

Fachverband Massenspektrometrie (MS)

Hans-Arno Synal
 PSI/ETH Institut für Ionenstrahlphysik
 ETH Hönggerberg
 Schafmattstr. 20
 8093 Zürich
 SCHWEIZ
 synal@phys.ethz.ch

Übersicht der Plenar-, Hauptvorträge und Fachsitzungen

(Hörsaal 5F, Poster A)

Plenarvortrag

PV IX Do 10:30–11:15 3A **Gefangen und gekühlt: neue Entwicklungen und Anwendungen der Massenspektrometrie** — ●H.-JÜRGEN KLUGE

Hauptvorträge

MS 1.1 Mo 14:00–14:30 5F **Multireflexions-Flugzeitmassenspektrometrie** — ●WOLFGANG PLASS, TIMO DICKEL, ULRICH CZOK, HANS GEISSEL, CHRISTIAN JESCH, MARTIN PETRICK, CHRISTOPH SCHEIDENBERGER

MS 3.1 Di 14:00–14:30 5F **Gasionisationszähler für AMS - wo ist noch Potenzial für Verbesserungen** — ●MARTIN SUTER, MAX DÖBELI, ARNOLD MÜLLER, MARTIN STOCKER, HANS-ARNO SYNAL

MS 6.1 Mi 14:00–14:30 5F **Proton-Neutron Interactions in Terms of Double Differences of Binding Energies : Relation to New Mass Measurements** — ●BURCU CAKIRLI

Fachsitzungen

MS 1.1–1.6	Mo	14:00–15:45	5F	Massenspektrometrische Verfahren und neue Anwendungen
MS 2.1–2.7	Di	10:30–12:15	5F	Laser-Massenspektrometrie und Laser-Ionenquellen
MS 3.1–3.7	Di	14:00–16:00	5F	Neue Entwicklungen in der AMS
MS 4.1–4.7	Di	16:30–18:15	5F	Neue Trends und Anwendungen in der AMS
MS 5.1–5.4	Mi	11:30–12:30	5F	Ionenfallen und Cluster
MS 6.1–6.7	Mi	14:00–16:00	5F	Präzisionsmassenspektrometrie und Ionenfallen
MS 7.1–7.8	Mi	16:30–18:30	Poster A	Poster

Mitgliederversammlung des Fachverbands Massenspektrometrie

Dienstag 12:30–13:00 5F

- Bericht des Fachverbandsleiters
- Tagungen
- Allfälliges

MS 1: Massenspektrometrische Verfahren und neue Anwendungen

Zeit: Montag 14:00–15:45

Raum: 5F

Hauptvortrag

MS 1.1 Mo 14:00 5F

Multireflexions-Flugzeitmassenspektrometrie — ●WOLFGANG PLASS¹, TIMO DICKEL¹, ULRICH CZOK¹, HANS GEISSEL^{1,2}, CHRISTIAN JESCH^{1,2}, MARTIN PETRICK¹ und CHRISTOPH SCHEIDENBERGER^{1,2} — ¹II. Physikalisches Institut, Justus-Liebig-Universität Gießen — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt

Mit Hilfe von Multireflexions-Flugzeitmassenspektrometern, bei denen die Flugstrecke mehrfach durchlaufen wird, ist es möglich, ein Massenauflösungsvermögen von 100000 und mehr zu erreichen und somit die meisten kurzlebigen isobaren Nuklide zu trennen. Insbesondere können solche Instrumente für Präzisionsmassenmessungen an exotischen Kernen mit einer Halbwertszeit von einer Millisekunde oder mehr und als hochauflösende Massenseparatoren eingesetzt werden.

Zu diesem Zweck wurde ein Flugzeitmassenspektrometer simuliert, entwickelt und aufgebaut. In einer ersten Testversion besteht es aus einer Elektronenstoßionenquelle, zwei elektrostatischen Reflektoren und einem Mikrokanalplattendetektor. Obwohl die Ionen in der Ionenquelle zur Zeit nicht gekühlt werden, wurde ein Massenaufklärungsvermögen von bis zu 70000 erzielt; die ionenoptisch bedingte Transmissionseffizienz beträgt etwa 70%. Für den Einsatz als Isobarenseparator wurde ein Bradbury-Nielsen-Gate an das Massenspektrometer gekoppelt und erfolgreich erprobt.

