

Photoinduzierte Zwei-Nukleonen-Emission *

F.A. Natter

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

PiP/TOF Gruppe, A2 Kollaboration

29. September 1997

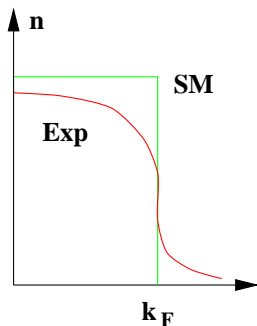
- NN - Korrelationen und Photoabsorption
- Frühere (γ , NN) - Messungen am MAMI
 - Experimenteller Aufbau
 - Ergebnisse am ${}^6\text{Li}$, ${}^{12}\text{C}$
 - Vergleich mit Theorie
- Neuere Experimente
 - Aufbau des ${}^4\text{He}(\vec{\gamma}, \text{NN})$ - Experiments
 - Zwischenergebnisse, Statusbericht
- Ausblick

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



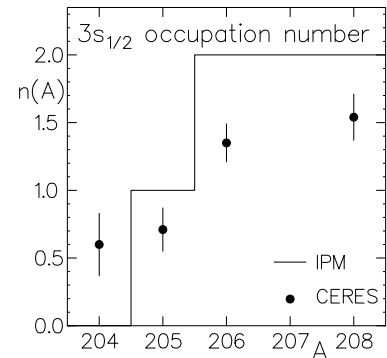
NN - Korrelationen und Photoabsorption

Schalen Modell

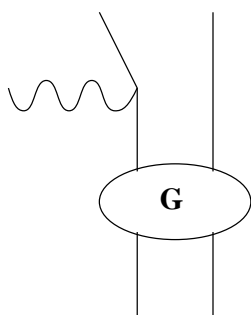


$$\sum V_{ij} = \sum V_i + V_{\text{res}} \\ \text{IPM} + \text{Korr}$$

CERES (P. Grabmayr)
Prog.Part.Nucl.Phys **29** (92) 251



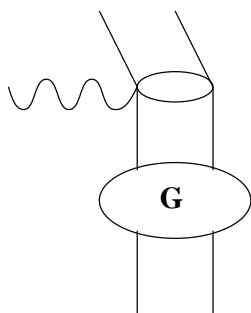
Nachweis über 1N knockout



BHF Rechnungen mit
korr. NN WF und real. NN Potential
(Müther et. al., PRC **51** (95) 3040)

Idee: hohe Impulse/Anregung ↔ SRC
Aber: Anregung > 2N Schwelle

Nachweis über 2N Emission



2K Ströme sensitiv auf SRC
 $\sigma \propto | \langle f | \vec{\epsilon} \vec{j}_{1B+2B} | i \rangle |^2$

Korrelationen

Photonen

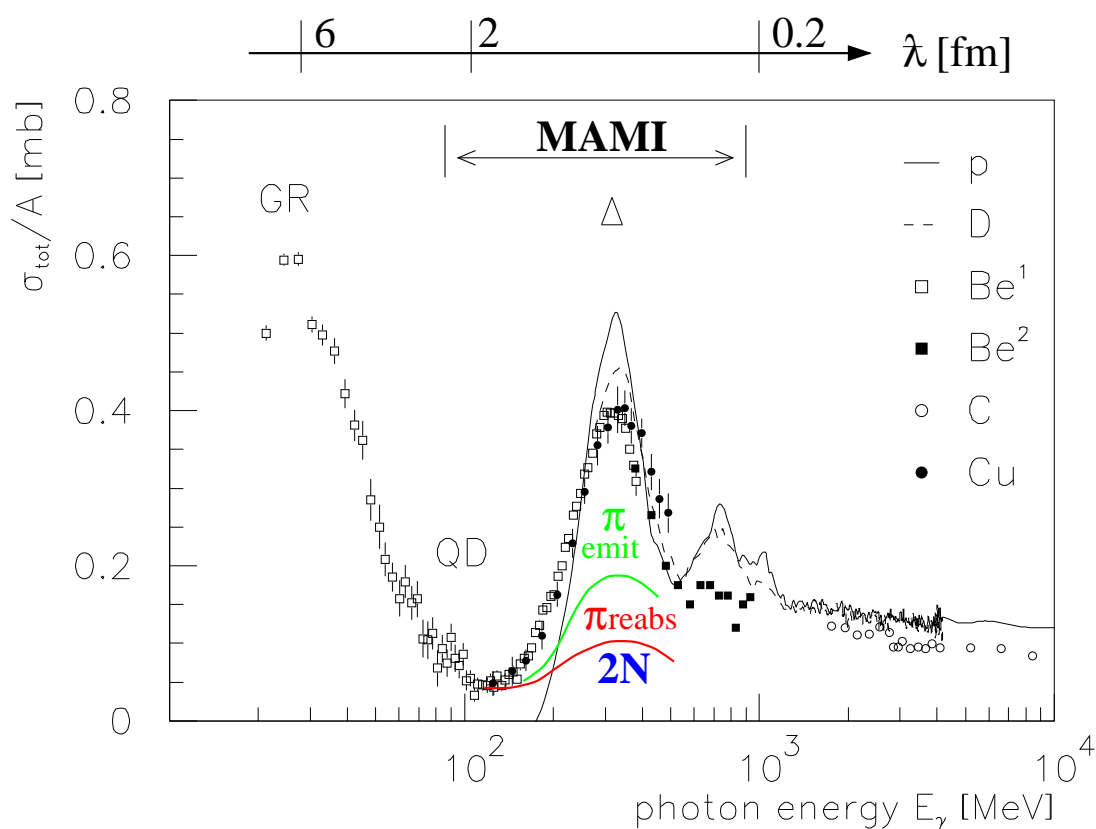
Tensor (Iso-/Spin) ↔ reell (transversal)

Zentral (sphärisch) ↔ virtuell (long+skalar)

