

# Evaluierung eines Versuchsaufbaus zur Nutzung der thermischen Säule für Zellexperimente

Catrin Grunewald<sup>1</sup>, Tobias Schmitz<sup>1</sup>, Britta Fischer<sup>1</sup>, Peter Lindemann<sup>2</sup>, Matthias Mendel<sup>1</sup>, Gabriele Hampel<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Institut für Kernchemie, Johannes Gutenberg-Universität, D-55128 Mainz, Germany; <sup>2</sup>Institut für nukleare Entsorgung, Karlsruher Institut für Technologie, D-76131 Karlsruhe, Germany

**Einführung:** Um biologische Zellexperimente in der NCT-forschung (Neutron Capture Therapy) am Triga Reaktor durchführen zu können, müssen zunächst die Parameter für einen geeigneten Versuchsaufbau evaluiert werden. Zum einen soll der Versuchsaufbau gewährleisten, mehrere Proben gleichzeitig in einem homogenen Neutronenfeld bestrahlen zu können. Zum anderen muss eine konstante Temperatur in der thermischen Säule im Bereich zwischen 10 und 40°C während der Bestrahlung gewährleistet sein.

**Experiments A:** Als Wachstumsfläche für die Zellen dienen Multiwellplatten (Greiner), von denen mehrere in einer PE-box im 20x20x127 Kanal (am Punkt des höchsten Neutronenflusses) der thermischen Säule gemeinsam bestrahlt werden sollen, damit eine große Anzahl an Proben und Unterproben für die Analyse zur Verfügung stehen. Im Vorfeld soll getestet werden, bei welchem Versuchsaufbau alle Proben im einheitlichsten Neutronenfeld liegen. Zunächst werden unterschiedliche Versuchsaufbauten (VA) definiert (Tabelle 1; Abb. 1) und Testbestrahlungen mit 48-Well-Platten durchgeführt, wobei die Platten mit 1M Natriumacetat befüllt und bei  $4,1 \times 10^{11}$  n/cm<sup>2</sup> in der thermischen Säule bestrahlt werden [1].

Versuchsaufbau	Plattenarrangement	Diffusoren			
		Zur Seite	Nach hinten	Nach Vorne	Nach oben
VA 1	A	Nein	Nein	Nein	Nein
VA 2	A	Ja	Ja	Nein	Ja
VA 3	B	Ja	Nein	Nein	Nein
VA 4	B	Ja	Ja	Nein	Ja
VA 5	B	Ja	Ja	Ja	Ja

Tabelle 1.: Versuchsaufbauten; hinten = Reaktorkernfern; vorne = Reaktorkernnah

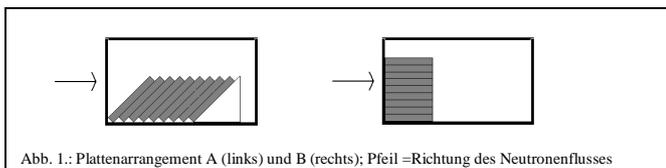


Abb. 1.: Plattenarrangement A (links) und B (rechts); Pfeil = Richtung des Neutronenflusses

Hierdurch wird <sup>23</sup>Na über die Kernreaktion <sup>23</sup>Na (n,γ)<sup>24</sup>Mg zum radioaktiven <sup>24</sup>Na aktiviert, welches anschließend <sup>24</sup>Mg zerfällt. Die Homogenität des Neutronenfeldes wird indirekt über die relative Häufigkeit dieser Reaktion bestimmt und per Flüssigszintillationsmessung (Ultima Gold AB - Perkin Elmer) bestimmt.

**Experiments B:** Um die Temperatur in der thermischen Säule während des Betriebs zu messen, wurde eine NickelChrom/Nickel Thermoleitung (Typ K (Ni-Cr/Ni) Newport Omega) verwendet. Dieses Thermoelement wurde an einem kleinen Probenhalter befestigt und zu Beginn der Messung in den 20x20x127 cm<sup>3</sup> Bestrahlungskanal (am Punkt des höchsten

Neutronenflusses) der thermischen Säule eingebracht. Während der Messung war es mit einem außerhalb des Reaktors positionierten Messumformer (Typ: ISC -TK, Newport Omega) verbunden, der jede Sekunde einen unmittelbar von einem Computer aufgezeichneten Messwert lieferte. Messeinheiten (ME) von je 20 Sekunden wurden nacheinander durchgeführt. Es wurden 120 ME ohne Reaktorleistung, jeweils 30 ME bei 1W, 10W, 100W, 1 kW, 10 kW sowie 20 kW, 60 ME bei 100 kW und im Anschluss erneut 90 ME ohne Reaktorleistung durchgeführt.

**Ergebnisse A:** Als geeignetster VA für die Zellexperimente konnte VA 5 ermittelt werden, mit dem pro Bestrahlung gleichzeitig bis zu 8 Proben, die sich durch ihre Entfernung zum Reaktorkern unterscheiden, aktiviert werden. Jede Probe besteht dabei aus bis zu 120 Unterproben, welche alle denselben Abstand zum Reaktorkern (Z-position) haben, dabei aber unterschiedliche horizontale (Y-position) und vertikale (X-position) Positionen einnehmen. Die Aktivierung des Natriums variiert dabei in Abhängigkeit zur horizontalen (Abb.2) bzw. vertikalen Position um 2-4%. [1]

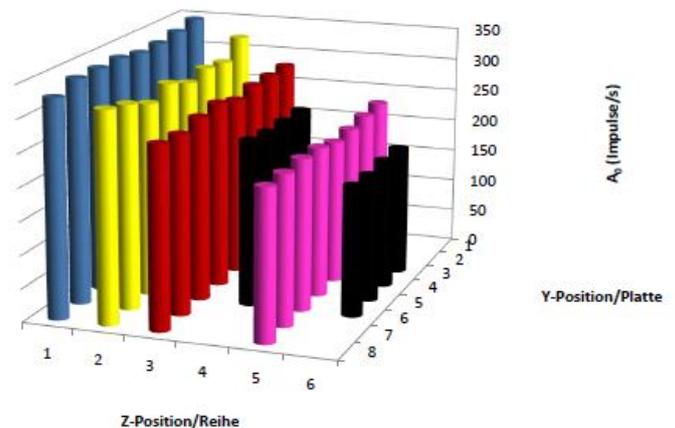


Abb. 2.: Alle gleichfarbigen Säulen stellen Unterproben einer Probe dar. Die Z-position definiert den Abstand zum Reaktorkern, die Y-position beschreibt die Position der Platte, also die horizontale Position der Probe. Die vertikale (X-Position) aller in Abb. 2 gezeigten Unterproben ist die gleiche.

**Ergebnisse B:** Nach dem Positionieren des Thermoelements und dem Schließen der thermischen Säule schwankt die Temperatur zunächst zwischen 19 und 24°C, bleibt aber nach etwa 20 Minuten unabhängig von der Reaktorleistung konstant bei 22°C. (Abb.2) [1]. Daher ist eine gesonderte Temperaturregulierung während der Zellbestrahlungsexperimente nicht notwendig.

## References:

- [1] C. Grunewald: Bestimmung der Sensitivität von Leberkrebszellen bei Bestrahlungsversuchen zu Neutronentherapie, Magisterarbeit FB 10 Universität Mainz, 2010