

## HK 48: Poster – Nukleare Astrophysik

Zeit: Donnerstag 14:00–16:00

Raum: P Foyer

HK 48.1 Do 14:00 P Foyer

**Geant4 Simulation eines  $4\pi$ -Cloveraufbaus** — ●CHRISTIAN RITTER, CLEMENS BEINRUCKER, JAN GLORIUS, KONSTANTIN LANDWEHR, RENE REIFARTH und KERSTIN SONNABEND — Goethe-Universität Frankfurt

Um das Verhalten der nuklearen Prozesse und somit die Entstehung von Elementen innerhalb von Sternen zu verstehen, ist das Wissen über die Wirkungsquerschnitte der Reaktionen von besonderer Bedeutung. Im Rahmen der Aktivierungsmethode zur Wirkungsquerschnittsbestimmung werden häufig präzise Aktivitätsmessungen mittels Germanium-Detektoren durchgeführt. Ein untergrundoptimierter  $4\pi$ -Aufbau bestehend aus zwei Clover-Detektoren zur Messung von  $\gamma$ -Quanten wird vorgestellt. Die gute Raumwinkelabdeckung in Kombination mit der Möglichkeit einer kalorimetrischen Messung ermöglicht vergleichsweise hohe Detektionswahrscheinlichkeiten. Eine Monte-Carlo-Simulation des Detektoraufbaus mit Geant4 wird gezeigt und deren Resultate präsentiert. Dazu wurden Kaskaden aus dem Zerfall von  $^{60}\text{Co}$  abstandsabhängig simuliert und Effizienzbestimmungen durchgeführt. Außerdem wurde die Energieabhängigkeit der Effizienzen mit monoenergetischen Quellen analysiert. Die Resultate werden im Rahmen des Posters vorgestellt. Dieses Projekt wurde durch die Helmholtznachwuchsgruppe VH-NG-327 unterstützt.

HK 48.2 Do 14:00 P Foyer

**Vorbereitung zur Bestimmung des thermischen Wirkungsquerschnitts von  $^{60}\text{Fe}$**  — ●MARCUS MIKORSKI, CLEMENS BEINRUCKER, MICAELA FONSECA, TANJA HEFTRICH, KONSTANTIN LANDWEHR, RENE REIFARTH, CHRISTIAN RITTER, STEFAN SCHMIDT und KERSTIN SONNABEND — Institut für Angewandte Physik, Goethe Universität Frankfurt a. M.

Das langlebige  $^{60}\text{Fe}$  Isotop ist für die Astrophysik von Interesse, es wird hauptsächlich im s-Prozess in schweren Sternen produziert und kann im All produziert werden. Der thermische Neutroneneinfang von  $^{60}\text{Fe}$  soll bei einer Aktivierungsmessung am TRIGA Forschungsreaktor Mainz mit einer  $^{60}\text{Fe}$ -Probe, aus dem ERAWAST Programm des PSI in Villigen gewonnen, ermittelt werden.

Hierfür muss im Vorfeld der Aktivierung die Teilchenzahl der Probe, die genaue Effizienz der Detektoren, sowie während der Aktivierung der Neutronenfluss mit Monitoren bestimmt werden.

Es wurden zwei Clover-Detektoren zur Messung der Aktivität der bestrahlten Probe benutzt, um eine  $4\pi$  Raumabdeckung zu erreichen. Außerdem eignen sich Cloverdetektoren gut für die bei der Messung zu erwartenden hohen Untergundraten der aktivierten Probe. Um die Effizienz der Detektoren zu ermitteln wird eine  $^{60}\text{Co}$ -Eichquelle verwendet. Die Vorbereitungen, der Aufbau und die Ergebnisse der Aktivierungsmessung werden vorgestellt.

Dieses Projekt wurde durch die Helmholtznachwuchsgruppe VH-NG-327 unterstützt.

HK 48.3 Do 14:00 P Foyer

**Kalibration und Test eines  $4\pi$ -Bariumfluoriddetektors** — ●MAX GILBERT, JAN GLORIUS, TANJA HEFTRICH, RENE REIFARTH, STEFAN SCHMIDT und KERSTIN SONNABEND — Goethe Universität Frankfurt

Der Karlsruhe- $4\pi$ -Bariumfluoriddetektor soll für Experimente mit der Frankfurter Neutronenquelle FRANZ, unter anderem zur Bestimmung von Wirkungsquerschnitten bei Nukleosyntheseprozessen eingesetzt werden. Als Vorbereitung darauf wurde er hinsichtlich Energie- und Zeitauflösung getestet und optimiert. Das Szintillationslicht von Bariumfluorid hat zwei Komponenten. Die schnelle Komponente ( $t_{1/2}=600$  ps) enthält etwa 15 % der Energie. Die verbleibenden 85% werden in der langsamen Komponente emittiert ( $t_{1/2}=600$  ns). Es ist deshalb wichtig, die schnelle Komponente für gute Zeitauflösung und die langsame Komponente für gute Energieauflösung zu detektieren. Aufbau und Ergebnisse sowie Einsatzmöglichkeiten mit FRANZ werden präsentiert.