Zur Zeit wird basierend auf dem Testinstrument ein Gesamtsystem aufgebaut, das einen RF-Massenfilter und eine Kühlerfalle mit einschließt und für den Einsatz an Beschleunigeranlagen wie der GSI Darmstadt vorgesehen ist.

MS 1.2 Mo 14:30 5F

Einfluss der chemischen Umgebung auf die durch Ionenbeschuss induzierte Emission atomarer Sekundärneutralteilchen — ●JAN MÜNCHEN, GUIDO VERING und HEINRICH ARLINGHAUS — Physikalisches Institut, Universität Münster, 48149 Münster, Germany

Die chemische Umgebung eines betrachteten Elementes beeinflusst in erheblichem Umfang sowohl den Ladungszustand, neutral oder intrinsisch ionisiert, der beim Ionenbeschuss von Festkörpereoberflächen freigesetzten Sekundärteilchen als auch die atomare und molekulare Zusammensetzung des Sekundärteilchenflusses. Die neutralen Sekundärteilchen können durch die Wechselwirkung mit Photonen einer massenspektrometrischen Analyse zugänglich gemacht werden. Die Photoionisierung eines desorbierten Atoms kann, abhängig von der Photonenenergie, entweder resonant oder nichtresonant erfolgen. Bei Molekülen kann es zusätzlich auch zur Photofragmentierung bis hin zur Atomisierung kommen. Durch Variation der Nachionisierungsparameter kann der detektierte atomare Sekundärteilchenfluss eines Elementes bezüglich der verschiedenen Entstehungsprozesse unterschieden werden, was Rückschlüsse auf die Zusammensetzung des zerstäubten Sekundärteilchenflusses ermöglicht.

Bei der Analyse unterschiedlicher bor- und gadoliniumhaltiger Proben systeme wurden deutliche Unterschiede im Verhältnis der resonant generierten bzw. durch nicht-resonante Prozesse erzeugten Bor- bzw. Gadoliniumionen festgestellt. Dies deutet auf Photofragmentierung, der in unterschiedlichem Maß emittierten molekularen Sekundärteilchen hin.

MS 1.3 Mo 14:45 5F

Unterscheidung von Strukturisomeren über Femtosekunden-Massenspektrometrie — ●HANS GEORG BREUNIG, GUNTHER URBASCH und KARL-MICHAEL WEITZEL — Fachbereich Chemie, Universität Marburg, 35032 Marburg

Maßgeschneiderte extrem kurze Laserpulse eröffnen in der physikalische Chemie die lang erträumte Möglichkeit, den Ablauf von Elementarreaktionen und Anregungsprozessen auf mikroskopischer Ebene gezielt zu beeinflussen. Eine mögliche Anwendung geformter fs-Pulse liegt im Bereich der Analytik, in der Femtosekundenmassenspektrometrie. Hier haben erste Studien gezeigt, dass eine Unterscheidung von Molekülen gelingt, die konventionell massenspektrometrisch, z.B. mit EI-MS, nicht möglich ist. In diesem Beitrag beschreiben wir Teststudien an Strukturisomeren des Xylois (o-, m-, p-), in denen fs Laserpulse eingesetzt werden, die mit Hilfe eines Pulsformers (pulse shaper) basierend auf einer Flüssigkristallmaske (LCD) manipuliert wurden. Wir zeigen, daß die Unterscheidung von Strukturisomeren mit Hilfe geform-

ter fs-Laserpulse über ein charakteristisches Massenspektrum möglich ist. Dabei wird die Form der im Experiment verwendeten Laserpulse einerseits systematisch variiert, z.B. durch Aufprägung eines linearen chirps. Andererseits werden auch selbstlernende Optimierungsverfahren über Rückkopplungsmechanismen (genetischer Algorithmus) eingesetzt, die es ermöglichen, den für eine konkrete Fragestellung optimalen Laserpuls direkt aus dem Experiment abzuleiten.

MS 1.4 Mo 15:00 5F

Massenspektrometrie unter Verwendung von VUV-Excimerlampen zur Einphotonenionisation gekoppelt mit Thermoanalyse — ●MOHAMMAD REZA SARAJI-BOZORGZAD¹, ROBERT GEISSLER¹, FABIAN MÜHLBERGER¹, STREIBEL THORSTEN² und RALF ZIMMERMANN^{1,2,3} — ¹GSF-Forschungszentrum, Neuherberg — ²Universität Augsburg — ³BIFA, Augsburg

In vielen Bereichen der Materialforschung und der industriellen Prozesskontrolle dient die Thermische Analyse heute zur Charakterisierung von temperaturabhängigen Stoffeigenschaften. Die Kopplung von Massenspektrometrie (MS) als schnelle Online-Gasanalyse-Methode mit Thermoanalyse (TA) hat sich dabei als analytisches Verfahren etabliert.

