

## MS 2: Laser-Massenspektrometrie und Laser-Ionenquellen

Zeit: Dienstag 10:30–12:15

Raum: 5F

MS 2.1 Di 10:30 5F

**Entwicklung einer neuartigen Methode zur Laserspektroskopie an schweren Elementen** — HARTMUT BACKE<sup>1</sup>, TILL KOLB<sup>1</sup>, ●PETER KUNZ<sup>1</sup>, WERNER LAUTH<sup>1</sup>, MUSTAFA LAATIAOUI<sup>2</sup>, MICHAEL SEWITZ<sup>2</sup>, DIETER ACKERMANN<sup>3</sup>, MICHAEL BLOCK<sup>3</sup>, FRANK HERFURTH<sup>3</sup>, FRITZ HESSBERGER<sup>3</sup>, SIGURD HOFMANN<sup>3</sup> und HEINZ-JÜRGEN KLUGE<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Institut für Kernphysik, Universität Mainz, D-55099 Mainz — <sup>2</sup>Department für Physik, Ludwig-Maximilians-Universität München, D-85748 Garching — <sup>3</sup>Gesellschaft für Schwerionenforschung, D-64291 Darmstadt

Für die Suche nach atomaren Niveaus im Element Nobelium ( $Z = 102$ ) und Lawrencium ( $Z = 103$ ) wurde am Geschwindigkeitsfilter SHIP der GSI in Darmstadt ein neuartiges laserspektroskopisches Verfahren entwickelt, das eine hohe Effizienz von 0.8 % hat. Der in einem großen Volumen in einem Puffergas abgestoppte einfach geladene Anteil der Fusionsprodukte (ca. 85 %), die aus SHIP austreten, wird mit elektrischen Feldern auf ein kleines Filament gesaugt. Von dort werden sie nach geeigneter Sammelzeit mit einem kurzen Heizimpuls als Atome wieder ins Puffergas verdampft und mit gut fokussierten Lasern resonant ionisiert. Der Nachweis der Resonanzionisation erfolgt mit Hilfe des  $\alpha$ -Zerfalls der Fusionsprodukte, die in elektrischen Feldern auf einen abseits vom Filament positionierten  $\alpha$ -Detektor transportiert werden. Das Verfahren wurde an Hand der Spektroskopie am  $\alpha$ -aktiven <sup>155</sup>Yb ( $t_{1/2} = 1.75$  s) entwickelt, das über die <sup>107</sup>Ag(<sup>52</sup>Cr,p3n)<sup>155</sup>Yb Reaktion erzeugt wurde. Gefördert durch BMBF(06MZ1691).

MS 2.2 Di 10:45 5F

**Hochselektiver Isotopennachweis von Uran 236 mittels diodenbasiertem HR-RIMS** — ●SEBASTIAN RAEDER<sup>1</sup>, BRUCE BUSHAW<sup>2</sup>, NORBERT TRAUTMANN<sup>3</sup>, JENS-VOLKER KRATZ<sup>3</sup> und KLAUS WENDT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz — <sup>2</sup>Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA, USA — <sup>3</sup>Institut für Kernchemie, Universität Mainz, 55099 Mainz

Das langlebige Spurenisotop <sup>236</sup>U entsteht durch Neutroneneinfang aus <sup>235</sup>U und weist in natürlichen Uranproben nur eine Isotopenhäufigkeit  $< 10^{-10}$  auf. Ein erhöhtes Vorkommen dieses Isotops weist auf eine Neutronenexposition und damit eine anthropogene Herkunft des uranhaltigen Materials hin. Über die Bestimmung des Isotopenverhältnisses <sup>236</sup>U/<sup>238</sup>U lassen sich daher Fragestellungen zu Migration und Speziation von Kernbrennstoff in der Umwelt beantworten.

Die hochauflösende Resonanzionisations-Massenspektrometrie (HR-RIMS) stellt hierfür ein hochspezialisiertes Verfahren zur empfindlichen Isotopenanalyse bei geringsten Verhältnissen dar, wobei die entsprechenden Anforderungen bezüglich Isobarenunterdrückung und Isotopenselektivität erfüllt werden. Nach den spektroskopischen Untersuchungen der letzten Jahre konnte durch die Verwendung eines neuen Anregungsschemas ein ausschliesslich auf Diodenlasern basierendes Lasersystem aufgebaut und die Isotopieverschiebungen für das neue Anregungsschema bestimmt werden. Es wurde weiterhin damit begonnen Referenzproben des IRMM zu vermessen, um so das System vollständig zu charakterisieren.