Dieses Projekt wurde durch die Helmholtznachwuchsgruppe VH-NG-327 unterstützt.

HK 48.4 Do 14:00 P Foyer

**Entwicklung eines Hochstromtargets zur Neutronenproduktion für FRANZ** — ●STEFAN SCHMIDT, MICAELA FONSECA, OLIVER

MEUSEL, THOMAS METZ, RENÉ REIFARTH und KERSTIN SONNABEND — Goethe Universität Frankfurt a. M.

Am Institut für Angewandte Physik der Goethe Universität Frankfurt a. M. wird derzeit die Neutronenquelle FRANZ (Frankfurter Neutronenquelle am Stern-Gerlach-Zentrum) entwickelt. Mit einem Aktivierungs- und einem Flugzeitmodus ermöglicht sie die Messung von Wirkungsquerschnitten für wichtige s-Prozess-Nuklide. Für die Neutronenerzeugung werden Protonen auf Energien zwischen 1,8 und 2,2 MeV bei einer Energieunschärfe von 0,02 MeV beschleunigt und treffen dann auf eine Lithiumschicht, in der durch die Reaktion  $^7\text{Li}(p,n)^7\text{Be}$  Neutronen entstehen. Bei Strahlströmen von bis zu 20 mA entstehen hohe Belastungen am Target, das mehrere Kilowatt thermische Strahlleistung abführen muss. Ein am Karlsruhe Van-de-Graaff getesteter Prototyp konnte bereits Aufschluss über mögliche Lösungen zur Kühlung geben, jedoch erforderte die tragende Kupfer-Schicht in diesem Entwurf aufwändige Vorbereitung. Dieser Beitrag soll den momentanen Target-Entwurf mit einem Kühlsystem, das den Neutronenstrahl minimal stört und gleichzeitig die Kühleffizienz maximiert, vorstellen sowie erste Ergebnisse von thermischen Belastungstests zeigen.

Dieses Projekt wird gefördert durch den GIF Research Grant No. G-1051-103.7/2009.

HK 48.5 Do 14:00 P Foyer

**Cloveraufbau** — ●KONSTANTIN LANDWEHR, CLEMENS BEINRUCKER, JAN GLORIUS, TANJA HEFTRICH, RENÉ REIFARTH, CHRISTIAN RITTER, STEFAN SCHMIDT und KERSTIN SONNABEND — Goethe Universität Frankfurt

Neutroneneinfangquerschnitte werden oft mithilfe der Aktivierungsmethode bestimmt. Hierbei wird eine zu untersuchende Probe mit Neutronen der gewünschten Energie bestrahlt und danach in einem untergrundoptimierten Labor ausgezählt. Am Institut für Angewandte Physik der Goethe Universität Frankfurt wurde ein solcher Aufbau realisiert. Er besteht aus zwei Clover Detektoren, die gegenüberliegend in enger Geometrie angeordnet sind. Die aktivierte Probe wird mittels spezieller Probenhalter reproduzierbar und zentriert zwischen den Detektoren platziert. Die Clover Detektoren sind mit passiven Schilden (Pb) und einer aktiven Abschirmung (BGO) umgeben. Die unterschiedlichen Abschirmungen wirken sich in verschiedenen Energiebereichen jeweils anders aus.

Dieses Poster umfasst die astrophysikalische Motivation und den Aufbau, mit dem später die Ausbeute einer neutronenaktivierten Probe bestimmt werden kann. Ausserdem werden die Ergebnisse der verschiedenen Untergundmessungen miteinander verglichen. Dieses Projekt wurde durch die Helmholtznachwuchsgruppe VH-NG-327 unterstützt.

