

# Projektbericht von Frank Alexander Natter

Projektbeginn: 15.10.95

Dissertationsthema: Untersuchung der  ${}^4\text{He}(\vec{\gamma},\text{NN})$  Photoabsorptionsmechanismen

## 1 Darstellung des wissenschaftlichen Projekts

### 1.1 Zielsetzung

Elektronenstreuexperimente sind aufgrund des longitudinalen Charakters virtueller Photonen hauptsächlich sensitiv auf Einteilcheneigenschaften in Kernen. Reelle Photonen dagegen erlauben das Studium von Nukleon–Nukleon–Korrelationen, da wegen ihrer transversalen Natur Zweikörper–Emissionen im Ausgangskanal der Photoabsorption verstärkt auftreten, und bieten einen Zugang zu den sogenannten „short range correlations“ (SRC), welche Effekte über das Schalenmodell hinaus verursachen. Experimentell findet man, daß der totale Wirkungsquerschnitt der Photoabsorption mit der Massenzahl skaliert, welches man auch als „universal curve“ bezeichnet, wobei allerdings die verschiedenen Beiträge der einzelnen Kanäle nach einer einfachen Abschätzung stark variieren müssen. Das einfachste Modell der Photoabsorption ist das Quasi–Deuteron Modell, wobei die Vorstellung ist, daß oberhalb der Riesenresonanzen die Absorption an zwei Nukleonen (np) dominiert und daß im Bereich der  $\Delta$ –Resonanz vorwiegend aber die Ein–Nukleon Reaktion der quasifreien Pionproduktion stattfindet, wie auch von jüngeren theoretischen Arbeiten [2] bestätigt wird.

Nachdem am MAMI ( $\gamma,\text{NN}$ )–Messungen am  ${}^6\text{Li}$  [3] und  ${}^{12}\text{C}$  [4] im Photonenergiebereich von  $114 < E_\gamma < 792$  MeV abgeschlossen waren, wurde als nächstes die Messung am  ${}^4\text{He}$  geplant. Dieses Experiment schließt die Lücke zwischen der Photoabsorption am Deuterium und den komplexeren Kernen, wie Kohlenstoff und Sauerstoff. Dabei sind eine Reihe von Vorteilen zu erwarten: SRC sollten durch die hohe Kerndichte verstärkt, während Effekte aufgrund FSI durch die geringe Nukleonenzahl abgeschwächt werden. Außerdem befinden sich die Nukleonen im  ${}^4\text{He}$  praktisch vollständig im s–Zustand, so daß in erster Näherung keine Beiträge von emittierten Nukleonen aus verschiedenen Schalen (shell mixing) auftreten. Von anderen Gruppen wurden bereits  ${}^4\text{He}(\gamma,\text{NN})$  Messungen durchgeführt, allerdings waren diese Experimente leider nie vollständig. Bei MAMI–A [5] war der Photonen–Energiebereich stark eingeschränkt ( $80 < E_\gamma < 130$  MeV), TAGX [6] konnte keine vollständige Analyse aller Kanäle (besonders des Pion–Kanals) durchführen und der  $4\pi$  Detektor

SALAD der Saskatoon Gruppe [7] besaß eine schlechte Energieauflösung und niedrige Neutronnachweis-Effizienz. Diese Limitierungen sollen durch das neue  ${}^4\text{He}(\vec{\gamma},\text{NN})$ -Experiment am MAMI-B aufgehoben werden. Außerdem wird erwartet, daß die Strahlasymmetrie bezüglich der Photonpolarisation, nach Rechnungen von Boffi et al. [2] besonders sensitiv auf Beiträge der SRC ist, welches von kürzlich durchgeführten Messungen der LEGS Kollaboration [8] bestätigt scheint.

## 1.2 Aktueller Stand

Die Auswertungen der  ${}^6\text{Li}$ - und  ${}^{12}\text{C}$  Experimente erbrachten ein konsistentes Verständnis der wichtigsten Reaktionsmechanismen, wie direkte Photoabsorption an zwei oder mehreren Nukleonen und der quasifreien Pionproduktion mit und ohne Reabsorption bei höheren Energien. Man kann den Absorptions-Wirkungsquerschnitt gut durch diese einzelnen Beiträge im Valencia-Modell [9] beschreiben, ebenso wie sich die gemessenen Impulsverteilungen für niedrige 'missing energies' reproduzieren lassen. Die Analyse der  ${}^6\text{Li}$  Daten basiert auf der Annahme der  $\alpha$ -d Clusterung, welche nun durch einen direkten Vergleich von D und He Daten verifiziert werden kann.

