

Um zu verstehen wie die chemischen Elemente während des Urknalls, der Brennphasen von Sternen oder am Ende des Lebens von Sternen entstanden sind, ist ein detailliertes Verständnis der zugrunde liegenden kernphysikalischen Prozesse notwendig. Insbesondere die Wirkungsquerschnitte und Reaktionsraten der Kernreaktionen, die in vielen verschiedenen astrophysikalischen Szenarien vorkommen, haben einen großen Einfluss auf die Häufigkeit der chemischen Elemente. Für Kernreaktionen, die nicht experimentell untersucht werden können, entweder weil sie instabile Kerne beinhalten oder weil sie nicht bei astrophysikalisch relevanten Energien gemessen werden können, sind robuste und zuverlässige theoretische Vorhersagen nötig, welche im Rahmen des statistischen Modells nach Hauser und Feshbach berechnet werden. Zu den wichtigsten kernphysikalischen Inputparametern für diese Berechnungen gehören die Kernleveldichte, die γ -Stärkefunktion und die Teilchen+Kern optischen Modellpotentiale.

Die vorliegende kumulative Dissertation enthält sechs Publikationen aus *Peer-Review-Journalen*. Diese Arbeit behandelt vier experimentell untersuchte Kernreaktionen, nicht nur mit dem Ziel die vorhandene Datenbank von experimentell bestimmten Wirkungsquerschnitten zu erweitern, sondern auch die statistischen Eigenschaften von Atomkernen in der Massenregion um $A \approx 100$ zu untersuchen. Die Kernreaktionen, welche im Rahmen dieser Arbeit mithilfe von *in-beam* γ -Spektroskopie untersucht wurden, sind: $^{107}\text{Ag}(p, \gamma)^{108}\text{Cd}$, $^{109}\text{Ag}(p, \gamma)^{110}\text{Cd}$ und $^{93}\text{Nb}(p, \gamma)^{94}\text{Mo}$, während die $^{96}\text{Mo}(p, n)^{96\text{m,g}}\text{Tc}$ Reaktion mithilfe der Aktivierungsmethode gemessen wurde. Zusätzlich wurde im Rahmen dieser Arbeit der vorhandene experimentelle Aufbau, der für die Messung von Wirkungsquerschnitten genutzt wird, überarbeitet und verbessert. Die neue Strahlkammer sowie neue methodische Ansätze erlauben nun die Messung von sehr kleinen Wirkungsquerschnitten im Bereich von einigen hundert nb.

Die Protoneneinfangsreaktionen an den stabilen Silberisotopen $^{107,109}\text{Ag}$ konnten den ersten Datensatz an gemessenen Wirkungsquerschnitten über einen jeweils großen Energiebereich liefern. Zusätzlich konnten für den Fall der $^{107}\text{Ag}(p, \gamma)^{108}\text{Cd}$ Reaktion zum ersten Mal partielle Wirkungsquerschnitte bestimmt werden, was eine direkte Untersuchung der γ -Stärkefunktion in ^{108}Cd erlaubt. Die Wirkungsquerschnitte der $^{93}\text{Nb}(p, \gamma)^{94}\text{Mo}$ Reaktion wurden gemessen, da diese Reaktion entscheidend für die Nukleosynthese des p-Nuklids ^{94}Mo beitragen kann und zuvor keine zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen Theorie und vorhandenen experimentellen Daten erreicht werden konnte. Prompte γ -Übergänge die vom angeregten Compound-Zustand ausgesendet sowie die partiellen Wirkungsquerschnitte wurden verwendet, um die γ -Stärkefunktion in ^{94}Mo zu untersuchen. Zusätzlich wurden vielfältige spektroskopische Informationen in ^{94}Mo ermittelt, dazu gehören vorher nicht bekannte Zustände, γ -Übergänge und deren Intensitäten. Zum ersten Mal konnten die individuellen Wirkungsquerschnitte der $^{96}\text{Mo}(p, n)^{96\text{m,g}}\text{Tc}$ Reaktion jeweils für die Population des Grundzustands sowie des metastabilen Zustands bei astrophysikalisch relevanten Energien ermittelt werden. Außerdem konnte die absolute Intensität des $^{96\text{m}}\text{Tc} \rightarrow ^{96}\text{Mo}$ Zerfalls mithilfe einer zeitaufgelösten Offlineanalyse bestimmt werden. Die neu gemessene Intensität ist in etwa doppelt so groß wie zuvor durch andere Messungen vermutet.

Die untersuchten (p, γ) Reaktionen sind hauptsächlich sensitiv auf die Kernleveldichte und die γ -Stärkefunktion im jeweiligen Compoundkern. Deswegen wurde ein neuer strategischer Ansatz verfolgt, um theoretische Modelle dieser beiden Größen und deren Vorhersagekraft zu testen. Es wurde herausgefunden, dass für die Kernleveldichte ein mikroskopischer Ansatz, welcher auf fundamentalen physikalischen Prinzipien beruht, deutlich zuverlässige Vorhersagen liefert, im Vergleich zu phänomenologischen Modellen. Die Ergebnisse für die γ -Stärkefunktion in ^{108}Cd und ^{94}Mo , welche mithilfe der Analyse der prompten γ -Übergänge bestimmt werden konnten, sind in guter Übereinstimmung mit aktuellen mikroskopischen Rechnungen für die elektrische und magnetische Dipolstärkefunktion.