HK 48.6 Do 14:00 P Foyer

**Simulation von LENA Detektoren**

— ●SUSANNE KRÄCKMANN<sup>1</sup>, CHRISTOPH LANGER<sup>2</sup>, RENE REIFARTH<sup>1</sup> und ATTILA KRASZNAHORKAY ET AL.<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Goethe Universität Frankfurt — <sup>2</sup>GSI Darmstadt — <sup>3</sup>ATOMKI, Debrecen, Ungarn

Das Low Energy Neutron Detector Array (LENA) ist ein neu entwickelter Szintillationsdetektor für niederenergetische Neutronen bis zu einer unteren Schwelle von 100 keV, einem für Ladungsaustauschreaktionen mit niedrigem Energieübertrag interessanten Energiebereich. LENA bietet eine gute Orts- und Zeitauflösung zum Nachweis von Neutronen an Beschleunigerexperimenten im Bereich niedriger Neutronenenergien. Der Detektor wurde in Zusammenarbeit von ATOMKI (Debrecen, Ungarn), der Goethe Universität Frankfurt und der GSI in Darmstadt entwickelt und wurde für das S405- sowie das S408-Experiment am LAND/R<sup>3</sup>B -Setup der GSI eingesetzt. Um die Detektoreffizienz sowie Orts- und Zeitauflösung der einzelnen Detektoren genauer zu untersuchen, wurden Simulationen mit GEANT4 durchgeführt und diese mit den Ergebnissen der Vorgängerversion GEANT3 verglichen, um Rückschlüsse auf die Genauigkeit der GEANT4-Simulation zu ziehen. Im Rahmen einer Strahlzeit an der PTB in Braunschweig wurden Bestrahlungen des Detektors mit Neutronen verschiedener Energien durchgeführt. Der Vergleich der experimentellen Daten mit den Simulationen erlaubt Rückschlüsse auf die Neutronendetektionseffizienz sowie die Zeitauflösung als Funktion der Neutronenenergie. Dieses Projekt wurde durch die Helmholtznachwuchsgruppe VH-NG-327 unterstützt.

HK 48.7 Do 14:00 P Foyer

**Präzisionsmessung der Photodissoziation des Deuterons bei Energien im Bereich der Big-Bang-Nukleosynthese** — ●ROLAND HANNASKE<sup>1</sup>, DANIEL BEMMERER<sup>1</sup>, ROLAND BEYER<sup>1</sup>, EVERT BIRGERSSON<sup>1</sup>, ANNA FERRARI<sup>1</sup>, ECKART GROSSE<sup>1,2</sup>, ARND R. JUNGHANS<sup>1</sup>, MATHIAS KEMPE<sup>1</sup>, TONI KÖGLER<sup>1</sup>, KRASIMIR KOSEV<sup>1</sup>, MICHELE MARTA<sup>1</sup>, RALPH MASSARCZYK<sup>1</sup>, ANDRIJA MATIC<sup>1</sup>, KLAUS-DIETER SCHILLING<sup>1</sup>, GEORG SCHRAMM<sup>1</sup>, RONALD SCHWENGNER<sup>1</sup>, ANDREAS WAGNER<sup>1</sup> und DMITRY YAKOREV<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf — <sup>2</sup>Technische Universität Dresden

Die für die primordiale Nukleosynthese wichtige Reaktion  $d(\gamma, n)p$  wurde am supraleitenden Elektronen-Linearbeschleuniger ELBE mit Bremsstrahlung bei einer Endpunktenergie von 5,0 MeV untersucht [1]. Neutronen mit einer kinetischen Energie von 20 – 1400 keV wurden mit Hilfe der Flugzeit-Detektoren *RoLAND (Rossendorf Low-Amplitude-Neutron Detector)* nachgewiesen, deren Effektivität 2011 an der PTB Braunschweig bestimmt wurde. Wechselwirkungen der emittierten Neutronen mit dem Targetmaterial (23 Schichten aus Aluminium und deuteriertem Polyethylen) wurden simuliert. Der Photonenfluss wurde mit Hilfe der resonanten Streuung an Aluminiumkernen bei Energien von 2,2 und 3,0 MeV bestimmt. Der experimentelle Aufbau, die Datenanalyse sowie vorläufige Ergebnisse werden präsentiert. [1] R. Hannaske et al., PoS(NIC XI)090 (2010). Gefördert durch die DFG (JU 2705/1-1).

HK 48.8 Do 14:00 P Foyer

**Digitale Auslese eines  $4\pi$  Clover-Aufbaus** — ●CLEMENS BEINRUCKER, TANJA HEFTRICH, KONSTANTIN LANDWEHR, RENE REIFARTH, CHRISTIAN RITTER und KERSTIN SONNABEND — Goethe Universität, Frankfurt a. M.

Eine Möglichkeit, kleine, neutroneninduzierte Wirkungsquerschnitte zu messen, ist die Aktivierungsmethode. Die zu untersuchende Probe wird im ersten Schritt mit Neutronen bestrahlt und im zweiten Schritt die induzierte Aktivität bestimmt. Die Messung dieser kleinen Aktivität erfolgt oft mit Germaniumdetektoren mit hoher Raumwinkelabdeckung.