Für das  ${}^4\text{He}(\vec{\gamma},\text{NN})$ -Experiment mußte ein Helium Kryotarget aufgebaut werden, welches erfolgreich im Rahmen einer Diplomarbeit [10] von unserer Tübinger Gruppe durchgeführt wurde. Die Messungen am MAMI-B in der A2-Kollaboration sind im vollen Gange und werden bis Ende Juli mit insgesamt ca. 600 h Meßzeit abgeschlossen sein. Ersetzt man den Nickelradiator durch einen Diamanten, so erhält man durch den Glasgow Tagger markierte, sowie linear polarisierte Photonen, mit welchen die Strahlasymmetrie vermessen werden können. Die emittierten Protonen dieses dreifach-Koinzidenzexperimentes werden in einem mehrlagigen  $\Delta E$ -E Hodoskop (PiP) und Neutronen in einer Wand aus 96 großflächigen Szintillatoren (TOF) mit der Flugzeitmethode nachgewiesen. Erste Referenzspektren konnten zur Kontrolle der aufgenommenen Daten extrahiert werden und zeigen eine Abhängigkeit der Zählraten bezüglich der Polarisationssebene.

## Literatur

- [1] J.S. Levinger, Phys. Rev. 78 (1951) 43
- [2] J. Ryckebusch et al., Nucl. Phys. A568 (1994) 828; R.C. Carrasco et al., Nucl. Phys. A570 (1994) 701; Boffi et al., Nucl. Phys. A564 (1993) 473
- [3] P. Grabmayr et al., Phys. Lett. B370 (1996) 17
- [4] T. Lamparter et al., Z. Phys. A, in print; P.D. Harty et al., Phys. Lett B, in print
- [5] S.M. Doran et al., Nucl. Phys. A559 (1993) 347
- [6] T. Emura et al., Physics Letters B267 (1991) 460, B286 (1992) 229

- [7] N. Rodning, J. Feldmann, private communication
- [8] D.J. Tedeschi et al., Phys. Rev. Lett. 73 (1994) 408
- [9] R. Carrasco, M.J. Vicente Vacas und E. Oset, Nucl. Phys. A570 (1994) 701
- [10] Diplomarbeit Stefanie Oberkirsch, Tübingen Juni 96

## 2 Konferenzbesuche

ELFE Summer School and Workshop on Confinement Physics	22-28.7.95	Cambridge UK
DPG Frühjahrstagung	25-29.3.96	Stuttgart
Summer School on Correlations and Clustering Phenomena in Subatomic Physics	5-16.8.96	Dronten, NL

## 3 Talks, Puplicationen

P. Grabmayr, T. Hehl, F.A. Natter und die A3 Kollaboration, Mainz: „Kinematical reconstruction of the  ${}^3\vec{H}e(\vec{e}, e'n)$  reaction for  $G_E^n$ “ DPG-Frühjahrstagung, Köln 1995, Verh. DPG(VI) 30 (1995) E 8.5

T. Hehl, P. Grabmayr, F.A. Natter und die A3 Kollaboration, Blaubeuren/Tübingen: „Measurement of the Electric Formfactor of the Neutron“ Talk given at „Sixth International Symposium on Meson-Nucleon Physics and the Structure of the Nucleon“, 10-14 July 1995, Proceedings appeared in  $\pi$ N-Newsletter, No. 11 (1995) p.121

F. Klein, P. Grabmayr, T. Hehl, F.A. Natter et al., invited talk at PANIC XIV: „The Formfactor of the Nucleon“, Williamsburg 1996

## 4 Lehrveranstaltungen

Elektronenstreuung am Nukleon	WS 94/95	3 h	P. Grabmayr K.W. Schmid
Experimente mit reellen Photonen	WS 95/96, SS 96	2 h	Seminar
Kern- und Teilchenphysik	WS 95/96, SS 96		Kollegiatentage
Polarisationsexperimente	SS 96	2 h	P. Grabmayr