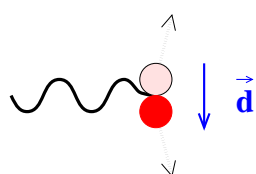


Experimentelle Einleitung

Totaler Photoabsorptionsquerschnitt



Levinger - Modell der Photoabsorption



np Dipolmoment
 'back to back' Emission

$$\sigma_{\text{tot}} = L \frac{NZ}{A} \sigma_d$$



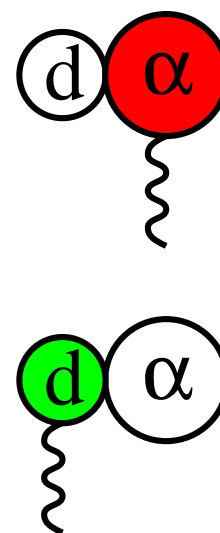
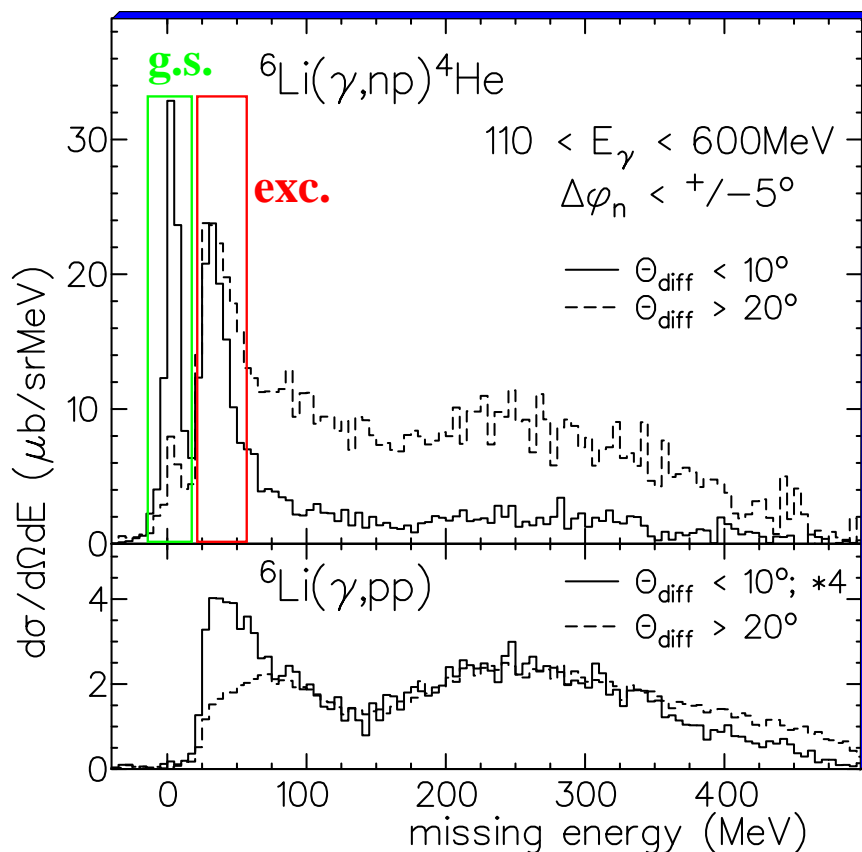
A2-Halle Schematisch



