x_c = \frac{1}{1 + \vartheta_c(1 - x_d)}$$



Experimentelle Effekte und Polarisation

Temperatur	→ Debye Waller Faktor	$I_{\text{coh}}/I_{\text{inc}}$
Strahlausdehnung	→ "unscharfer" Kollimator	x_c
Strahldivergenz	→ dito + Kristallwinkel	x_d
Mehrfachstreuung	→ erhöht Strahldivergenz	x_d



▶ $\bar{P}_{1/2} = 51\%$ ↔ Hubbell, e-e Beitrag: $\bar{P}_{1/2} = 48\%$



Photonasymmetrie in ${}^4\text{He}(\vec{\gamma}, NN)$

${}^4\text{He}$ als Target

- Einfache Struktur (nur 1s) \rightarrow keine Schalenmischung
- Hohe Dichte, wenig Nukleonen \rightarrow mehr SRC, weniger FSI
- Verbindung von mikroskopischen Rechnungen mit phänomenologischen Modellen

Photonasymmetrie

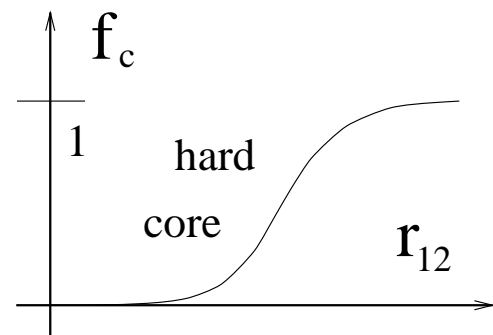
Neue Observable Σ (Photonasymmetrie) ist sensitiv auf SRC

$$\sigma_{\parallel, \perp} = \sigma_0(1 \pm P_\gamma \Sigma), \quad \Sigma = \frac{1}{P_\gamma} \frac{\sigma_{\parallel} - \sigma_{\perp}}{\sigma_{\parallel} + \sigma_{\perp}} \quad \text{für } (\vec{\epsilon} \parallel, \perp n'p')$$

Jastrow Korrelationen:

$$\psi(1, 2) = \phi(1)\phi(2)f_c(r_{12})$$

$$g(k) = \mathcal{F}(1 - f_c)$$



Direkter Photoabsorptions Prozeß in (γ, pp)

QD Näherung ($|np\rangle = 1s$), zero range approximation:

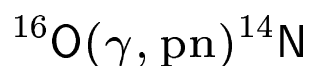
(Jan Ryckebusch, Phys. Lett. B383 (96) 1)

$$\sigma_0 \sim J_{1B}^M(g(k)) + J_{1B}^C(g(k)) + J_\Delta$$

$$\sigma_0 \Sigma \sim J_{1B}^{M,C}(\pm g) + J_\Delta$$



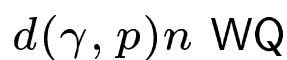
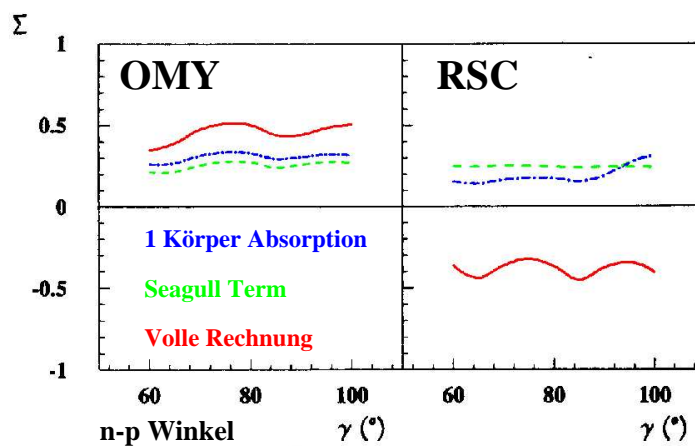
Photonasymmetrie und SRC



Boffi et. al.