Um Verbindungen aus einem komplexen Gasmisch mit einem Massenspektrometer online erfassen zu können, dürfen die Zielverbindungen durch den Ionisationsschritt möglichst nicht fragmentiert werden. Die fast ausschließlich benutzte Elektronenstoß-Ionisation (EI) in den schon verfügbaren Messvorrichtungen stellt bei der online-Analyse organischer Stoffe eine beträchtliche Einschränkung dar, da die Fragmentierung der organischen Moleküle eine Identifizierung originärer Produkte praktisch unmöglich macht. Zum Identifizieren der Moleküle ist daher ein weiches Ionisationsverfahren wie die Single Photon Ionisation (SPI) unverzichtbar. In dem Beitrag wird über die Kopplung eines TA-Systems mittels einer geheizten Transferkapillare an ein SPI-QMS-System berichtet. Als Photonenquelle kam hierbei eine elektronenstrahlgepumpte VUV-Excimer-Lampe zum Einsatz.

MS 1.5 Mo 15:15 5F

Kombinierte Anwendung von online-Einzelpartikel-Lasermassenspektrometrie und turbulenten Windmessungen in der Mikrometeorologie — ●ELMAR GELHAUSEN¹, KLAUS-PETER HINZ¹, BERNHARD SPENGLER¹, ANDRES SCHMIDT² und OTTO KLEMM² — ¹Institut für Anorganische und Analytische Chemie, Universität Giessen — ²Institut für Landschaftsökologie - AG Klimatologie, Universität Münster

Das mobile, bipolare online-Lasermassenspektrometer 'LAMPAS 2' gestattet die chemische und physikalische Charakterisierung individueller, luftgetragener Partikel im Mikro- und Nanometer-Bereich. Zukünftig ist geplant, dieses System mit mikrometeorologischen Analysemethoden zu kombinieren, um die partikelbezogenen Austauschprozesse zwischen der Erdoberfläche und der atmosphärischen Grenzschicht besser charakterisieren zu können.

In ersten Versuchen wurden dazu parallel massenspektrometrische Partikelmessungen mit 'LAMPAS 2' und Windvektormessungen mittels eines Ultraschall-Anemometers durchgeführt. Ziel dieser Messung ist es, die erhaltenen Wind- und Partikel Daten zeitlich zu korrelieren und erste Rückschlüsse auf die Deposition und Exposition der Partikel im Bezug zur vertikalen Windrichtung zu ziehen. Die erhaltenen Messdaten werden vorgestellt und erste Ergebnisse diskutiert.

MS 1.6 Mo 15:30 5F

Einfluss unterschiedlicher Laserparameter auf die Photofragmentierung zerstäubter organischer Moleküle bei der Laser-SNMS-Analyse — ●SEBASTIAN GALLA, STEFFEN DAMBACH und HEINRICH ARLINGHAUS — Physikalisches Institut, Universität Münster, 48149 Münster, Germany

Das Verfahren der Laser-SNMS ist eine massenspektrometrische Analyse methode um atomare und molekulare Neutralteilchen zu charakterisieren, die durch Primärionenbeschuss von einer Festkörperoberfläche generiert und mit Laserpulsen nachionisiert werden. Nichtresonante Ionisierungsschemata ermöglichen es, neutrale Teilchen unterschiedlicher Spezies in einem Analysezyklus zu ionisieren. Bei der Nachionisierung komplexer Moleküle muss neben der Ionisierungsausbeute der als Konkurrenz anzusehende Fragmentierungsprozess betrachtet

werden. Dabei können unterschiedliche Laserparameter, wie die eingestellte Wellenlänge und Bestrahlungsstärke einen großen Einfluss auf das Verhältnis zwischen Photoionisierung/-Fragmentierung haben. Um den Ionisierungs- und Fragmentierungsprozess desorbierter Moleküle charakterisieren zu können, wurden als Modellsysteme unterschiedli-

che Carbonsäuren ausgewählt, die als selbstorganisierende Schichten auf Silberoberflächen präpariert wurden. Die Untersuchungen der photoinduzierten Prozesse erfolgte mit zwei Excimer-Lasersystemen bei Wellenlängen von 157 nm und 193 nm unter Variation der Bestrahlungsstärke im Bereich von $10^6 - 10^{10}$ W/cm².

