

Photoinduzierter Zwei-Nukleon-Knockout

MAMI
Mainzer Microtron
A2 Experimenthalle

Drei Racetrack Microtrons beschleunigen Elektronen auf 855 MeV. Ihre Geschwindigkeit liegt nur 0.0001% unter der Lichtgeschwindigkeit. Die Photonen aus der Bremsstrahlung haben die 250.000.000 fache Energie eines Sonnen-Lichtquants.

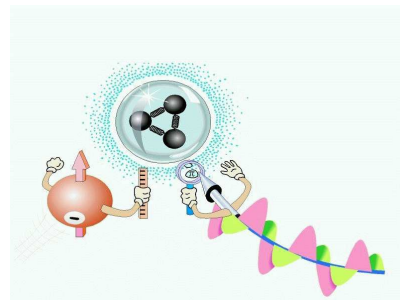
TOF
Time Of Flight Array
bestehend aus
~100 Szintillatoren

PIP
Pion Proton Hodoskop

Tagger
Energimarkierung der Bremsstrahlphotonen in einem Magnetspektrometer

In diesem Teilprojekt wird die innere Struktur von Atomkernen sowie die Wechselwirkung der Kernbausteine untereinander untersucht. Dazu werden Elektronen bzw. Photonen auf Kerne geschossen, und die dabei herausgeschlagenen Protonen und Neutronen in großen Detektoranlagen nachgewiesen.

Parallel dazu werden diese Reaktionen theoretisch untersucht. Dabei müssen mehrere mögliche Prozesse in Betracht gezogen werden. Anschließend können durch Vergleich mit den experimentellen Ergebnissen Rückschlüsse auf die Eigenschaften der Atomkerne gezogen werden.

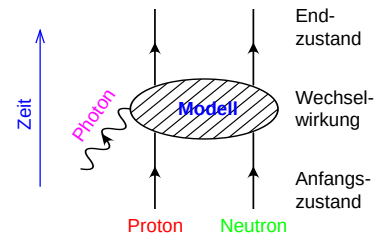


Cartoon der Untersuchung eines Nukleons (3 Quarks) durch ein Elektron (negative Ladung) und ein Photon (elektromagnetische Welle)

The scientist does not study nature because it is useful; he studies it because he delights in it, and he delights in it because it is beautiful. If nature were not beautiful, it would not be worth knowing, and if nature were not worth knowing, life would not be worth living.
Henri Poincaré

Feynman - Diagramme

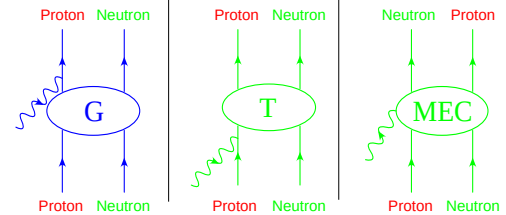
Jedes Raum-Zeit-Diagramm repräsentiert einen physikalischen Prozess. Die Wellenlinie stellt ein Photon dar, gerade Linien bezeichnen Nukleonen. Die Wechselwirkung (schraffierte Ellipse) des Photons mit den beiden Nukleonen wird in unserem Modell durch drei Beiträge beschrieben (siehe unten). In dieser Darstellung verläuft die Zeit von unten nach oben.



- 1) Korrelationen**
Die zwischen Proton und Neutron wirkende Kraft wird bei kleinen Abständen repulsiv. Dies wird durch eine sogenannte G-Matrix (Wechselwirkung gebundener Nukleonen) berücksichtigt.

2) Endzustandswechselwirkung
Nachdem die beiden Nukleonen aus dem Kern herausgeschlagen wurden, können sie nochmals miteinander wechselwirken. (T-Matrix = 'freie' Wechselwirkung)

3) Mesonaustausch
Die beiden Nukleonen können auch Mesonen (2 Quarks) untereinander austauschen. Auf diese Weise wird der langreichweitige Anteil der Nukleon-Nukleon-Wechselwirkung beschrieben.

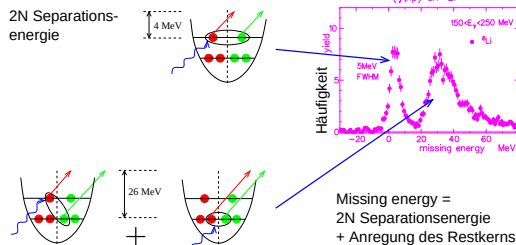


Für jedes Diagramm läßt sich ein mathematischer Ausdruck anschreiben. Die Rechnungen werden dann auf Großrechnern numerisch durchgeführt.