MS 2.3 Di 11:00 5F

**Resonante Multiphotonionisation chiraler Moleküle** — ●ULRICH BOESL, ALEXANDER BORNSCHLEGL und CHRISTOPH LOGÉ — TU München, Department Chemie, Physikalische Chemie, 85748 Garching

Die Chiralität von Molekülen wird oft über Circular-Dichroismus (CD) nachgewiesen, dem meist geringen Unterschied im Absorptionsquerschnitt chiraler Moleküle für links- und rechts-zirkularpolarisiertes Licht. Neben CD-Spektroskopie und chiraler Chromatographie gibt es weitere experimentelle Entwicklungen, um Chiralität zu beobachten. Diese basieren auf Unterschieden der Spektroskopie oder Stabilität zwischen Homo- und Heterokomplexen, die aus zwei chiralen Molekülen mit gleich- oder entgegengesetzt-drehenden Strukturen bestehen. Besonders interessant ist dabei die Kombination mit Massentrennung. Seit kurzem haben wir einen neuen Weg beschritten: die direkte Verknüpfung von Circular-Dichroismus mit Massenspektrometrie. Dies gelingt über resonante Multiphotonenionisation mit zirkularpolarisiertem Laserlicht. Verwendet man dafür gepulste Laser, so lässt sich diese CD-sensitive Ionisation mit Flugzeit-Massenspektrometrie kombinieren. Uns ist ein erstes CD-Laser-Massenspektrum, sowie ein

massenselektives CD-Laserspektrum von 3-Methyl-Cyclopentanon gelungen (1). Es wurden mehrere interessante Effekte gefunden, z.B. kumulativer Circular-Dichroismus. Er wird möglich, wenn z.B. (1+1+1)-Dreiphotonenionisation involviert ist. Eine Reihe technischer Methoden wurde entwickelt, um die Möglichkeiten der CD-Laser-MS auszuschöpfen. (1) U.Boesl, A.Bornschlegl, ChemPhysChem 7 (2006) 2085

MS 2.4 Di 11:15 5F

**Entwicklung eines geseedeten, hochrepetierenden Titan:Saphir-Lasers für die Resonanzionisations-Massenspektrometrie an <sup>26</sup>Al** — ●CHRISTOPH MATTOLAT<sup>1</sup>, HIDEKI TOMITA<sup>2</sup>, THOMAS KESSLER<sup>3</sup>, FABIO SCHWELLNUS<sup>1</sup>, SEBASTIAN RAEDER<sup>1</sup> und KLAUS WENDT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 55099 Mainz, Deutschland — <sup>2</sup>Department of Quantum Engineering, Nagoya University, Nagoya, 464-8603, Japan — <sup>3</sup>Department of Physics, University of Jyväskylä, 40014, Finland

In Fusionsreaktoren wird durch hochenergetische Neutronen bei etwa 14 MeV über die Reaktion <sup>27</sup>Al(n,2n) das langlebige Radionuklid <sup>26</sup>Al gebildet. Der Nachweis des Isotopenverhältnisses <sup>26</sup>Al/<sup>27</sup>Al im Bereich von  $10^{-9}$  ermöglicht den Zugang zu wichtigen Parametern des Plasmas wie beispielsweise der Temperatur.

Als Alternative zur Beschleuniger-Massenspektrometrie wird die hochauflösende Resonanzionisations-Massenspektrometrie als kompakte Nachweismethode evaluiert. Aufgrund ihrer geringen spektralen Breite, werden üblicherweise Diodenlaser für die Resonanzionisation verwendet. Eine effiziente Laserionisation von Aluminium erfordert für den ersten resonanten Anregungsschritt jedoch Laserlicht mit einer Wellenlänge bei 308 - 309 nm; für diesen Wellenlängenbereich stehen keine Laserdioden zur Verfügung. Daher wurde ein geseedeter, hochrepetierender Titan:Saphir-Laser aufgebaut und in der Frequenz dreifach. Es wurde gepulstes Laserlicht mit einer spektralen Breite von nur 18 MHz für die optische Anregung von Aluminium erzeugt. Der Stand der Entwicklung wird vorgestellt.