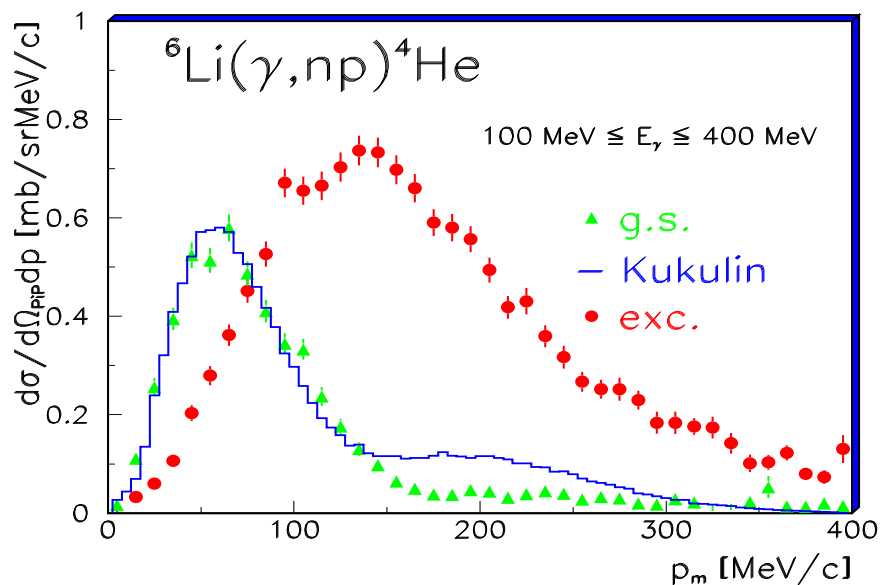
A2-Halle Photo



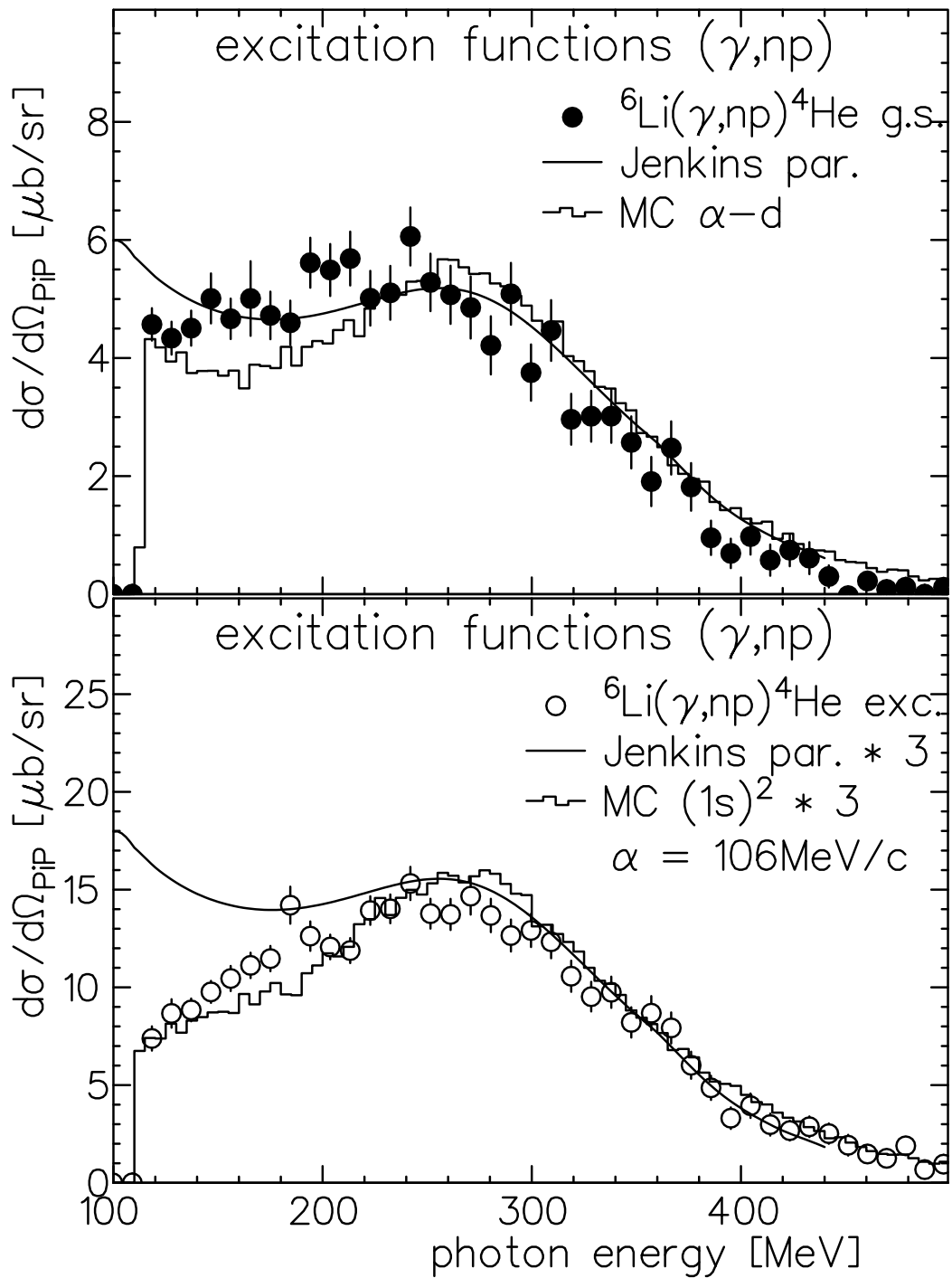
${}^6\text{Li}$: α -d Cluster Struktur



P. Grabmayr et. al.
 Phys. Lett. B
370 (96) 17



Totaler Photoabsorptionsquerschnitt



Das Valencia Modell der Photoabsorption

Gottfried Modell (Nucl. Phys. **5** (58) 557)

zero range approx \rightarrow

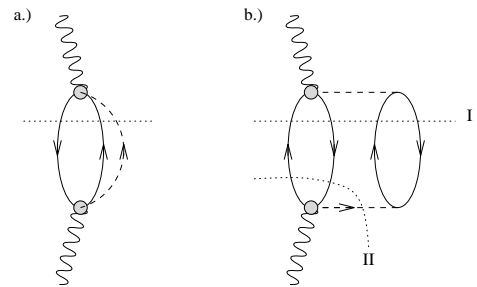
Faktorisierung: $d\sigma \propto dp_1 dp_2 F(P) S_{fi}(p_{\text{rel}}) \delta(E)$

S_{fi} : QD Photodisintegration (Dynamik)

F : SRC - abhängig (Formfaktor)

Valencia Modell (R. Carrasco, E. Oset (92))

- ⊕ Mikroskopische Berechnung
der Photoabsorption über
Photonselbstenergie und
Cutcosky Regeln



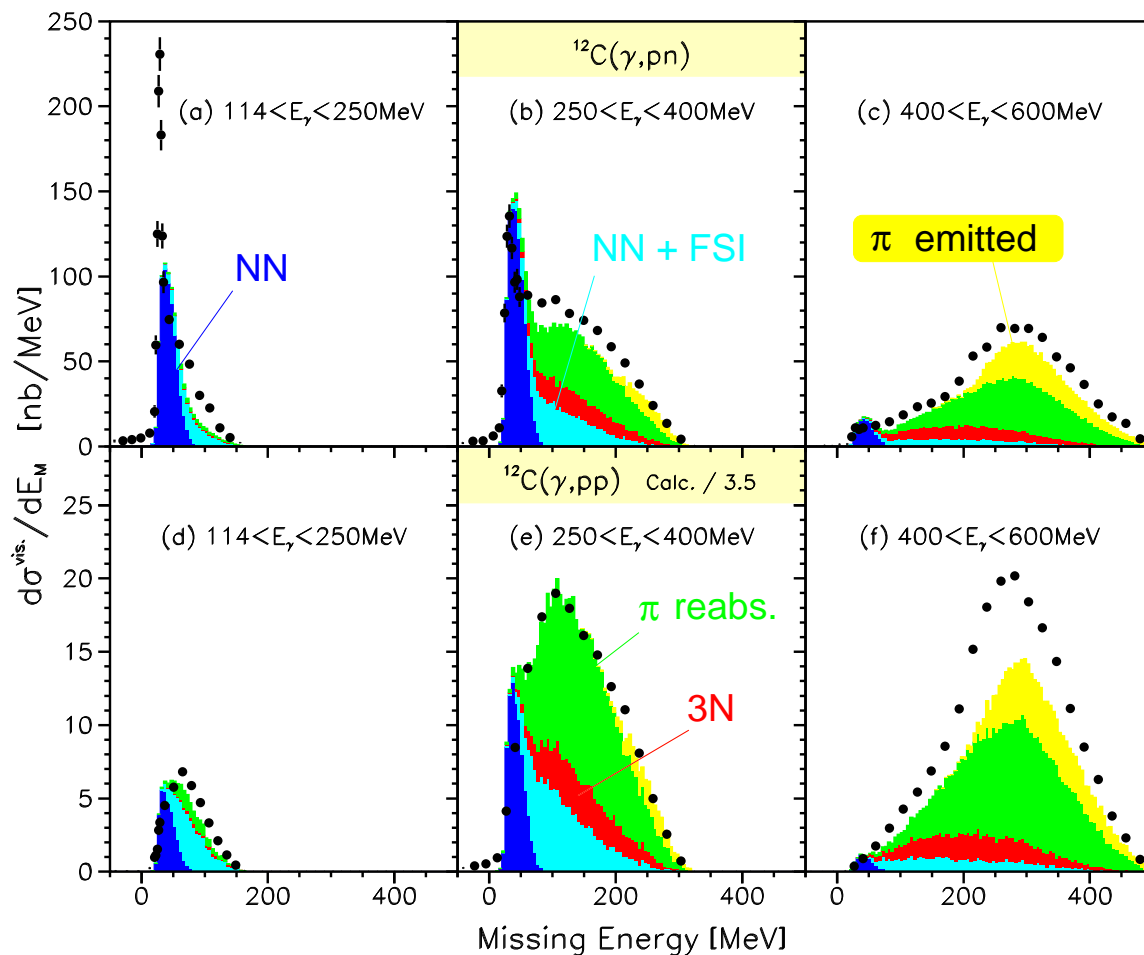
$$\sigma_{\text{tot}} = - \int d^3r \frac{1}{k} \text{Im} \Pi(k, \rho(r))$$

