

Extraktion von ^{72}As aus dem Generatorsystem $^{72}\text{Se}/^{72}\text{As}$

A. Schmidt, J. Brockmann, F. Rösch
Institut für Kernchemie, Universität Mainz

Arsen bietet ein Spektrum an Isotopen, die sowohl für diagnostische ($^{70,71,72,74}\text{As}$) als auch für therapeutische Zwecke ($^{74,76,77}\text{As}$) in der Nuklearmedizin eingesetzt werden können. Durch den Einsatz von trägerfreien Arsenisotopen ist es möglich, Arsen ohne toxische Nebenwirkungen in der Nuklearmedizin einzusetzen. Zur Untersuchung von länger andauernden biologischen Prozessen mit PET bietet der Positronenstrahler ^{72}As ($T_{1/2} = 26\text{ h}$, $88\% \beta^+$) durch die lange Halbwertszeit und die gleichzeitig hohe Positronen-Emissionsrate interessante Möglichkeiten. Die Produktion von trägerfreiem ^{72}As ist durch teilcheninduzierte Bestrahlung von Germanium- oder Gallium-Targets am Zyklotron möglich.

Darüber hinaus ist das Generatorsystem $^{72}\text{Se}/^{72}\text{As}$ von besonderem Interesse [1,2,3]. Mit einer Halbwertszeit des Mutternuklides ^{72}Se von 8,5 d könnte mit diesem Generator eine kontinuierliche Versorgung mit ^{72}As über einen Zeitraum von einigen Wochen gewährleistet werden. Voraussetzung zum Einsatz eines solchen Generators ist die einfache und effektive Abtrennung des generierten Tochter-nuklides (^{72}As) vom Mutternuklid (^{72}Se). Dazu wurden verschiedene Methoden zur Extraktion von Arsen aus einer Selen-Matrix untersucht.

Im ersten Schritt wird das am CV 28-Zyklotron in Jülich bestrahlte ^{nat}Ge oxidativ in Königswasser gelöst, um anschließend das makroskopische Germanium durch Destillation von GeCl_4 mit konz. HCl vom trägerfreien Selen abzutrennen. Diese trägerfreie Selen enthaltende Stammlösung (6 N HCl) dient zur Erzeugung des Generators.

Untersucht wurden zwei Extraktionsmethoden, wobei die Trennung zum einen auf der Löslichkeit von Selenoxybromid in Benzol, zum anderen auf der Löslichkeit von Selen-Ketonkomplexen in Chloroform beruht.

Extraktion von Selenoxybromiden in Benzol [4,5]

Die Trennung beruht auf der Löslichkeit von Selen(IV)-oxybromiden in einer 1% Phenol/Benzol-Lösung. Um diese Verbindungen zu erzeugen, wurden aus 400 μL der Selenstammlösung, 1837 μL HBr -Lösung (47%) und 1763 μL H_2O eine 4 N HBr -Lösung erzeugt. Diese wässrige Lösung wird mit 4 mL einer 1% Phenol/Benzol-Lösung extrahiert und der Selen- bzw. Arsen-Gehalt in der organischen Phase bestimmt. Das in der organischen Phase enthaltene Phenol dient zum Abfangen des sich bildenden Broms, wodurch eine Oxidation des Selen (IV) zum Selen (VI) verhindert wird.

Extraktion von Selen-Ketonkomplexen in Chloroform [6]

Diese Extraktionsmethode beruht auf der komplexierenden Wirkung von Ketonen auf Selen und der Löslichkeit dieser Komplexe in Chloroform. Als Komplexbildner wurde Cyclohexanon eingesetzt. 100 μL der Selenstammlösung, 100 μL Cyclohexanon (0,97 μmol), 500 μL H_2O und 2300 μL 1 N HCl wurden nach einer Reaktionszeit von 10 min im kochenden Wasserbad und anschließender so-

fortiger Abkühlung im Eisbad für 10 min mit 3 mL CHCl_3 extrahiert. Der ^{72}Se - (bzw. hier messtechnisch besser der ^{75}Se -) bzw. ^{72}As -Gehalt wurde in der organischen Phase zur Bilanzierung der Extraktion gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt. Wie zu erkennen ist, lassen sich die Selen-Keton-Komplexe verglichen mit den Selenoxybromidverbindungen in höheren Ausbeuten in eine organische Phase extrahieren.

Tabelle 1: Aktivitätsverteilung an ^{75}Se und ^{72}As zwischen der organischen und wässrigen Phase bei der Extraktion

Extrahierte Verbindungen	Radionuklidanteil [%]			
	organische Phase		wässrige Phase	
	^{75}Se	^{72}As	^{75}Se	^{72}As
Selenoxybromid	40	13,5	60	86,5
Ketonselenkomplex	71	0,1	29	99,9

Die beiden Systeme wurden auf die Rückextrahierbarkeit des gebildeten ^{72}As aus den organischen Phasen mit gleichem Volumen einer 4 N HBr -Lösung untersucht. Tabelle 2 gibt die ^{75}Se - und ^{72}As -Anteile in den beiden Phasen nach 10 min extrahieren wieder.

Tabelle 2: Aktivitätsverteilung an ^{75}Se und ^{72}As zwischen der organischen und wässrigen Phase bei der Rückextraktion

Extrahierte Verbindungen	Radionuklidanteil [%]			
	organische Phase		wässrige Phase	
	^{75}Se	^{72}As	^{75}Se	^{72}As
Selenoxybromid	98	1,5	2	98,5
Ketonselenkomplex	97	45,1	3	44,9

Im Selenoxybromid-System lässt sich das generierte ^{72}As fast quantitativ in die wässrige Phase überführen, wohingegen im Ketonselenkomplex-System nur etwa 45% des ^{72}As vom Mutternuklid abgetrennt werden. Bei beiden Generatorsystemen ist jedoch der Selen-Gehalt in der wässrigen Phase mit $\geq 2\%$ zu hoch für eine Anwendung. Ein Reinigungsschritt, in dem das Selen abgetrennt wird, müsste deshalb angeschlossen werden. Zur Entscheidung, ob eines der beiden Systeme als praktisch anwendbarer Generator einsetzbar ist, sind weitere Untersuchungen durchzuführen.

- [1] S. H. Al-Kouraihi, G. G. J. Boswell, *Int. J. Appl. Radiat. Isot.* **29**, 607-609, (1978)
- [2] D. Basile, C. Birattari, M. Bonardi, L. Goetz, E. Sabbioni, A. Salomone, *Int. J. Appl. Radiat. Isot.* **32**, 403-410, (1981)
- [3] D. R. Phillips, United States Patent, Nr.: 5,371,372, Dez. 6, (1994)
- [4] T. McGee, L. Lynch, G. G. J. Boswell, *Talanta* **15**, 14735-1439, (1968)
- [5] G. G. J. Boswell, T. McGee, *J. inorg. Nucl. Chem.* **30**, 2571-2576, (1968)
- [6] P. O. Larsen, *Int. J. Appl. Radiat. Isot.* **24**, 613-614, (1973)

Unser Dank gilt Prof. Dr. S. M. Qaim, Institut für Nuklearchemie des FZ Jülich, für die Bestrahlungen der Ge-Targets.