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 BACKE¹, TILL KOLB¹, ●PETER KUNZ¹, WERNER LAUTH¹, MUSTAFA LAATIAOUI², MICHAEL SEWITZ², DIETER ACKERMANN³, MICHAEL BLOCK³, FRANK HERFURTH³, FRITZ HESSBERGER³, SIGURD HOFMANN³ und HEINZ-JÜRGEN KLUGE³ — ¹Institut für Kernphysik, Universität Mainz, D-55099 Mainz — ²Department für Physik, Ludwig-Maximilians-Universität München, D-85748 Garching — ³Gesellschaft 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 α -Zerfalls der Fusionsprodukte, die in elektrischen Feldern auf einen abseits vom Filament positionierten α -Detektor transportiert werden. Das Verfahren wurde an Hand der Spektroskopie am α -aktiven ¹⁵⁵Yb ($t_{1/2} = 1.75$ s) entwickelt, das über die ¹⁰⁷Ag(⁵²Cr,p3n)¹⁵⁵Yb Reaktion erzeugt wurde. Gefördert durch BMBF(06MZ1691).

MS 2.2 Di 10:45 5F

Hochselektiver Isotopennachweis von Uran 236 mittels diodenbasiertem HR-RIMS — ●SEBASTIAN RAEDER¹, BRUCE BUSHAW², NORBERT TRAUTMANN³, JENS-VOLKER KRATZ³ und KLAUS WENDT¹ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz — ²Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA, USA — ³Institut für Kernchemie, Universität Mainz, 55099 Mainz

Das langlebige Spurenisotop ²³⁶U entsteht durch Neutroneneinfang aus ²³⁵U 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 ²³⁶U/²³⁸U 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 Jahren konnte durch die Verwendung eines neuen Anregungsschemas ein ausschliesslich auf Diodenlasern basierendes Lasersystem aufgebaut und die Isotopverschiebungen 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 Mo-

lekülen mit gleich- oder entgegengesetzt-drehenden Strukturen bestehen. Besonders interessant ist dabei die Kombination mit Massentrennung. Seit kurzem haben wir einen neuen Weg beschrrieben: die direkte Verknüpfung von Circular-Dichroismus mit Massenspektrometrie. Dies gelingt über resonante Multiphotonionisation 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-Cyclopentanone gelungen (1). Es wurden mehrere interessante Effekte gefunden, z.B. kumulativer Circular-Dichroismus. Er wird möglich, wenn z.B. (1+1+1)-Dreiphotonionisation 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 ²⁶Al — ●CHRISTOPH MATTOLAT¹, HI-DEKI TOMITA², THOMAS KESSLER³, FABIO SCHWELLNUS¹, SEBASTIAN RAEDER¹ und KLAUS WENDT¹ — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 55099 Mainz, Deutschland — ²Department of Quantum Engineering, Nagoya University, Nagoya, 464-8603, Japan — ³Department of Physics, University of Jyväskylä, 40014, Finnland

In Fusionsreaktoren wird durch hochenergetische Neutronen bei etwa 14 MeV über die Reaktion ²⁷Al(n,2n) das langlebige Radionuklid ²⁶Al gebildet. Der Nachweis des Isotopenverhältnisses ²⁶Al/²⁷Al 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 verdreifacht. 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 isobarenselektiven on-line - Laserionenquellen — ●CHRISTIAN OHLERT¹, TINA GOTTWALD¹, CHRISTOPH MATTOLAT¹, FABIO SCHWELLNUS¹, KARL-LUDWIG KRATZ² und KLAUS WENDT¹ — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg - Universität Mainz — ²Institut 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 Elementen

te 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 SCHWELLNUS¹, KLAUS BLAUM¹, KIM BRÜCK¹, CHRISTOPHER GEPPERT², TINA GOTTWALD¹, WILFRIED NÖRTERSCHÄUSER², KATJA WIES¹ und KLAUS WENDT¹ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz — ²Institut 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 GOTTWALD¹, KLAUS BLAUM¹, DAVID LUNNEY², FABIO SCHWELLNUS¹, KATJA WIES¹ und KLAUS WENDT¹ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, D-55099 Mainz — ²CSNSM, 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.