Ergebnisse

${}^6\text{Li}$ - 2N Knockout

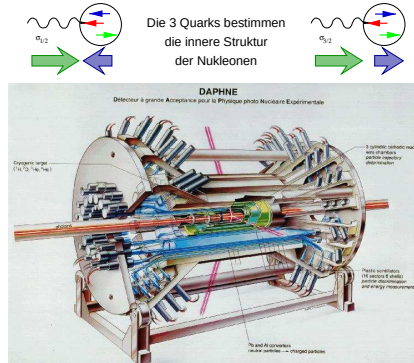
Das einlaufende Photon schlägt gleichzeitig zwei Nukleonen aus dem Kernverband. Die gemessene Anregung des Restkerns legt dessen Endzustand fest. Aus den Impulsverteilungen wird versucht durch einen Vergleich mit theoretischen Rechnungen auf die Nukleon-Nukleon Wechselwirkung im Kernverband zu schließen. Das Hauptinteresse liegt auf der Suche nach Effekten bei kurzen Abständen und Unterschieden zur freien Wechselwirkung.



Weitere Projekte

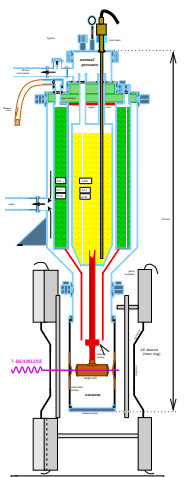
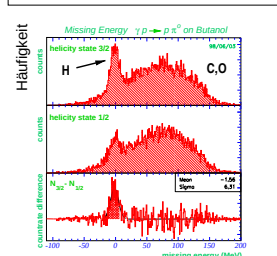
Gerasimov-Drell-Hearn-Summenregel

Das Ergebnis dieses Doppel-Polarisations Experiments wurde 1966 vorhergesagt und sollte nur von fundamentalen Größen des Protons abhängen. Erst jetzt wird dieser Test technologisch durchführbar.



${}^4\text{He}$ - Kryotarget

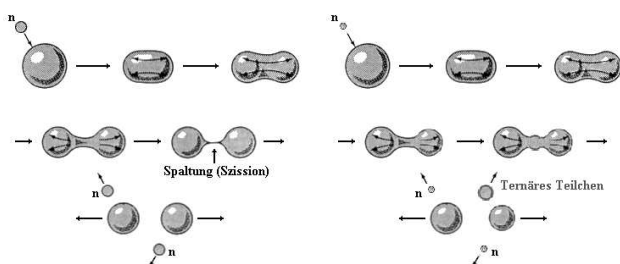
Für die 2N-Knockout Messung an ${}^4\text{He}$ wurde ein spezielles Target für flüssiges Helium (ca 3K) mit einer Mindeststandzeit von 12h entwickelt. Die technologische Herausforderung lag in der Optimierung der Wärmeisolation durch möglichst dünne Wände; damit die Teilchen möglichst ohne Verlust aus dem Target in die Detektoren gelangen können. (Anwendung von Weltraumtechniken: carbon fibre, Superisulationsfolien)



Ternäre Kernspaltung

Binäre Spaltung

Ternäre Spaltung



Die Suche nach den schwersten ternären Teilchen

Wenn man Neutronen auf einen Atomkern „schießt“, beginnt dieser sich zu deformieren. Der Atomkern bildet sich zu einem hantelförmigen Körper aus. Der Hals dieses Körpers reißt, und es entstehen 2 Fragmente mit ungefähr gleich großer Masse. Diesen Vorgang nennt man binäre Spaltung. In sehr seltenen Fällen ist es auch möglich, daß sich 3 Fragmente aus dem Atomkern bilden, welches man als ternäre Spaltung bezeichnet. Das dritte zusätzliche Teilchen heißt ternäres Teilchen (siehe links). Bis heute existiert eine Lücke zwischen den schwersten beobachteten ternären Teilchen und den leichtesten binären Fragmenten (siehe rechts). Läßt sich diese Lücke schließen? Existiert ein schwerstes ternäres Teilchen? Von welchen Faktoren hängt die Emission eines ternären Teilchens ab? Es wird am Physikalisches Institut der Universität Tübingen unter anderem versucht, diese Fragen zu beantworten.

Beobachtete Massen