Nucl. Phys. A

564 (1993) 473



A. Buchman,

W. Leidemann

NP A443 (85) 726

Photonasymmetrie Σ

▷ Beiträge mit verschiedenen Vorzeichen

▷ f_c beeinflusst

Beiträge verschieden



Experimenteller Aufbau

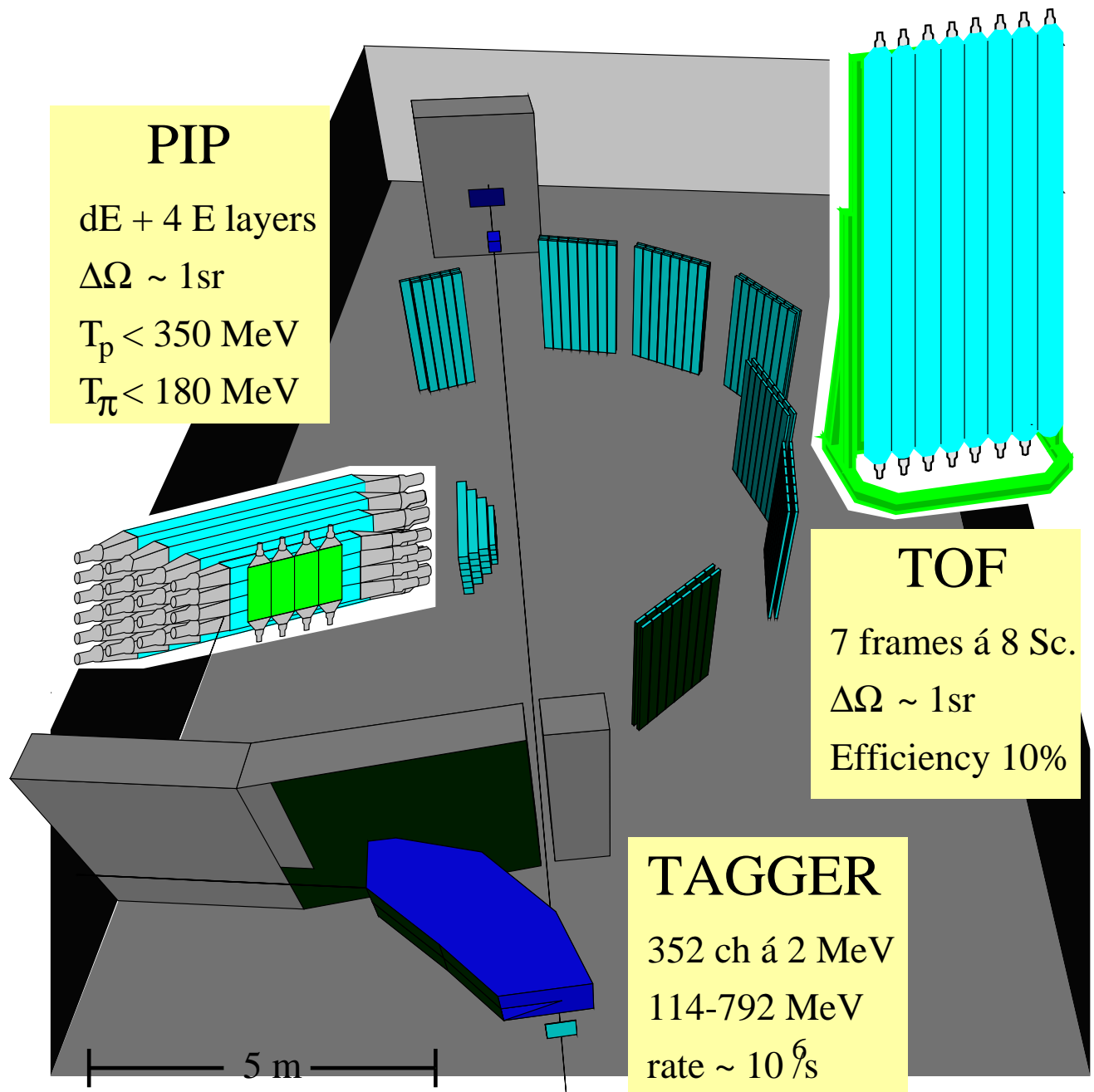


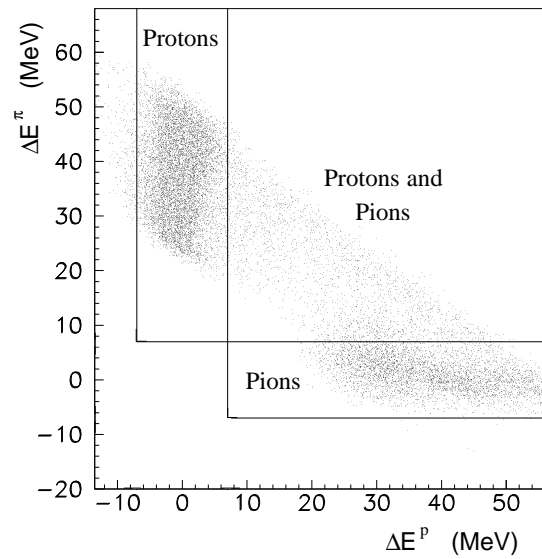
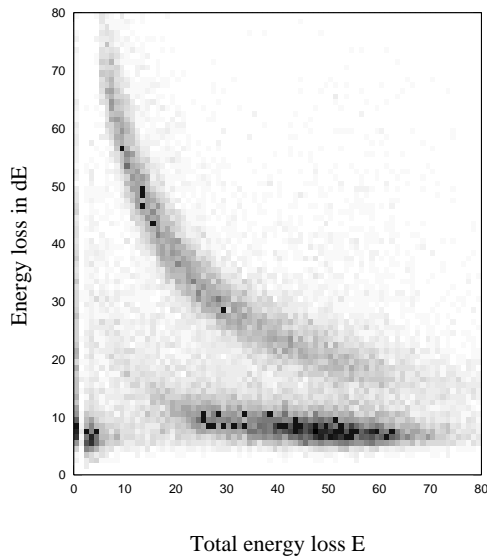