MS 3: Neue Entwicklungen in der AMS

Zeit: Dienstag 14:00–16:00

Raum: 5F

Hauptvortrag

MS 3.1 Di 14:00 5F

Gasionisationszähler für AMS - wo ist noch Potenzial für Verbesserungen — ●MARTIN SUTER¹, MAX DÖBELI², ARNOLD MÜLLER¹, MARTIN STOCKER¹ und HANS-ARNO SYNAL² — ¹IPP, ETHZ, CH-8093 Zürich — ²PSI/ETH c/o ETHZ, CH-8093 Zürich

In den letzten Jahren sind in der Beschleunigermassenspektrometrie enorme Fortschritte bei der Teilchenidentifikation mit Ionisationszählern gemacht worden. Dünne homogene Eintrittsfenster, gekühlte Vorverstärker und eine geeignete Geometrie haben es ermöglicht bei tiefen Energien die Energieauflösung und die Teilchenidentifikation wesentlich zu verbessern. Es stellt sich nun die Frage, ob weitere Verbesserungen möglich sind? Diese Frage kann nur beantwortet werden, wenn die Funktionsweise der Detektoren besser verstanden wird.

Zu diesem Zwecke sind an unserem Labor systematische Untersuchungen der Signalform im Gange. Die Daten geben Information über Elektron- und Ionendriftgeschwindigkeiten in Gasen, Ladungssammlung, Wirksamkeit der Abschirmung des Frischgitters und eventuelle Störprozesse, welche die Energieauflösung beeinträchtigen. Das Ziel dieser Messungen ist es auch optimale Prozeduren für digitale Impulsanalysen zu finden, ähnlich wie sie beispielsweise für Röntgendetektoren und Gamma-Detektoren bereits erfolgreich eingesetzt werden. Im Speziellen werden Möglichkeiten gesucht, um Ereignisse zu identifizieren, bei denen die Signale durch Streuprozesse verfälscht werden. Der Stand dieser Forschung wird zusammengefasst und an Beispielen illustriert.

MS 3.2 Di 14:30 5F

The new French 5 MV AMS facility: ASTERisques — ●DIDIER BOURLÈS, MAURICE ARNOLD, GEORGES AUMAÎTRE, RÉGIS BRAUCHER, FREDÉRIC CHAUVET, and SILKE MERCHEL — CEREGE, CNRS-IRD-Université Aix-Marseille, F-13454 Aix-en-Provence, France

A new 5 MV accelerator mass spectrometry (AMS) system, developed by HVE, has been installed at CEREGE.

Ions are extracted from a hybrid ion source which can handle gaseous and solid samples. On the low-energy side the ions are separated by an energy-analyser, a 54° electrostatic deflector, and a mass-analyser, a 90° magnet, equipped with a fast-bouncing system. The tandem accelerator [1] contains a gas stripper and active stripper gas regulation. On the high-energy side, a 90° analysing magnet is followed by Faraday cups for stable isotope measurements. The rare isotopes are detected by a 4-anode gas ionization chamber after passing through an absorber foil, a 35° electrostatic deflector and a 30° vertical analysing magnet for further background reduction.

The system is fully dedicated to applied research. We will mainly measure long-lived (half-life > 100000 a) cosmogenic radionuclides iso-

lated from geological and environmental samples. The determination of e.g. Be-10, Al-26, Cl-36 in bed rock, sediments and ice cores will help to reconstruct climatic changes, seismic activities, volcano eruptions and rock falls in the past [2]. Understanding past events will enable us to better predict such events in the future.

[1] A. Gottdang et al., NIMB 190 (2002) 177. [2] J.C. Gosse and F.M. Phillips, Quat. Sci. Rev. 20 (2001) 1475.

MS 3.3 Di 14:45 5F

Ein neues 14C-AMS System für biomedizinische Anwendungen — ●TIM SCHULZE-KÖNIG¹, LUKAS WACKER², MATTHIAS RUFF³, HANS-ARNO SYNAL¹ und MARTIN SUTER² — ¹PSI/ETH c/o ETHZ, CH-8093 Zürich — ²IPP, ETHZ, CH-8093 Zürich — ³IAC, Universität Bern, CH-3012 Bern

