

# Resonanzionisations-Massenspektrometrie zur Bestimmung der Ionisationsenergie von Actinium

A. Waldek<sup>1</sup>, P. Kunz<sup>2</sup>, J. Lassen<sup>2</sup>, C. Grüning<sup>1</sup>, G. Huber<sup>2</sup>, J.V. Kratz<sup>1</sup>, G. Passler<sup>2</sup>, N. Trautmann<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Kernchemie, <sup>2</sup> Institut für Physik, Universität Mainz

Die Resonanzionisations - Massenspektrometrie (RIMS) verbindet hohe Elementselektivität mit guter Nachweiseffizienz und wird in Mainz seit längerer Zeit zur Spurenanalyse eingesetzt.

Zur Anwendung kommt die RIMS auch bei der präzisen Bestimmung der Ionisationsenergie als fundamentale physikalisch-chemische Eigenschaft eines bestimmten Elements. Insbesondere bei den Actinoiden ist die Kenntnis der Ionisationsenergie von Interesse, da es dort bis zur Anwendung laser-massenspektrometrischer Methoden nur wenige experimentelle Daten gab. Die RIMS wurde bereits erfolgreich zur Messung der Ionisationsenergie einer Reihe von Actinoiden bis hin zum Einsteinium eingesetzt [1].

Die Bestimmung der Ionisationsenergie erfolgt durch die Methode der Photoionisation im elektrischen Feld gemäß dem klassischen Sattelpunktsmodell. Im Experiment werden neutrale Atome in Form eines Atomstrahls mit Laserlicht zunächst resonant angeregt. Die angeregten Atome befinden sich in einem äußeren, statischen elektrischen Feld und werden durch einen weiteren Laserstrahl, dessen Wellenlänge durchgestimmt wird, ionisiert. Das Überschreiten der Ionisationsschwelle macht sich durch einen starken Anstieg im Ionensignal bemerkbar. Diese Messung wird bei verschiedenen elektrischen Feldstärken durchgeführt. Durch Auftragen der Ionisationsschwellen gegen die Wurzel der elektrischen Feldstärke und Extrapolation auf Feldstärke Null erhält man die Ionisationsenergie.

Für die Messungen an Actinium wurden mit Laserlicht der Wellenlänge 388 nm Actiniumatome auf einen Zustand bei  $25729,03 \text{ cm}^{-1}$  angeregt und mit einem Farbstofflaser bei einer Wellenlänge von ca. 568 nm ionisiert.

Abbildung 1 zeigt die Auftragung der Ionisationsschwellen gegen die Wurzel der elektrischen Feldstärke. Bei niedrigen Feldstärken sieht man ein Abweichen vom linearen Verlauf, der auf ein Restfeld durch den Felddurchgriff der Untergrundunterdrückungselektroden zurückzuführen ist. Berücksichtigt man ein konstantes Restfeld bei der Extrapolation, dann liegen die Messwerte perfekt auf einer Geraden (Abbildung 2). Daraus ergibt sich die Ionisationsenergie von Actinium zu:

$$43398(3) \text{ cm}^{-1} \equiv 5,3807(4) \text{ eV.}$$

Dies ist die erste experimentelle Bestimmung der Ionisationsenergie von Actinium [2]. Als Atomstrahlquelle dienen für RIMS „Sandwichfilamente“, die aus einem Tantalbacking, dem Actinoidhydro-

xid und einer Deckschicht bestehen. Beim Heizen diffundiert das Actinoidoxid durch die Deckschicht und wird darin zum Element reduziert und atomar abgedampft. Für Actinium eignet sich Zirkonium [3] als Deckschicht. Um die Ionisationsenergie von Protactinium bestimmen zu können, wurde zunächst Zirkonium, dann metallisches Thorium zur Reduktion eingesetzt. Es gelang jedoch nicht, einen Pa-Atomstrahl zu erzeugen; im Massenspektrum wurde lediglich  $\text{PaO}^+$  nachgewiesen. Daher muss zunächst eine neue Atomstrahlquelle entwickelt werden.

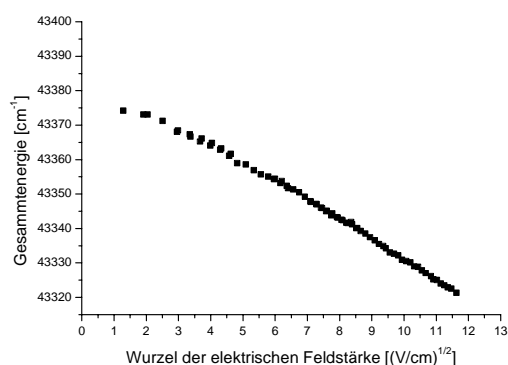


Abbildung 1: Ionisationsschwellen von Ac, aufgetragen gegen die Wurzel der elektrischen Feldstärke.

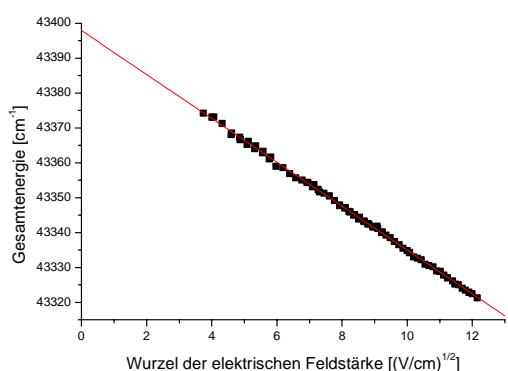


Abbildung 2: Ionisationsschwellen von Ac, aufgetragen gegen die Wurzel der elektrischen Feldstärke nach Korrektur mit einem Restfeld von 12 V/cm.

- [1] N. Erdmann et al., J. Alloys and Compounds 271-273, 837 (1998).
- [2] A. Waldek et al., in: Resonance Ionization Spectroscopy 2000, AIP Conf. Proc., in Druck.
- [3] B. Eichler et al., Radiochim. Acta 79, 221 (1997).