- ⊖ FSI mit MC Simulation (optisches Potential)
- ⊖ LDA mit Dichte aus Thomas Fermi Modell

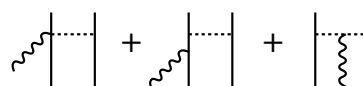
\rightarrow Oset - Code als Event Generator
zum Vergleich mit exp. Daten
(Schwellen, Akzeptanz, Q-Wert)



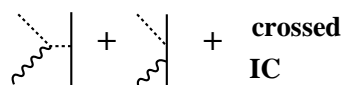
Reaktionsmechanismen



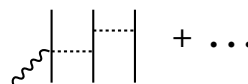
2N Absorption (+ FSI)



QF π Produktion (emit/reabs)



3N Absorption



$\rightarrow E_m$ ist die Variable zur Anreicherung der direkten 2N Absorption

T. Lamparter et. al., Z. Phys. A **355** (96) 1; T. Hehl, Prog. Part. Nucl. Phys. **34** (95) 385



Das Pavia/Gent Modell der Photoabsorption

Für niedrige Em Kernstruktur wichtig:

Pavia (C. Guisti)

- ⊖ Faktorisierte WQ (wie Gottfried: $F(P)S_{fi}(p_{\text{rel}})$)
- ⊖ Nur ausgewählte Diagramme (Seagull, IC, *kein* π -in-flight)
- ⊕ HO Wellenfunktionen mit Jastrow SRC (RPA Rechnung)
- ⊕ FSI mit verschiedenen optischen Potentialen

$$\rightarrow \sigma \approx J^\mu J_\mu^* \quad \text{mit} \quad J_\mu(q) = \mathcal{F} \langle f | J(1, 2) | i \rangle$$

$$\text{und} \quad \psi \propto \phi_\alpha(1) \phi_\beta(2) g(r_{12})$$

Gent Modell (J. Ryckebusch)

- ⊕ Unfaktorisierte WQ
- ⊕ Behandlung von ρ, σ, ω macht Monopolfaktoren mit effektivem Cut-off Parameter notwendig
- ⊖ FSI durch DWIA im Ausgangskanal (keine np' FSI)

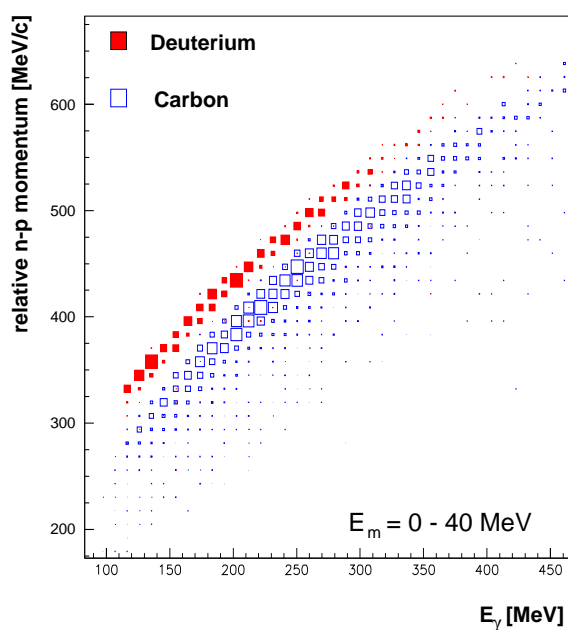
→ Dominant: NN Photoabsorption an
np Paaren mit $n = l = 0, T = 1$



NN Relativimpuls

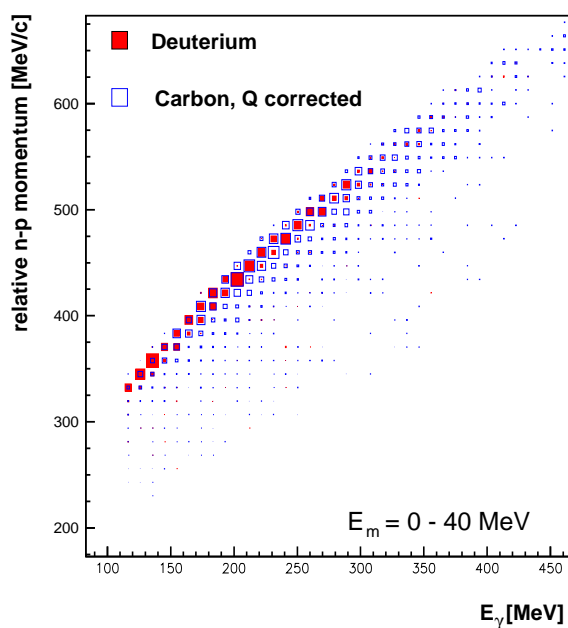
Transformation ins np-Ruhsystem (p_m) und PWIA

→ Rekonstruktion des Relativimpulses $p_{rel} = |\vec{p}_p - \vec{p}_n|$



k_F verschmiert
kin. Zusammenhang
zw. E_γ und p_{rel}
→ C - Ausbeute
'breiter'