MS 2.5 Di 11:30 5F

**Eine Quarz-Transferline zur Thermochromatographie in isobarenselktiven on-line - Laserionenquellen** — ●CHRISTIAN OHLERT<sup>1</sup>, TINA GOTTWALD<sup>1</sup>, CHRISTOPH MATTOLAT<sup>1</sup>, FABIO SCHWELLNUS<sup>1</sup>, KARL-LUDWIG KRATZ<sup>2</sup> und KLAUS WENDT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Johannes Gutenberg - Universität Mainz — <sup>2</sup>Institut für Kernchemie, Johannes Gutenberg - Universität Mainz

RILIS (Resonance Ionisation Laser Ion Source) stellt bezüglich Isobarenreinheit die selektivste Methode zur Erzeugung radioaktiver Ionen an einer on-line Einrichtung wie ISOLDE/CERN dar. Zur Untersuchung von extrem kurzlebigen Radionukliden, wie sie z.B. in stellaren Nukleosyntheseprozessen auftreten, etwa dem r - Prozess, ist eine weitere Verbesserung der Unterdrückung von isobaren Interferenzen notwendig. Dafür wird als Transferline zwischen Target und Ionenquelle ein Quarzröhrchen auf definierter Temperatur verwendet, wobei über Oberflächenionisation unvermeidbar erzeugte Kontaminationen durch Adsorption auf der Quarzoberfläche abgetrennt werden. Zur Durchführung systematischer off-line - Messreihen in Vorbereitung von on-line - Messungen wird aktuell eine Ionenquellenentwicklung mit Quarz - Transferline am Mainzer RISIKO-Massenseparator integriert und getestet. Mangan wurde als eines der relevanten Elemente ausgewählt und vorbereitend dafür bei Messungen am Oak Ridge National Lab ein effizientes Dreistufen- Anregungsschema für unsere Titan:Saphir - Laser entwickelt. Dabei wurde speziell die Ionisation mittels Rydberg- und Autoionisation spektroskopisch untersucht.

MS 2.6 Di 11:45 5F

**LIST - Laserionenquelle für On-Line Anwendungen** — ●FABIO SCHWELLNUS<sup>1</sup>, KLAUS BLAUM<sup>1</sup>, KIM BRÜCK<sup>1</sup>, CHRISTOPHER GEPPERT<sup>2</sup>, TINA GOTTWALD<sup>1</sup>, WILFRIED NÖRTERS-HÄUSER<sup>2</sup>, KATJA WIES<sup>1</sup> und KLAUS WENDT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz — <sup>2</sup>Institut für Kernchemie, Universität Mainz, 55099 Mainz

Die LIST (Laser Ion Source and Trap) ist eine Kombination aus konventioneller Resonanzionisations - Laserionenquelle (RILIS) und linearer Paulfalle. Ziel der Entwicklung dieser neuartigen Laserionenquelle ist es, on-line Massenseparatoren wie beispielsweise ISOLDE/CERN

eine Quelle für isobarenreine Ionenstrahlen seltener Radionuklide zur Verfügung zu stellen. Nach umfangreichen Simulationsstudien und Vorarbeiten konnten zwei Prototypen der LIST entwickelt, gebaut und im Experiment hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit charakterisiert werden. Es werden die Ergebnisse dieser Messungen vorgestellt und im Hinblick auf die bevorstehende Adaption der LIST an das Frontend des ISOLDE Massenseparators und den geplanten on-line Einsatz der Falle diskutiert.

MS 2.7 Di 12:00 5F

**Emittanzmessung an Laserionenquellen** — •TINA GOTTWALD<sup>1</sup>, KLAUS BLAUM<sup>1</sup>, DAVID LUNNEY<sup>2</sup>, FABIO SCHWELLNUS<sup>1</sup>, KATJA WIES<sup>1</sup> und KLAUS WENDT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Universität Mainz, D-55099 Mainz — <sup>2</sup>CSNSM, Université de Paris Sud, F-91405 Orsay

In der AG Larissa an der Universität Mainz wird eine neuartige Laserionenquelle LIST (Laser Ion Source and Trap) entwickelt. Diese stellt eine Erweiterung einer konventionellen Resonanzionisations-Laserionenquelle (RILIS) dar, wie sie zur Online-Produktion von exotischen Radioisotopen verwendet wird. Sie kombiniert einen radialen Einschluss der Laserionen durch Radiofrequenz-Quadrupolfelder mit überlagerten, teilweise schnell geschalteten axialen Gleichspannungspotentialen. Eine Kühlung der gespeicherten Ionen erfolgt mittels Puffergas. Die LIST hat ihre prinzipielle Einsatzfähigkeit im Experiment bewiesen. Um die Eigenschaften der erzeugten Ionenstrahlen genauer zu spezifizieren, werden Messungen der Emittanz im Vergleich zu Oberflächen- und konventionellen Laserionenquellen vorgenommen. Dazu wird ein von der Université de Paris Sud zur Verfügung gestelltes Emittanzmeter verwendet.