Foto der 4He Aufbau

Don't print out!!



PIP und TOF

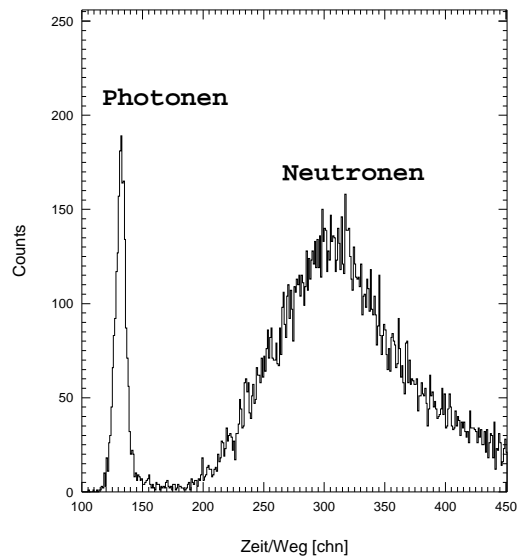
Teilchentrennung: dE-E Methode ↔ Range Methode



n - Energiebestimmung:

Flugzeitmethode

$dE = \text{Veto/Startdetektor}$
 $n \text{ Nachweis Wahrsch.} \sim d$
 $E \text{ Unschärfe} \sim d^2 + t^{-2}$