Q-Werte verschieden
→ Vergleich nicht möglich

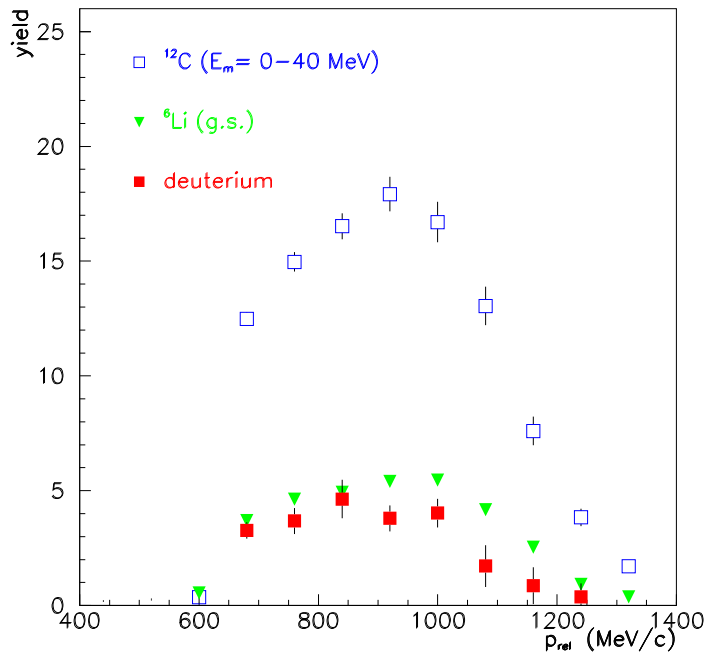


Eventweise
Berücksichtigung
des Q-Wertes
durch p_{rel} - Korrektur
gemäß E_m



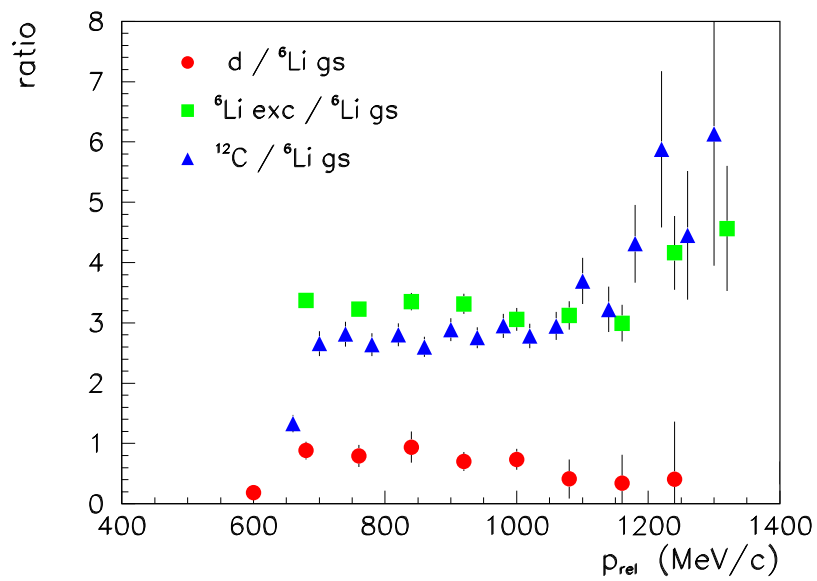
Relativimpuls - Verteilungen

Ausbeute der Relativimpulse



Korrigiert für
unterschiedliche
Raumwinkel
Akzeptanz

Verhältnis der Relativimpulse



Neue Ansätze und Ideen

$^{16}\text{O}(\gamma, \text{NN})^{14}\text{C}/^{14}\text{N}$ hochauflösend

Untersuchung der individuellen Reaktionsmechanismen in separat aufgelösten Endzuständen (Erwartete E_m Auflösung: 1.5 MeV)
→ Proposal

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

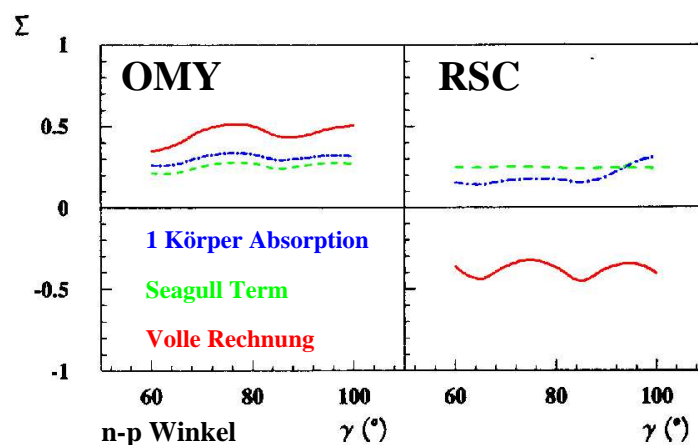
Warum ^4He ?

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

Warum polarisierte Photonen ?

Neue Observable Σ (Photonasymmetrie) ist sensitiv auf SRC

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

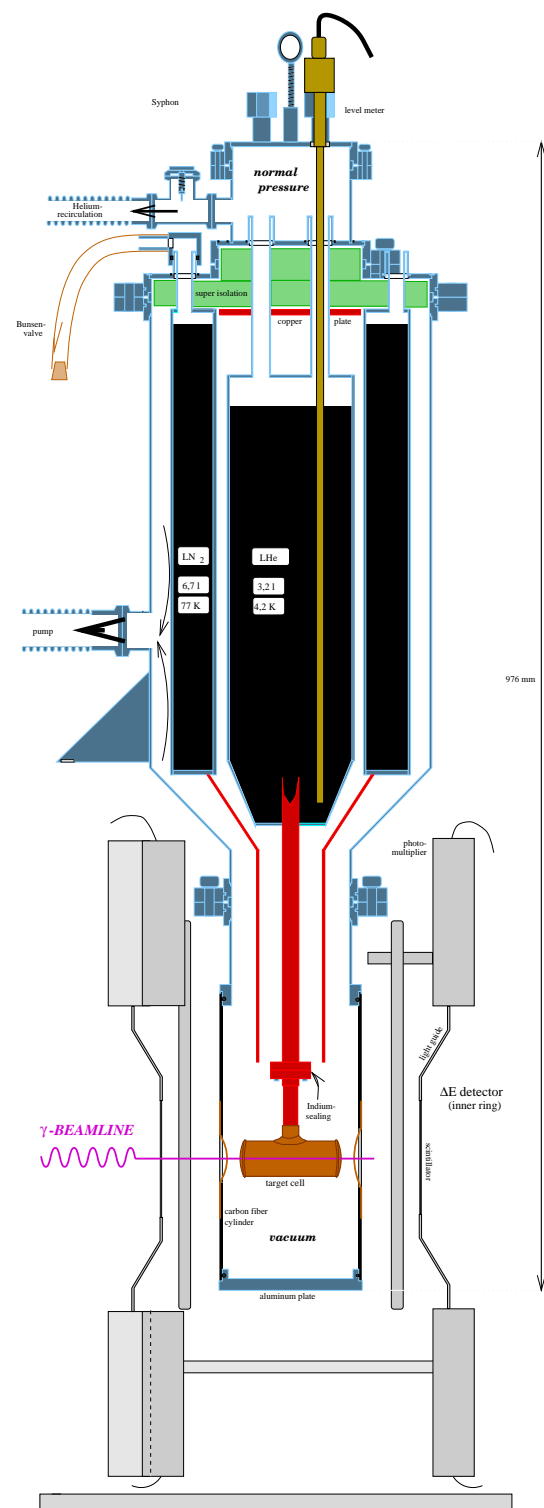


$^{16}\text{O}(\gamma, \text{pn})^{14}\text{N}$

Boffi et. al.
Nucl. Phys. A
564 (1993) 473



Das ^4He Kryotarget



Anforderungen

hohe Targetdichte

Kaum störendes Material im Strahl
(Fenster: $100\mu\text{m}$ Kapton)

