

# Erste Erfahrungen mit einem D-D Neutronengenerator

E. Foßhag<sup>1</sup>, J. Sved<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Physikalische Chemie und Radiochemie, Hochschule Mannheim, D-68163 Mannheim, Germany; <sup>2</sup> NSD-Fusion GmbH, D-27755 Delmenhorst, Germany

Im Oktober 2006 wurde an der Hochschule Mannheim ein D-D Neutronengenerator der Firma NSD-Fusion [1] aufgebaut. In einer ersten Projektphase wurden die Erfordernisse des Strahlenschutzes bearbeitet. Neben eigenen Messungen wurden Neutronendosisleistungen vom Sachverständigen (TÜV) als auch von der Firma Berthold gemessen. Während Cf-252 eine breite Verteilung der Neutronenenergien aufweist liefert der D-D Neutronengenerator monoenergetische Neutronen von 2,45 MeV [2]. Welche Aussagekraft haben Dosisleistungsmessungen mit üblichen Messgeräten?

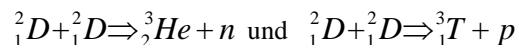
| <sup>1)</sup>           | Cf-252 <sup>2)</sup> | NSD <sup>3)</sup> |
|-------------------------|----------------------|-------------------|
| Victoreen <sup>4)</sup> | 53 µSv/h             | 25,4 µSv/h        |
| Berthold <sup>5)</sup>  | 25,3 µSv/h           | 15,9 µSv/h        |

- 1) Abstand Neutronenquellen – Messgeräte 1,8 m, Moderation 10 cm Paraffin
- 2) Quellstärke 1,33 E7 Neutronen/s
- 3) Spannung 96 kV, Strom 10 mA
- 4) Victoreen 190
- 5) Berthold UMO Neutronenkugel 6411

Tabelle 1 Neutronendosisleistungen

Die anfängliche dominante Bremsstrahlung mit Dosisleistungen bis 3 mSv/h wurde durch Bleiabschirmungen am Generator in einen Bereich unter 10 µSv/h verringert.

Das Prinzip des NSD-NG ist eine Gasentladung bei Drucken von 10<sup>-2</sup> mbar. Das D<sub>2</sub> Gas wird bei Spannungen von 10 -100 kV zu D ionisiert, beschleunigt und reagiert dann mit D<sub>2</sub>, oder andere ionisiert Molekülen. Folgende Reaktionen laufen zu gleichen Teilen ab:



Die entstehenden Neutronen haben eine Energie von 2,45 MeV. [2]



Abb.1 Neutronenraum mit NSD-NG

Für die Gammaskopie wurde ein NaI(Tl) (3MW3/3 BICRON), ein BGO (5M SCIONIX Holland) und ein HPGe (44,5x49,7mm Inter-technique) eingesetzt. Anfängliche Peakverbreiterungen bei Messungen mit dem NSD-NG und dem HPGe konnten Störeinflüssen bedingt durch einen Gebläsemotor zugeordnet werden.

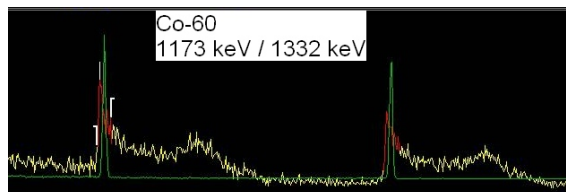


Abb. 2 Spektrum Co-60 mit und ohne Störung

Für die praktische Messungen ist die Geometrie und der Einsatz von Moderations- und Abschirmmaterial im System Neutronenquelle-Probe-Detektor zu optimieren. Trotz des Einsatzes von Polyethylenplatten mit einem 50%igen BC4-Anteil sind die Gammalinien einer Reihe von Neutronenreaktionen mit dem Germanium des Detektors nicht zu vermeiden. Als Folge dieser Abschirmmaßnahme ist der typische Peak von Li-7 bei 480 keV vorhanden

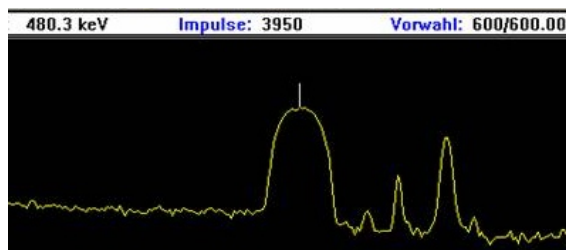


Abb.3 Li-7 Peak bei 480 keV, FWHM 11,6 keV

Ein Charakterisierung der Neutronenenergien aus NSD-NG und der Cf-252 Quelle sollte mit der Reaktion thermischer Neutronen Ge ( $n_{th,\gamma}$ ) und mit Neutronen ab 0,7 MeV Ge ( $n,\gamma$ ) möglich sein [3]. Die Auswertung wird jedoch fraglich durch die typische „Sägezahnform“ bei Reaktionen innerhalb des Detektors. Für einen ersten Spektrenvergleich mit beiden Quellen wurden die prompten Gammalinien des Chlors herangezogen.

## References

- [1] www.nsd-fusion.com
- [2] M. Drosch et al., IAEA NSD-87(2005).
- [3] Z. Alfassi, C. Chung, Prompt Gamma Neutron Activation Analysis, CRC Press, Inc. 1995