Ähnlich wie man Radioisotope als Tracer in der Umweltforschung verwenden kann, können sie ebenfalls genutzt werden, um Spuren im menschlichen Körper zu legen. Dazu wird dem Probanden ein mit dem Radiotracer angereichertes Präparat verabreicht. Anschließend verfolgt man die Ausbreitung des Tracers im Körper, indem man das Tracervorkommen in Körperausscheidungsstoffen (Atemluft, Urin, Fäzes) misst. Die derart gewonnene Information kann beispielsweise dazu dienen, den Metabolismus besser zu verstehen, oder aber die Ausbreitung eines Medikamentes oder Nahrungsergänzungsmittels im Körper zu bestimmen. Von besonderer Bedeutung ist hier ¹⁴C. Auch wenn die zu erwartenden Konzentration des Radionuklids über dem natürlichen Niveau liegen, ist für deren Nachweis die AMS die Methode der Wahl. Die Anforderungen an ein geeignetes Nachweissystem unterscheiden sich jedoch stark von denen, die an ein konventionelles AMS Datierungssystem gestellt werden. In diesem Beitrag wird ein neues AMS-System vorgestellt, das auf die speziellen Bedürfnisse von biomedizinischen ¹⁴C-AMS Anwendungen optimiert ist.

MS 3.4 Di 15:00 5F

Cl-36 exposure dating with a 3-MV tandem — ●PETER STEIER¹, OLIVER FORSTNER¹, ROBIN GOLSER¹, WALTER KUTSCHERA¹, SILKE MERCHEL², TOBIAS ORLOWSKI¹, ALFRED PRILLER¹, CHRISTOF VOCKENHUBER³, and ANTON WALLNER¹ — ¹VERA Laboratory, Faculty of Physics, Universität Wien, Vienna, Austria — ²Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement (CEREGE), Aix En Provence, France — ³TRIUMF Laboratory, Vancouver, B.C., Canada

We have developed a method to detect ³⁶Cl at natural isotopic concentrations with a 3-MV tandem AMS (Accelerator Mass Spectrometry) system. Several techniques were compared to distinguish ³⁶Cl from (stable) ³⁶S ions based on their different energy loss in matter. The best results were obtained by separating the ions in an optimized ionization chamber (developed at the ETH/PSI, Zürich, Switzerland)

with a split anode providing, providing a relative suppression of ^{36}S of 30000. This resulted in a measurement with a sulfur-induced background for $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ of 3×10^{-14} . Further improvements are expected.

First measurements on exposure dating samples were performed for sites in Italy and Iran, already dated by other laboratories, in the 10^5 and 10^6 atoms $\text{Cl-36}/\text{g}$ rock range, respectively. We observe a good general agreement, but a yet unexplained systematic offset of 25% of our results. These first measurements demonstrate that also 3-MV tandems, constituting the majority of dedicated AMS facilities, are capable of ^{36}Cl exposure dating, which is presently the domain of larger facilities.

MS 3.5 Di 15:15 5F

Protactinium-231, ein neues Radionuklid für AMS — ●MARCUS CHRISTL¹, LUKAS WACKER¹, JÖRG LIPPOLD² und MARTIN SUTER¹ — ¹Institut für Teilchenphysik, ETH-Zürich — ²Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Heidelberg

Das Aktinid Protactinium-231 ($T_{1/2} = 32\,600$ a) wurde am Labor für Ionenstrahlphysik des PSI und der ETH-Zürich erstmals mit einem AMS-System gemessen. Als Tochternuklid von Uran-235 eignet sich Pa-231 als Werkzeug zur Uranreihendatierung und es wird in der Paläoozeanographie als Tracer zur Rekonstruktion der Ozeanzirkulation verwendet. Da Pa in der Natur monoisotopisch vorkommt muss den Proben vor der chemischen Aufbereitung und Separation von Pa künstlich erzeugtes Pa-233 ($T_{1/2} = 27$ d) zugegeben werden. Die Pa-231 bzw. Pa-233 Zählraten werden abwechselnd (fast switching) im Gasionisationsdetektor gemessen.

Erste Ergebnisse aus Standard-Verdünnungsreihen zeigen, dass es mit dem kompakten 0.6 MV-AMS-System TANDY des PSI/ETH-Zürich derzeit möglich ist Pa-231-Mengen von wenigen femtogramm (10^7 At) zu bestimmen. In Kooperation mit der Universität Heidelberg wurden erste Messungen von Pa-231 an marinen Sedimenten, Höhlenstalagmiten und Korallen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass typische Pa-231-Konzentrationen im Bereich von 0.5 - 5 pg/g (10^6 - 10^7 g/g) mit einem Fehler von etwa 3% bestimmt werden können. Die Präzision dieser Messungen beträgt etwa 1%. Die Nachweisgrenze ist momentan limitiert durch den Laborblank von etwa 5 - 30 fg.