Aktuelle Auswertung

Missing energy

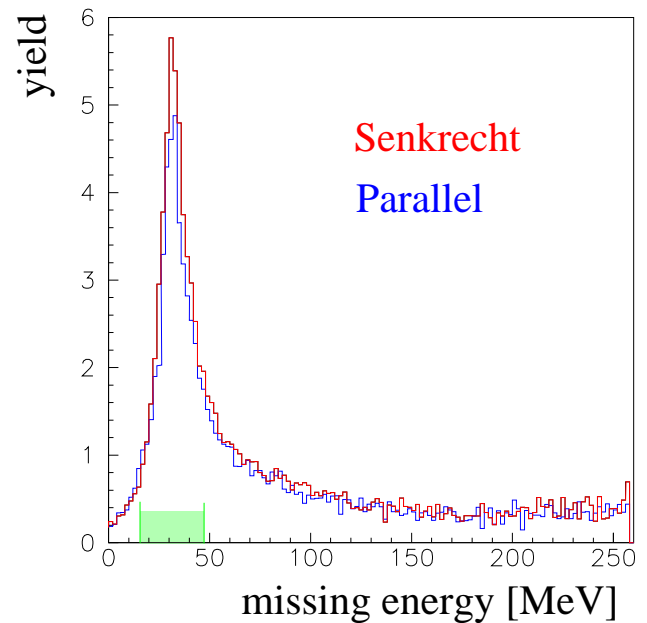
$$E_m = E_\gamma - T_p - T_n - T_R$$

Direkte Photoabsorption
($E_x = 0$, spectator model):

$$\vec{p}_R = -\vec{p}_m$$

Asymmetrie

$$\Sigma(E_m=Q) > \Sigma(E_m>Q)$$



Missing momentum

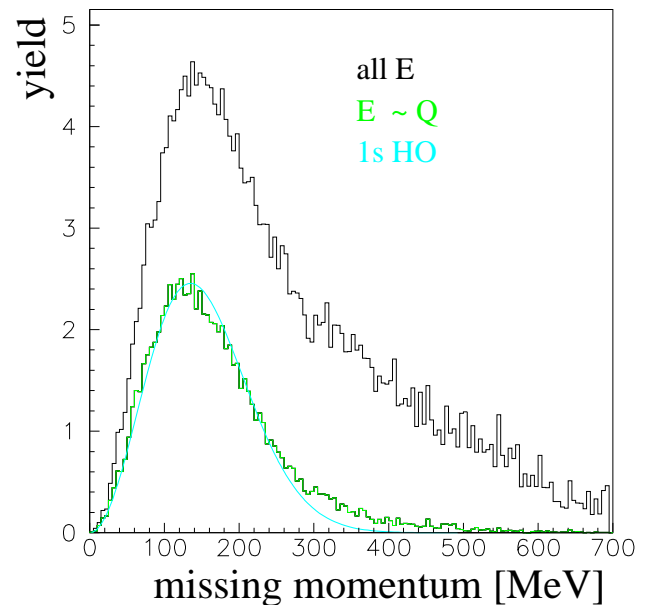
$$\vec{p}_m = \vec{k}_\gamma - \vec{p}_p - \vec{p}_n$$

Schnitt auf $E_m = Q$

→ 1s Impulsverteilung

Inelastische Prozesse

→ höhere Impulse



$^4\text{He}/^{12}\text{C}$ Photonasymmetrie im Vergleich

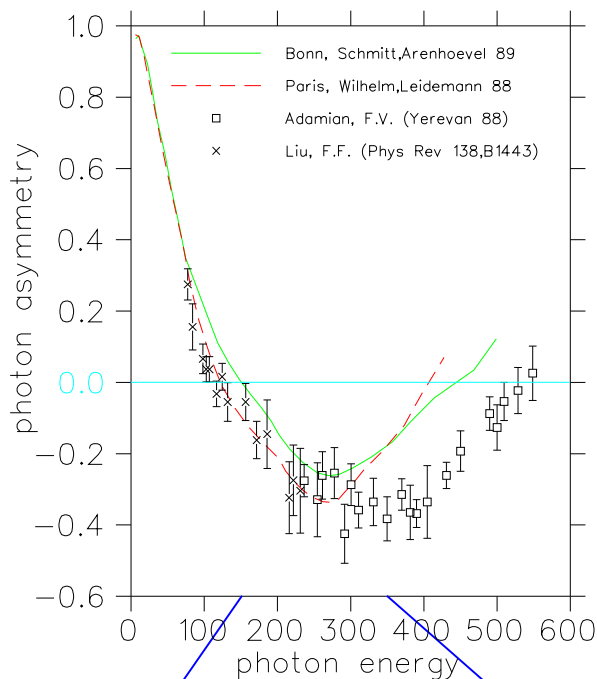
Niedrige E_γ :