An der Goethe Universität Frankfurt wurde kürzlich ein solcher Aufbau mit zwei Clover-Detektoren in Betrieb genommen. Die Detektoren bestehen jeweils aus vier Germaniumkristallen und sind in enger Geometrie angeordnet, um eine Abdeckung des Raumwinkels von  $4\pi$  zu erreichen.

Falls die zu untersuchende Probe selbst radioaktiv ist, erhöht dies die Anzahl an Photonen, die im Detektor registriert werden. Zur Messung ist es nötig ein Datenaufnahmesystem zu benutzen, das bei diesen hohen Zählraten mit geringer Totzeit und Pile-Up-Korrektur arbeitet. Eine Möglichkeit zur Realisierung besteht in der Verwendung von Flash Analog-to-Digital-Convertern (FADC) mit hoher Digitalisierungsrate.

Der Aufbau und Messergebnisse werden vorgestellt.

Dieses Projekt wurde durch die Helmholtznachwuchsgruppe VH-NG-327 unterstützt.

HK 48.9 Do 14:00 P Foyer

**Proton-induced experiments in storage rings** — ●BO MEI<sup>1,2</sup>, GANNA RASTREPINA<sup>1,2</sup>, RENE REIFARTH<sup>1,2</sup>, and MICHAEL HEIL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Goethe Universität Frankfurt a. M. — <sup>2</sup>GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH

It is crucial to determine the cross sections of  $(p, \gamma)$  reactions experimentally in Gamow window of p process in order to understand the nucleosynthesis of 35 stable proton-rich nuclides between <sup>74</sup>Se and <sup>196</sup>Hg, which can neither be produced by s process nor by r process [1]. Storage rings, such as ESR at GSI [2] and CSRe at IMP [3], as a kind of precise spectrometer, can be used to measure cross sections of  $(p, \gamma)$  reactions in Gamow window in inverse kinematics. The advantages of this method are the universality for both stable and unstable nuclides, the low background, and the high efficiency. Recently, a proof-of-principle experiment has been performed successfully at ESR, where the preliminary result about the cross section of proton induced reaction <sup>96</sup>Ru(p,  $\gamma$ )<sup>97</sup>Rh at energy of about 10 AMeV is given in Ref. [4]. A new experiment at ESR has been proposed to measure the cross section of proton induced reaction <sup>112</sup>Sn(p,  $\gamma$ )<sup>113</sup>Sb near Gamow window of p process. Project was supported by Helmholtz International Center for FAIR and Helmholtz Young Investigator Group VH-NG-327.

[1] M. Arnould and S. Goriely, Phys. Rep. 384 (2003) 1.

[2] B. Franzke, Nucl. Instr. and Meth. B 24/25 (1987) 18.

[3] J. W. Xia et al., Nucl. Instr. and Meth. A 488 (2002) 11.

[4] Q. Zhong et al., Journal of Physics: Conference Series 202 (2010) 012011.

HK 48.10 Do 14:00 P Foyer

**Decay investigation of neutron-rich isotopes around the third r process peak** — ●ALEXEY EVDOKIMOV<sup>1,2</sup>, IRIS DILLMANN<sup>1,2</sup>, and MICHELE MARTA<sup>1,2</sup> for the S323-S410-Collaboration — <sup>1</sup>GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Darmstadt, Germany — <sup>2</sup>II. Physikalisches Institut, Justus-Liebig Universität Giessen, Germany

The “rapid neutron capture” (r) process plays an important role in stellar nucleosynthesis and is responsible for about 50% of the solar abundances beyond iron. The solar r-abundance curve has three maxima at  $A \sim 80, 130$  and  $195$ , corresponding to neutron-rich precursors around  $N=50, 82$ , and  $126$ . Up to now experiments close to the r process path were carried out only for  $A < 150$ , leaving the region above as “terra incognita”. We have for the first time investigated neutron-rich Tl, Hg, Au, and Pt isotopes “south-east” of the  $N=126$  shell closure for  $\beta$ -delayed neutron emission and their half-lives. The experiments were carried out with FRS at GSI with implantation set up consisting of a Si array surrounded by neutron detectors.

These heavy neutron-rich isotopes are also well-suited for a proposed proof-of-principle measurement of  $\beta$ -delayed neutron emitters in a storage ring. Since their half-lives are in the order of seconds, electron cooling can be applied, and the decay half-life and the neutron-emission probability could be deduced from the detection of decay daughters with a particle detector. This method is complementary to the standard method via detection of the neutron. The two experimental approaches are described and compared.