

Adaption einer kommerziellen TOF-SIMS-Apparatur zur Lasernachionisierung der erzeugten Neutralteilchen

F. M. Engelberger, N. Erdmann, J.V. Kratz, N. Trautmann

Institut für Kernchemie, Universität Mainz, D-55099 Mainz

Produktion und Anwendung langlebiger radioaktiver Isotope haben in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen. Damit einhergeht eine mögliche Kontamination der Umwelt durch diese Radioisotope und deren Folgeprodukte, was ihre Bestimmung und Identifikation erforderlich macht. Da eine Freisetzung radioaktiven Materials in Form von Partikeln erfolgen kann, ist deren Identifizierung von speziellem Interesse hinsichtlich der Risikobewertung kontaminierter Gegenden sowie nuklearer forensischer Analysen.

Die *Sekundärionen-Massenspektrometrie* (SIMS) ist ein Verfahren, welches unter anderem erfolgreich für die Untersuchung von Partikeln eingesetzt wird [1]. Das Prinzip der SIMS beruht auf dem Beschuss einer Probenoberfläche mit einem feinfokussierten, hochenergetischen Ionenstrahl und dem Nachweis erzeugter Sekundärionen in einem Flugzeit-Massenspektrometer (TOF). Die SIMS ist eine empfindliche, gleichzeitig aber auch werkstoffzerstörende Analyseverfahren, da durch den Ionenbeschuss neben dem Abtrag von Material auch die Zusammensetzung und Morphologie der Probenoberfläche verändert werden kann. Ein Problem stellen zudem isobare Interferenzen, wie zum Beispiel $^{238}\text{Pu}/^{238}\text{U}$ oder $^{241}\text{Pu}/^{241}\text{Am}$ dar. Zur Überwindung dieses Isobarenproblems wird eine Apparatur zur Kopplung von Ionenquelle mit resonanter Lasernachionisierung der zerstäubten Neutralteilchen aufgebaut. Voruntersuchungen hierzu haben bereits stattgefunden [2].

Im Rahmen einer Diplomarbeit [3] wurde die zur Anwendung kommende kommerzielle TOF-SIMS-Apparatur charakterisiert und deren Verhalten unter dem Aspekt einer Adaptionfähigkeit mit der Laserionisierung hin untersucht. Hierzu kam ein Festfrequenzlaser (Firma *Quantronix*, Modell *532 DP-I*) mit einer Wellenlänge von 532 nm (grünes Licht) zum Einsatz. Dieser wurde bei ersten Experimenten zur nichtresonanten Nachionisierung der Neutralteilchen eines Uranoxid-Pulvers eingesetzt (Abbildung 1). Das U_3O_8 -Pulver wurde zu diesem Zweck in Isopropanol suspendiert, auf einem Carbon-Planchet eingedampft und in die Apparatur eingebracht. Es erfolgte eine notwendige zeitliche Synchronisation der Ionenquelle mit dem Laser und der gepulsten Extraktionsspannung. Zudem wurden Testmessungen mit einer konstanten Sekundärionen-Unterdrückungsspannung durchgeführt. Im oberen Spektrum (a) erkennt

man die Sekundärionensignale von $^{238}\text{U}^+$, $^{238}\text{UO}^+$, $^{238}\text{UO}_2^+$ und $^{238}\text{UO}_3^+$ ohne Laserlichteinstrahlung. Bei Einstrahlung des Laserlichts und entsprechender Synchronisation der Komponenten erscheinen im Flugzeit-Massenspektrum (b) zusätzliche Signale.

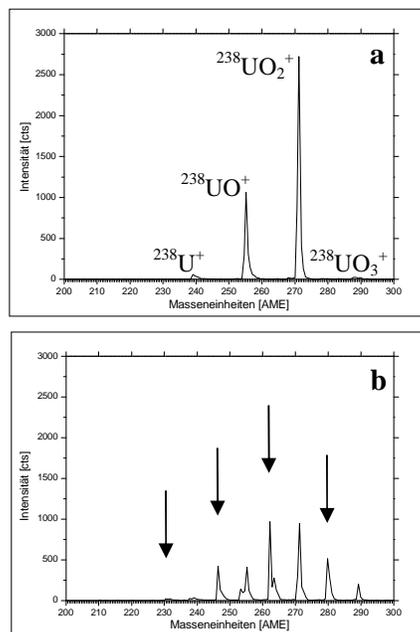


Abbildung 1: Vergleich zweier Flugzeit-Massenspektren eines Uranoxid-Pulvers ohne (a) und mit (b) Laserlichteinstrahlung (532 nm bei 1,8 W).

Es handelt sich hierbei um lasernachionisierte Sekundärneutralteilchen der Uranoxide. Zu erkennen ist eine Verschiebung dieser Signale von ungefähr 9 AME nach links sowie eine Reduzierung der ursprünglichen Sekundärionensignale. In einem weiteren Schritt soll eine Unterdrückung der Sekundärionen mit Hilfe einer gepulsten Unterdrückungsspannung erfolgen.

Literatur:

- [1] M. Betti, G. Tamborini, L. Koch, *Anal. Chem.* **71**, 2616-2622 (1999)
- [2] N. Erdmann, Jahresbericht, Institut für Kernchemie, C 15, (2004)
- [3] F. M. Engelberger, *Adaption einer kommerziellen TOF-SIMS-Apparatur zur Lasernachionisierung der zerstäubten Neutralteilchen*, Diplomarbeit, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, (2006)