E1 dominant $\rightarrow \Sigma$ pos

$E_\gamma > \pi$ Schwelle :

M1 dominant $\rightarrow \Sigma$ neg
(N- Δ Übergang \sim M1)

($\theta_p = 90^\circ$)

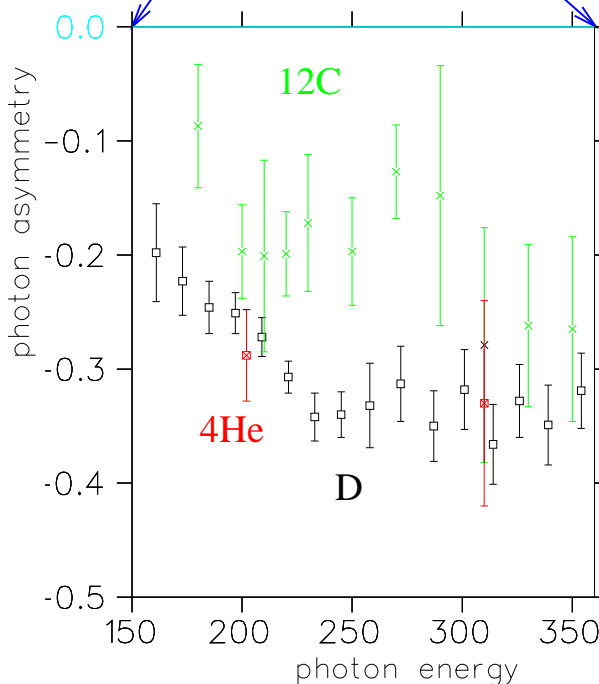


$^4\text{He} \sim \text{D}$?

(Nur Teil der Daten,
Kalibration unvollständig)

