

Kapitel 1

Einleitung

Mit Transferreaktionen werden Kernreaktionen bezeichnet, bei denen einzelne Nukleonen zwischen zwei Kernen ausgetauscht (transferiert) werden. Dies ist möglich, sobald der Abstand zwischen den beiden Kernen so gering ist, daß die Wellenfunktionen der beiden Kerne sich überlappen und damit die Aufenthaltswahrscheinlichkeit eines Nukleons eines Kerns im Nukleonenverbund des anderen Kerns endlich ist.

Transferreaktionen zwischen Kernen können an Schwerionen-Beschleunigern herbeigeführt werden, indem durch den Beschuß eines Kerns mit einem zweiten Kern die abstoßende Coulombwechselwirkung zwischen diesen überwunden werden kann und sich somit ausreichend geringe Abstände erreichen lassen.

Zum Nachweis von Transferreaktionen existieren verschiedene Methoden. Bei der in dieser Arbeit verwendeten γ -spektroskopischen Methode werden durch den gleichzeitigen Nachweis des Rückstoßkerns mit mindestens einem γ -Quant, die Reaktionsprodukte anhand charakteristischer γ -Übergänge aus angeregten Zuständen identifiziert. Durch die Bereitstellung der dazu notwendigen hocheffizienten γ -Detektoranordnungen (z.B. Euroball [eb92]) findet diese Methode auch erst in jüngerer Zeit vermehrt Anwendung. Sie zeichnet sich besonders dadurch aus, daß der Nukleonttransfer zwischen schweren Kernen für verschiedene angeregte Zustände der Reaktionsprodukte studiert werden kann.

Mit Ein-Nukleon Transferreaktionen können Einteilchen-Anregungszustände in Kernen, mit Zwei-Nukleonen Transfer darüber hinaus auch Paarkorrelationen in Kernen untersucht werden. Dies führte u.a. zu der Entdeckung, daß die Nukleonen im Bild des Schalenmodells nicht *einen* bestimmten Konfigurationszustand besetzen, sondern mit gewissen Wahrscheinlichkeiten auf *mehrere* Konfigurationen verteilt sind („aufgeweichte Fermikante“). Dies hat zur Folge, daß der Grundzustand in Kernen mit gerader Nukleonenanzahl nicht aus einer reinen Konfiguration besteht, sondern sich aus einer Mischung

mehrerer Konfigurationen zusammensetzt. Die Ursache sind Paarkorrelationen, die in Analogie zum Festkörper zur Postulierung der Superfluidität in Kernen führte [mot58]. Sie ist besonders ausgeprägt in schweren Kernen entfernt von Schalenabschlüssen, wo viele Mischungsmöglichkeiten bestehen.

Es kann in Modellrechnungen gezeigt werden, daß die Konfigurationsmischung eines Zustands einen verstärkten Transfer von Zwei-Nukleonen bewirkt [bro78, voe91b]. Durch die Konfigurationsmischung existieren mehrere mögliche sequentielle Schritte über die verschiedenen Einteilchen-Schalenmodellzustände, die zur Konfigurationsmischung beitragen. Eine Verstärkung erklärt sich dann durch die kohärente Überlagerung der auftretenden Interferenzterme der einzelnen Amplituden der Einteilchen-Zustände. Die Verstärkung wird ermittelt aus dem Vergleich der Intensität des Zwei-Nukleonen Transfers mit dem Quadrat der Intensität des Ein-Nukleon Transfers, da dies dem unverstärkten Zwei-Nukleonen Transfer entspräche. Bei einer möglichen Verstärkung des Zwei-Nukleonen Transfers liegt es somit nahe auch von Nukleonen-Paar Transfer zu sprechen.

Die größten Effekte werden in schweren Kernen zwischen den Schalenabschlüssen auftreten, deren unterste Zustände besonders stark gemischt sind. Außerdem muß die Reaktion „kalt“ verlaufen, d.h. die innere Anregungsenergie der Reaktionsprodukte darf nicht zu hoch sein, da andernfalls Paarkorrelationen aufgehoben werden. So können Verstärkungen bis zu einem Faktor von 1000 erwartet werden [bro78, voe91b].

Für diese Arbeit wurde das System $^{206}_{82}\text{Pb} + ^{118}_{50}\text{Sn}$ ausgewählt. In beiden Kernen werden bei abgeschlossenen Protonenschalen die Konfigurationsmischungen der 0^+ -Grundzustände durch Neutronenorbitale verursacht. Die Mischung ist besonders ausgeprägt [bro68, tak83] und auch noch in den ersten angeregten 2^+ -Zuständen erhalten [iac94], so daß Neutronen-Paar Transfer zwischen diesen Zuständen zu beobachten sein sollte. Um kalte Reaktionen zu gewährleisten, wurden die Einschußenergien entsprechend unterhalb der Coulombbarriere gewählt.

Bisherige Messungen, beispielsweise mit Magnetspektrographen, erlaubten in schweren Systemen die Verstärkung des Zwei-Nukleonen Transfers nur *integral* über die Summe aller Zustände der Reaktionsprodukte zu bestimmen. Mit der γ -spektroskopischen Methode können einzelne Zustände zwar getrennt werden, Verstärkungen konnten aber nur *makroskopisch* bestimmt werden, da der Transfer in höher liegende Zustände nicht ausgeschlossen werden konnte. Der für diese Arbeit benutzte Aufbau zum Nachweis von γ -Quanten bestehend aus fünf Euroball-Cluster Detektoren in Kombination mit der Heidelberg-Darmstadt Kristallkugel (Crystal-Ball) erlaubte es zum ersten Mal, den direkten Ein- und Zwei-Neutronen Transfer zwischen schweren sphärischen Kernen in

definierte Zustände zu vermessen. Über den Vergleich des Ein- und Zwei-Neutronen Transfers in jeweils wohldefinierte Zustände beider Reaktionsprodukte, konnten somit Verstärkungen in einer *mikroskopischen* Definition bestimmt werden, die erstmalig einen unmittelbaren Vergleich mit theoretischen Modellen zuließen.