Lange Standzeiten
(großes He Reservoir
LN₂ Wärme Schild)

Geometrische Beschränkungen aufgrund des ΔE Detektors

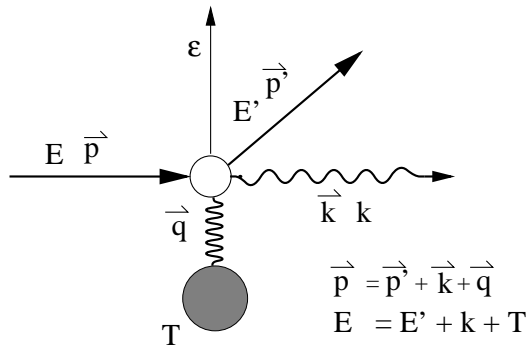
→ Standzeit 12h



Erzeugung polarisierter Photonen

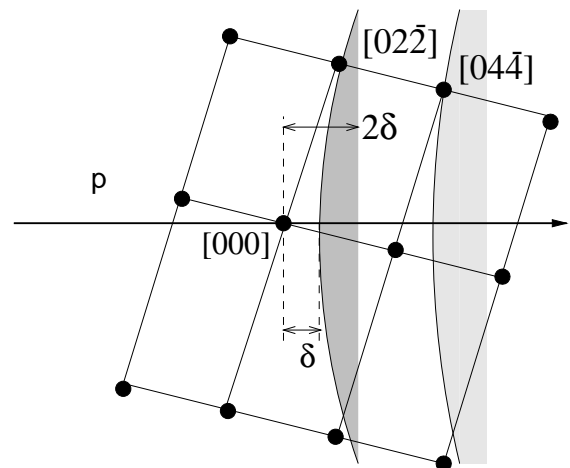
Kinematik:

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

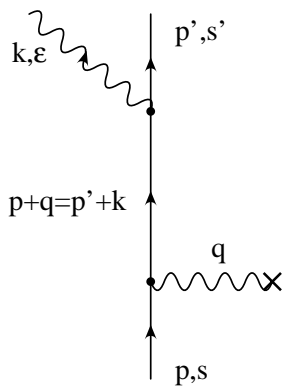


Pancake im Gitter:

$$(q_t/q_l \approx 1000)$$



→ Kohärente Bremsstrahlung, wenn $\vec{q} = \vec{g}$
 (Bragg - Bedingung fixiert Impulsübertrag \vec{q} !)



$$\sigma \approx \left(\frac{\epsilon p_f}{k p_f} - \frac{\epsilon p_i}{k p_i} \right)^2$$

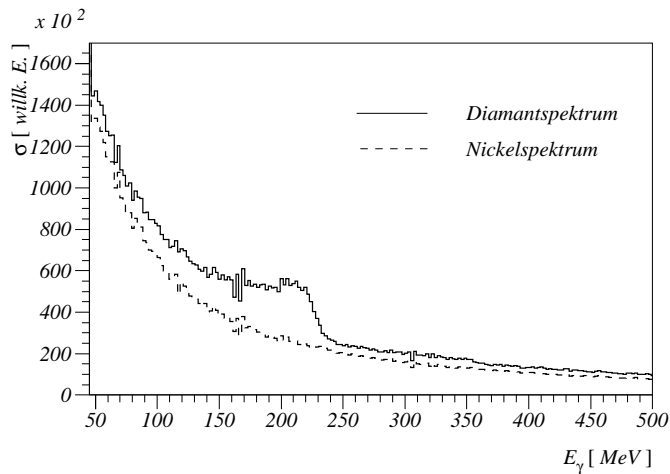
Hauptbeitrag:
 $\vec{\epsilon} \in (\vec{p}_i, \vec{p}_f)$ Ebene



Vergleich Experiment und MC Simulation

S. Wunderlich, Dipl.Arbeit 9.97

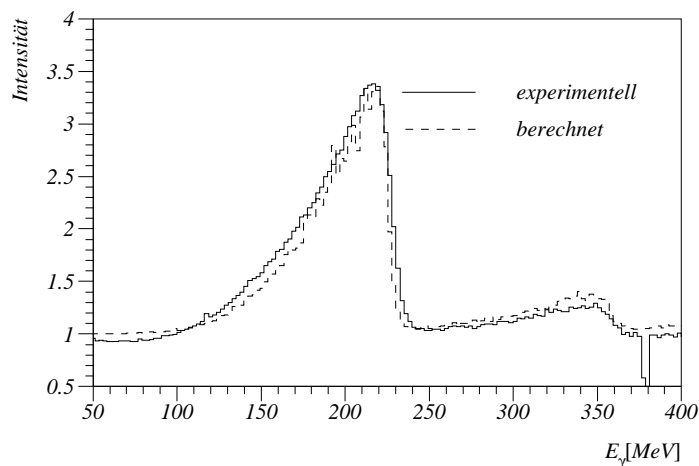
S. Wunderlich, F.A. Natter, Int. Rep. 97/1



Kohärente und
inkohärente Beiträge

Gittervektor am Rand des
Pancakes

→ Diskontinuität



Experimentelle Effekte:

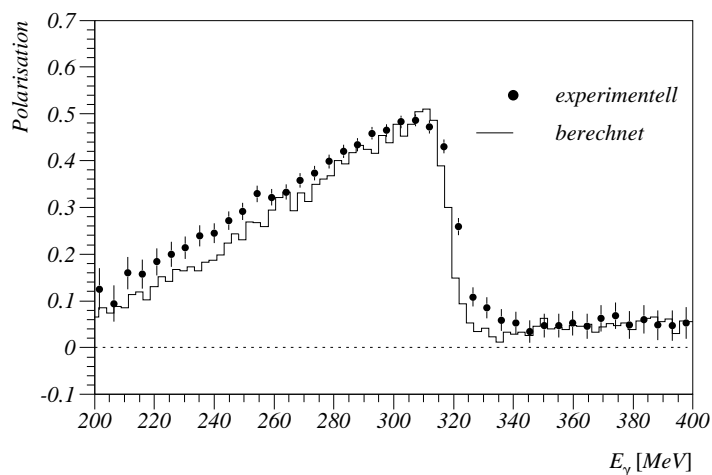
Temperatur

Endl. Strahlausdehnung

und Transversalimpuls

Molière Streuung

Kollimation



Berechnung der

Polarisation mit MCB

und absolute Messung

mit ${}^4\text{He}(\gamma, \pi^0)$

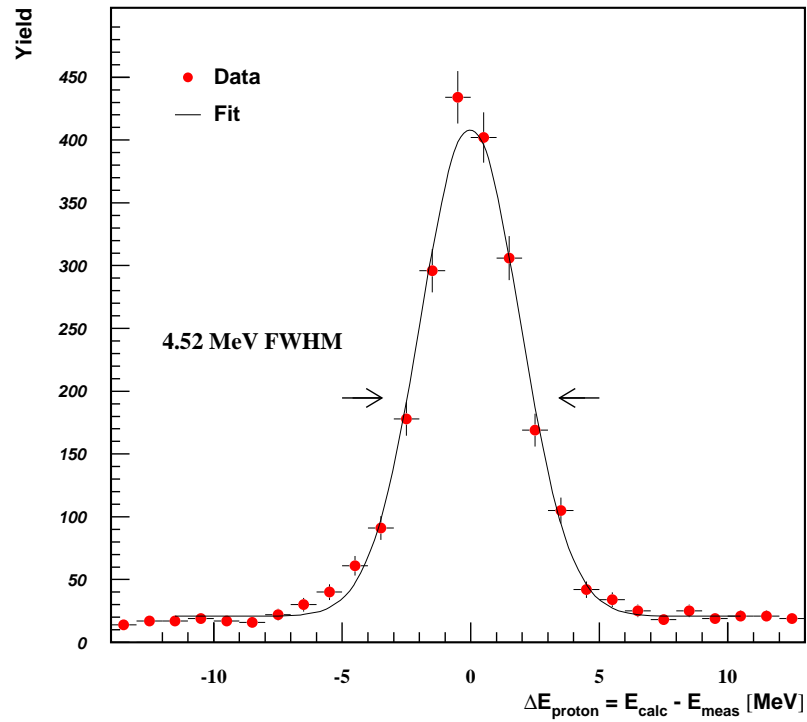
A. Kraus, M. Schumacher,

to be published

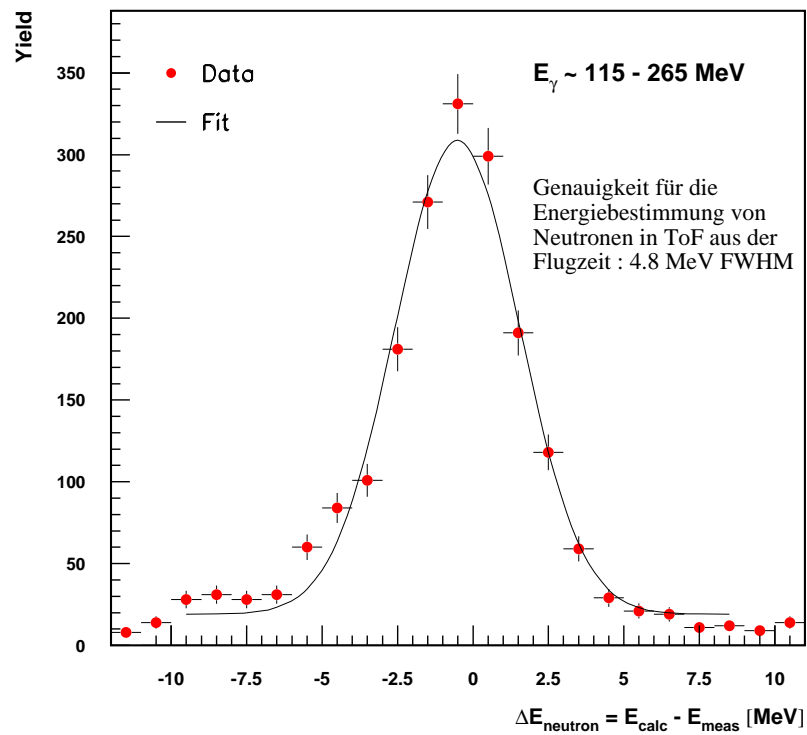


Aktuelle Auswertung

PiP
Auflösung

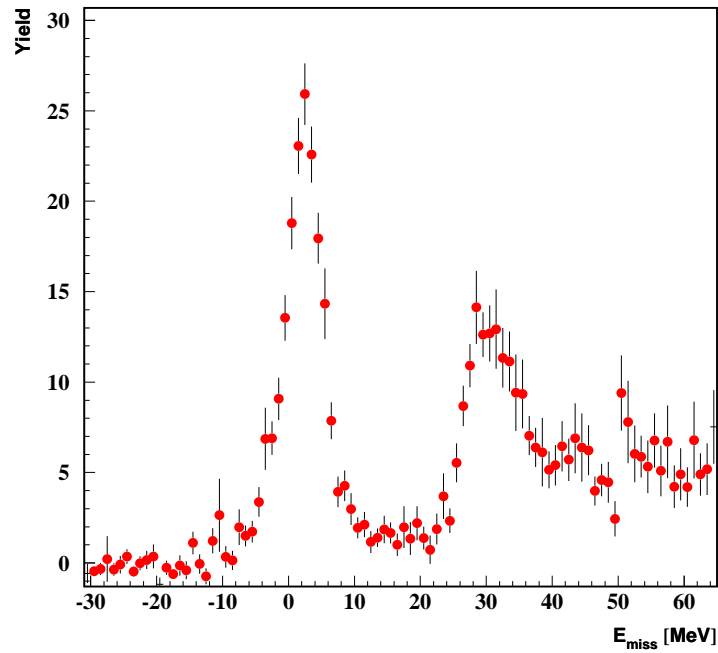


TOF
Auflösung

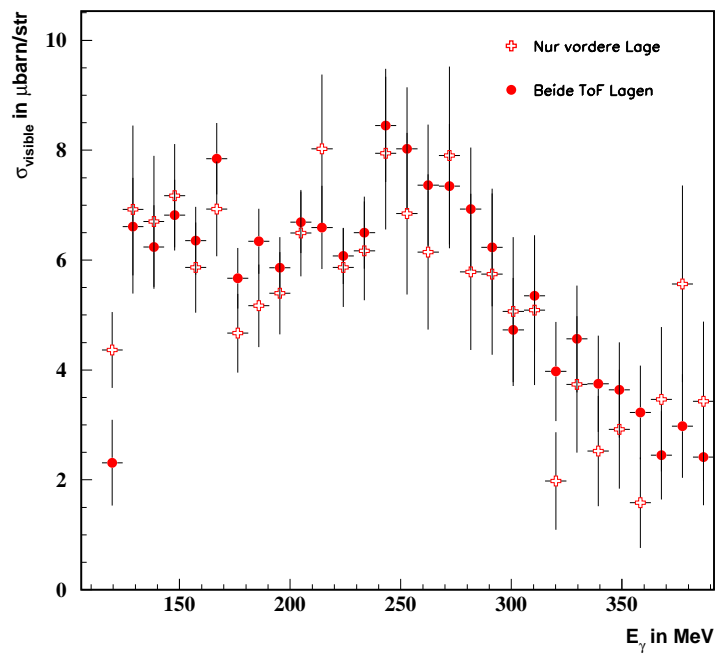


Aktuelle Resultate

CD_2 E_m
Spektrum

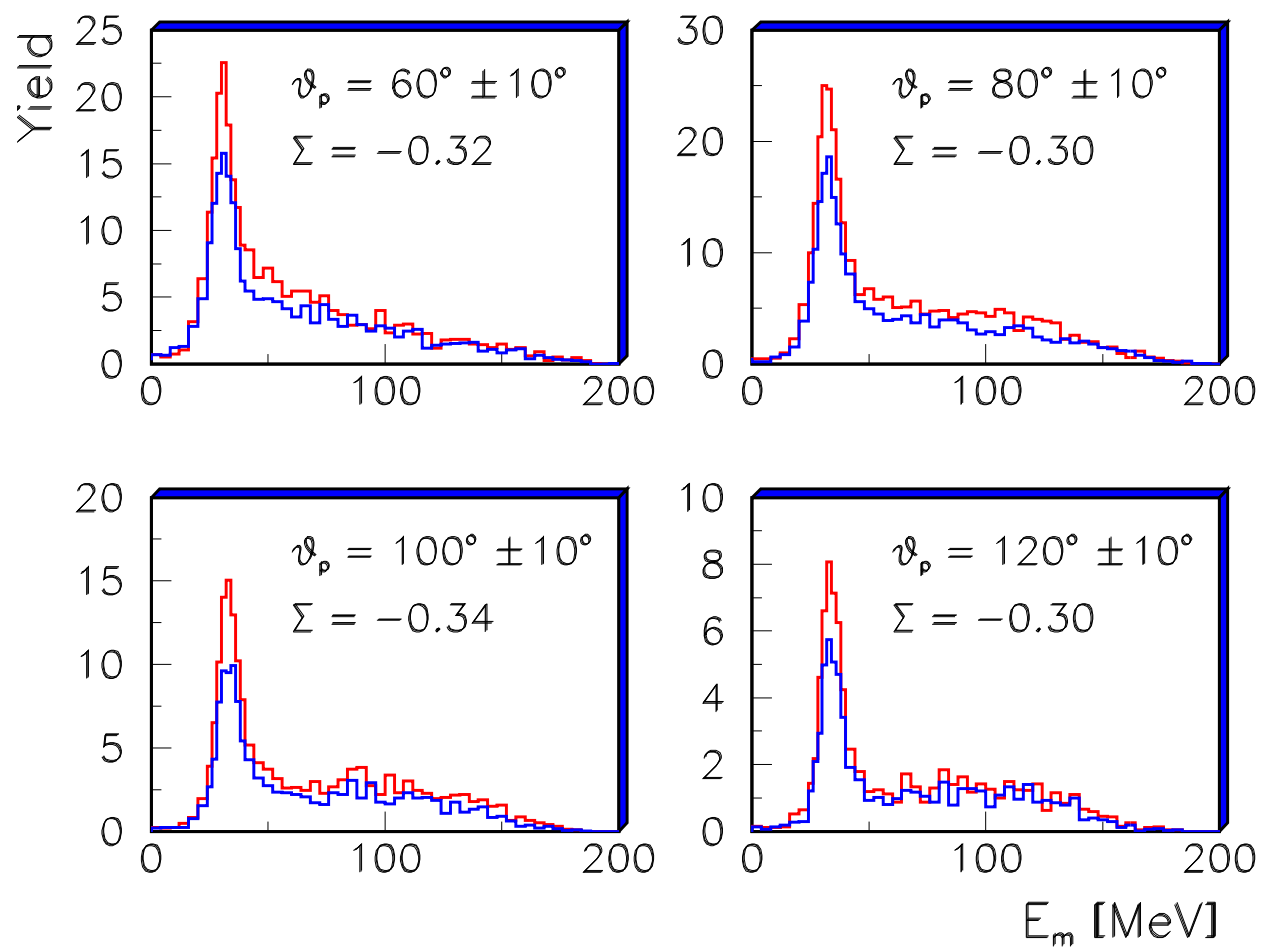


CD_2 Photo-
absorptions-
querschnitt



^4He Photonasymmetrie

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



vorläufig !



Zusammenfassung

- ^{12}C , ^6Li Experimente erbrachten ein relativ gutes Verständnis der zugrunde liegenden Reaktionsmechanismen
 - mit Valencia Modell studiert
 - Methode zur Abtrennung der 2N Absorption
- Photoasymmetrie Messung an ^4He und ^{12}C erfolgreich abgeschlossen (96)
 - zuverlässige Daten und gute Statistik
 - ermutigende vorläufige Ergebnisse
- Hohe Relativimpulse in photoinduzierter Reaktion beobachtet

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 (Proposal)