^{12}C : FSI oder
mediumabhängige SRC

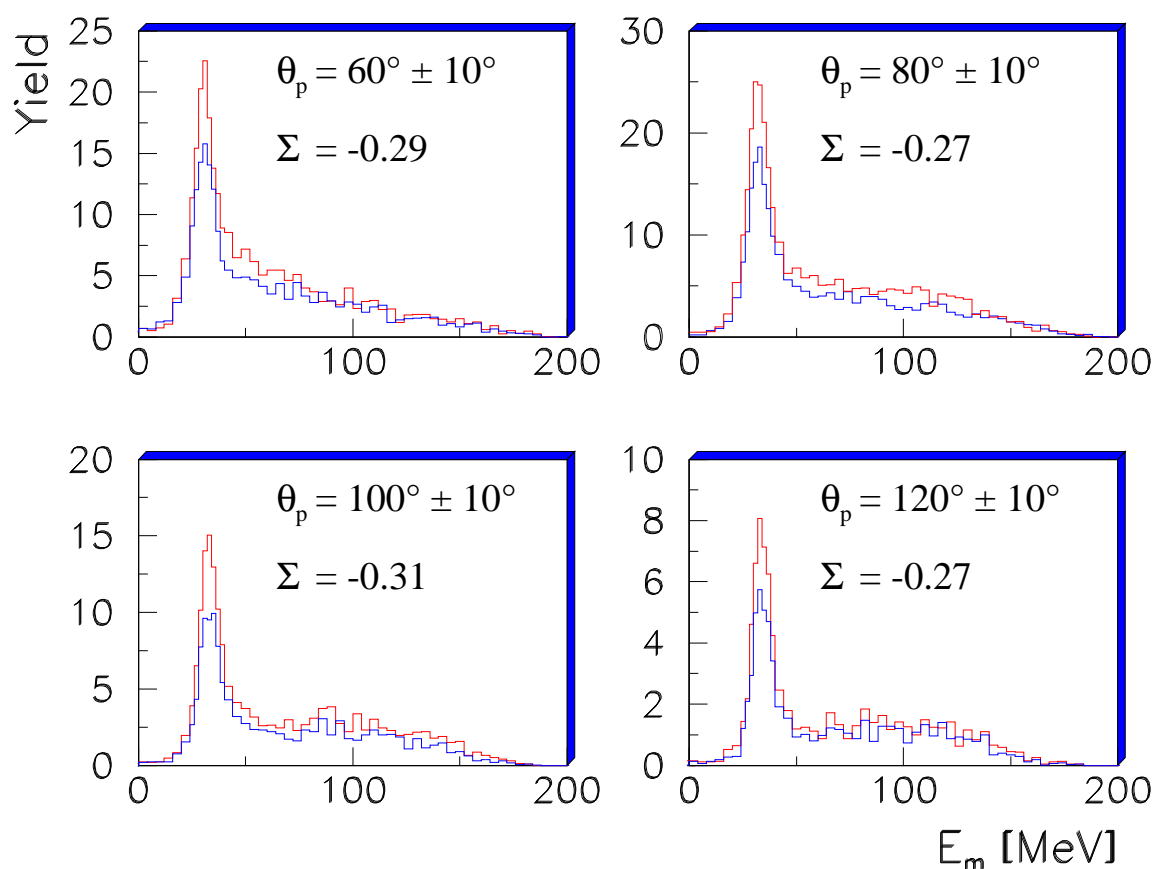
($50^\circ < \theta_p < 130^\circ$)



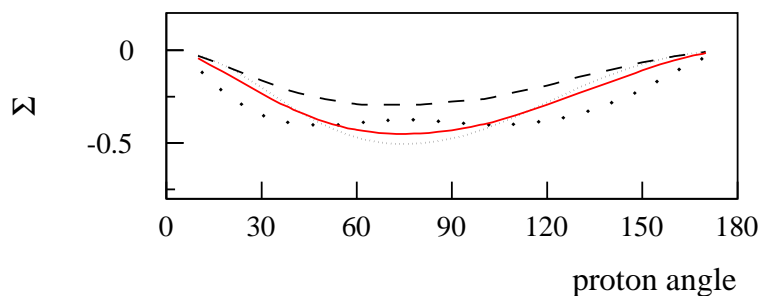
vorläufig !!

Winkelabhängigkeit der Asymmetrie

${}^4\text{He}(\vec{\gamma}, np)$ Photonasymmetrie bei $E_\gamma = 220\text{MeV}$,
 senkrechte und parallele Polarisation:



Jan Ryckebusch
 ${}^{12}\text{C}(\gamma, pn){}^{10}\text{B}$
 $E_\gamma = 200\text{ MeV}$
 (to be published)



vorläufig !!

Zusammenfassung

- Verbesserte Beschreibung polarisierter Bremsstrahlung
→ zuverlässigere Polarisationsbestimmung
- Photoasymmetrie Messungen an ^4He und ^{12}C erfolgreich abgeschlossen
 - zuverlässige Daten und gute Statistik
 - ermutigende vorläufige Ergebnisse

Ausblick

- Auswertung des ^4He Experiments beenden
→ Photonasymmetrie (Σ) in Abhängigkeit von E_γ und θ
- ^{12}C Auswertung (Σ) durch Gruppen in Glasgow, Edinburgh
- Genauere Rechnungen notwendig, besonders ^4He
→ Weitere Zusammenarbeit mit Theoretikern aus Gent, Trento, Pavia, Valencia, Tübingen
- Hochauflösendes ^{16}O Experiment (akzeptiert)
Untersuchung der individuellen Reaktionsmechanismen in separat aufgelösten Endzuständen
(Erwartete E_m Auflösung: 1.5 MeV)