MS 3.6 Di 15:30 5F

^{10}Be Messungen mit 600 kV Maschine - Status — ●ARNOLD MÜLLER¹, MAX DÖBELI², MARTIN SUTER¹ und HANS-ARNO SYNAL² — ¹IPP, ETHZ, CH-8093 Zürich — ²PSI/ETH c/o ETHZ, CH-8093 Zürich

Seit einigen Jahren wurde die Möglichkeit der ^{10}Be Messung an kleinen Maschinen (< 1 MV) untersucht. Das Hauptproblem der ^{10}Be Messung besteht aus einem ^{10}B und ^9BeH Untergrund. Da dieser Untergrund auch das Massenspektrometer passiert, muss die Trennung des ^{10}Be vom ^{10}B und vom Molekül ^9BeH im Detektor (ΔE - E_{res} Gasionisationszähler) geschehen. Dies ist eine Frage der Detektorauflösung. Durch Verbesserungen an der Elektronik (Verbesserung um Faktor 2) konnte die Gesamtauflösung um weitere 10% verbessert werden für ^{10}Be bei 750keV. Weiter wurde die Detektorauflösung und deren Beiträge für ^{10}Be als Funktion der Energie untersucht.

Grundsätzlich stehen zwei Methoden für die Be Messung zur Verfügung; die BeF und die BeO Methode. Da BF instabil ist, konnte durch die Verwendung von BeF Strömen die ^{10}B Zählrate um ca. 4-5 Größenordnungen reduziert werden im Vergleich zu den üblicherweise verwendeten BeO Proben. Spezielles Augenmerk wurde auf Proben gelegt, welche als BaBeF_4 aufbereitet wurden. Dabei untersuchte man auch inwiefern die Messung von BaBeF_4 Proben an der 600 kV Maschine konkurrenzfähig zur Messung von BeO Proben an der 6 MV Maschine ist. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Konkurrenzfähigkeit zu grossen Anlagen noch nicht erreicht wird.

MS 3.7 Di 15:45 5F

Das Jenaer ^{14}C -AMS System — ●AXEL STEINHOF, ISTVAN HEJJA, RUTH KAISER, HEIKE MACHTS und THOMAS WAGNER — MPI für Biogeochemie, Jena, Germany

Das Jenaer ^{14}C -AMS System startete den Messbetrieb im Jahr 2006. Es basiert auf einem 3-MV Tandem Beschleuniger der Firma HVEE (Niederlande). Von den beiden vorhandenen Ionenquellen wurde bislang nur die Standardquelle für Graphittargets (Modell 846B) verwendet. Die ersten Betriebserfahrungen werden dargelegt und diskutiert.

MS 4: Neue Trends und Anwendungen in der AMS

Zeit: Dienstag 16:30–18:15

Raum: 5F

MS 4.1 Di 16:30 5F

Vollautomatisierte Probenaufbereitung zur AMS-Messung — ●THOMAS UHL, ANDREAS ROTTENBACH und ANDREAS SCHARF — AMS C14-Labor Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Physikalisches Institut Abt. IV, Erwin-Rommel-Str. 1, 91058 Erlangen

Für eine AMS-Messung von organischem Material zur ^{14}C -Datierung muss die zu untersuchende Probe zu Kohlenstoff umgewandelt werden. Dies erfolgt über die Verbrennung des Probenmaterials zu CO_2 und der anschließenden heterogenen katalytischen Reduktion an Eisen. Da diese Schritte sehr zeit- und arbeitsintensiv sind, haben wir ein vollautomatisches CO_2 Speicher- und Graphitisierungssystem entwickelt. Dieser Prototyp 'T1' kann direkt an einen Elementaranalysator angeschlossen werden. Eine eigens hierfür erstellte Software kontrolliert und koordiniert die Verbrennung der Proben, die CO_2 -Speicherung und die Reduktion zu Kohlenstoff. Die mit diesem Gerät erzielten Ergebnisse und die steigende Notwendigkeit der Automatisierung bei ^{14}C -Datierungen werden erläutert.

