

# 1 Einführung und Motivation

Die Untersuchung der Struktur von Atomkernen mit Hilfe der  $\gamma$ -Spektroskopie ist durch die Entwicklung von großen  $\gamma$ -Detektor-Anordnungen seit Mitte der 80er Jahre in eine neue Dimension vorgestoßen. Viele neue Phänomene wurden entdeckt. Die wohl spektakulärsten Erkenntnisse waren die Entdeckung der Superdeformation in  $^{152}\text{Dy}$  durch Twin et al. [Twi86] 1986 und die Hinweise auf hyperdeformierte Banden in  $^{152}\text{Dy}$  [GU93, Vie95] und  $^{147}\text{Gd}$  [Fos95] ab 1993. Unter Super- bzw. Hyper-Deformation versteht man die prolate (zigarrenförmige) Deformation eines Kerns mit dem Achsenverhältnis der langen zur kurzen Achse des Rotationsellipsoids von 2:1 für die Superdeformation und 3:1 für die Hyperdeformation. Diese spektroskopischen Arbeiten wurden durchgeführt, indem mit hoher Statistik Multifold-Ereignisse<sup>1</sup> aus Reaktionen mit hohen  $\gamma$ -Multiplizitäten  $M_\gamma$  gemessen wurden, so daß die Zuordnung einer Bande durch den koinzidenten Nachweis mehrerer  $\gamma$ -Übergänge geschehen konnte. In den letzten Jahren benutzte man zusätzlich zur Vorselektierung eines bestimmten Reaktionskanals in zunehmender Weise Zusatzdetektoren wie den italienischen Si-Ball ISIS<sup>2</sup> [Far97] oder den amerikanischen Si-Ball Microball [Sar96]. Diese Detektoren für leichte geladene Teilchen (LCP<sup>3</sup>) ermöglichen es, eine bestimmte Kombination von LCP's in Koinzidenz mit den gemessenen  $\gamma$ -Quanten zu fordern oder auszuschließen<sup>4</sup>. Sie werden kontinuierlich weiterentwickelt. Mit diesen LCP-Zusatz- oder Triggerdetektoren wurden Reaktionskanäle mit um eine weitere Größenordnung niedrigeren Wirkungsquerschnitten zugänglich, wobei man hierbei auf Fusions-Verdampfungs-Reaktionskanäle beschränkt ist, da mit diesem Detektortyp nur der Nachweis von leichten geladenen Teilchen möglich ist. Sollen binäre Reaktionen untersucht werden, um z.B. die durch Fusions-Verdampfungs-Reaktionen nicht zugänglichen Bereiche der Nuklidkarte zu untersuchen, sind diese Zusatzdetektoren nicht geeignet, da schwerere Teilchen nicht nachgewiesen werden können (siehe Abschnitt 6.1.2). Zu diesem Zweck eignen sich Teilchen-Detektoren für schwere Teilchen wie das Berliner **B**inary **R**eaction **T**rigger **S**pectrometer **BRS**, das als Trigger für binäre Reaktionen benutzt werden kann und in Abschnitt 4.1.1 beschrieben wird. Durch die Selektivität dieses Detektionssystems sind sehr schwache Reaktionskanäle zugänglich (siehe Abschnitt 2). Die äußerst effektive Selektion eröffnet der  $\gamma$ -Spektroskopie neue Felder, wie die Suche nach sehr starken Deformationen in mittelschweren Reaktionssystemen.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit experimentellen Untersuchungen zur Teilchen- $\gamma$ -Spektroskopie von binären Fusions-Spalt-Reaktionen und Fusions-Verdampfungs-Reaktionen. Es wird der Vergleich zweier Meßmethoden hinsichtlich der Teilchenselektion durchgeführt. Weiterhin werden Rückschlüsse auf die Kernstruktur durch die Untersuchung von Populationsmechanismen unterschiedlicher Banden gezogen.

Nach der Beschreibung der Methodik der Teilchen- $\gamma$ -Spektroskopie in Abschnitt 2 und den theoretischen Grundlagen der Kerndeformation und Compoundkernreaktionen in Abschnitt 3 folgen drei experimentelle Abschnitte. In jedem dieser Abschnitte wird ein eigenständiges Experiment beschrieben.

---

<sup>1</sup>Mit **Fold** bezeichnet man die Anzahl der simultan gemessenen  $\gamma$ -Quanten im Gegensatz zur **Multiplizität**  $M_\gamma$ , der Zahl der in einer Reaktion emittierten  $\gamma$ 's.

<sup>2</sup>**I**talian **S**ilicon **S**phere

<sup>3</sup>**L**ight **C**harged **P**article

<sup>4</sup>Genaueres zu diesen Detektoren und deren Möglichkeiten ist in Abschnitt 6.1.2 beschrieben.

Zunächst folgt in Abschnitt 4 die Behandlung eines Experiments  $^{36}\text{Ar} + ^{24}\text{Mg}$ , das in Berlin am Hahn-Meitner-Institut mit dem  $\gamma$ -Spektrometer OSIRIS und dem Teilchenspektrometer BRS durchgeführt wurde.

Im nächsten Abschnitt 5 werden Ergebnisse des Experiments  $^{32}\text{S} + ^{24}\text{Mg}$  beschrieben. Dieses wurde am Euroball III am LNL<sup>5</sup> in Legnaro (Italien) wiederum mit dem BRS durchgeführt. Während das erste Experiment vorbereitenden Charakter hinsichtlich der Untersuchung der Meßmethodik und des Reaktionsmechanismus hatte, zielte das zweite Experiment mit dem BRS an Euroball III auf die Untersuchung hyperdeformierter Zustände.

Das dritte Experiment, beschrieben in Abschnitt 6, durchgeführt am  $\gamma$ -Spektrometer GASP am LNL mit dem LCP-Detektorarray ISIS, wurde im Hinblick auf die Untersuchung von  $^8\text{Be}$ -Emissionen in deformierte Banden ausgewertet.

Zu letzterem wurden Rechnungen für die verschiedenen Zerfallskanäle des Compoundkerns nach dem erweiterten Hauser-Feshbach-Modell durchgeführt (Abschnitt 3.1.3), um die experimentell gefundenen Hinweise zur Emission großer Fragmente durch theoretische Vorhersagen aus dem Compoundkern zu stützen.

---

<sup>5</sup>Laboratori Nazionale di Legnaro