MS 4.2 Di 16:45 5F

Halbautomatische Messungen mit einer Gasionenquelle — ●MATTHIAS RUFF^{1,2}, HEINZ GÄGGLER^{1,2}, MARTIN SUTER³, HANS-ARNO SYNAL⁴, SÖNKE SZIDAT¹ und LUKAS WACKER³ — ¹Labor für Radio- und Umweltchemie, Universität Ber, CH-3012 Bern — ²Paul Scherrer Institut (PSI), Labor für Radio- und Umweltchemie, CH-5232 Villigen — ³Institut für Teilchenphysik (IPP), ETH Zürich, CH-8093 Zürich — ⁴PSI, c/o Institut für Teilchenphysik, ETH Zürich, CH-8093 Zürich

Im Bereich der Umweltanalytik, Glaziologie und Biomedizin wächst seit kurzer Zeit stetig der Bedarf, kleine Proben (< 50 μg) auf Radiokohlenstoff (^{14}C) zu untersuchen. Solche Messungen sind jedoch schwierig handhabbar, die Graphitisierung kleiner CO_2 Mengen kann

zu niedrigen Ausbeuten führen und Kontaminationen während der Probenaufarbeitung verschlechtern das Messresultat. Mit einer Gasionenquelle können derartige Probleme in der Probenaufarbeitung minimiert werden und die Messung ultra kleiner Proben (< 10 μg) wird möglich.

Die neueste AMS Anlage in Zürich besitzt eine Ionenquelle, mit der feste und gasförmige Proben ohne Umbau gemessen werden können. Dafür wird die gasförmige Probe, die in einer Glasampulle abgeschmolzen ist, in einem evakuierten Stahlrohr freigesetzt. Das CO_2 wird mit Helium in eine Spritze überführt und von dort via eine dünne Kapillare in die Gasionenquelle gepresst. Ein solches Gaseinlasssystem wurde am MICADAS, der kleinsten Zürcher AMS Anlage, aufgebaut und intensiv getestet. Untersuchungen zur Ionenquelle, zur Stabilität der Messungen und zum Verhalten der Blank Proben werden erörtert.

MS 4.3 Di 17:00 5F

Beschleunigermassenspektrometrie am Münchener Tandembeschleuniger — ●GEORG RUGEL¹, PANKAJ BAGHEL^{1,2}, THOMAS FAESTERMANN¹, KLAUS KNIE¹, MOUMITA MAITI¹, ASTRID MEIER¹, HISHAM NASSAR^{1,3}, GUNTHER KORSCHINEK¹, MIKHAIL POUTIVTSEV¹ und ANTON WALLNER⁴ — ¹Technische Universität München, Fakultät für Physik — ²Nuclear Science Center, New Delhi, India — ³Hebrew University of Jerusalem, Israel — ⁴VERA, Wien, Österreich

Am Münchener Tandembeschleuniger werden seit vielen Jahren höchstempfindliche Messungen von Radionukliden zwischen ^{26}Al bis ^{244}Pu durchgeführt. Die Kombination der hohen Energie des Tandembeschleunigers mit einem gasgefüllten Analysier-Magneten (GAMS) ermöglicht die Isobarentrennung in einer ortsempfindlichen Frischgitter-Ionisationskammer. Die erzielten Empfindlichkeiten von beispielsweise bis zu 10^{-16} $^{60}\text{Fe}/\text{Fe}$ ermöglichen es in vielen Gebieten einzigartige Resultate zu erzielen. Der Vortrag gibt einen Überblick über die vielfältigen Anwendungen mit Schwerpunkten in der Astro-

physik und der Geologie.

MS 4.4 Di 17:15 5F

Kalkmörtel-Datierungen am Erlanger AMS-Labor — ●ANDREAS ROTTENBACH, TUDOR COLDEA, ANDREAS SCHARF und THOMAS UHL — Universität Erlangen/Nürnberg, Physikalisches Inst. 4, AMS Labor, Erwin-Rommel-Strasse 1, 91058 Erlangen

Eine ^{14}C Datierung von Kalkmörtel ist grundsätzlich möglich, da sich gebrannter Kalk (CaO), zum Zeitpunkt der Herstellung, mit Kohlendioxid-Molekülen der Luft zu feinen Kalkkristallen verbindet. Im Rahmen einer Zulassungsarbeit am Erlanger AMS-Labor wurde die Methode von Heinemeier et al. [1] angewandt und reproduziert. Das Problem der Verunreinigung des Mörtels mit ungebranntem Kalkstein oder Karbonaten des verwendeten Sandes wurde näher anhand mehrerer Proben bekannten Alters untersucht. Die Interpretation der Ergebnisse bietet Ansätze zur Optimierung der Arbeitsschritte und des Arbeitsablaufs mit Hinblick auf eine bessere Trennung der einzelnen CO_2 -Fraktionen. Das Prinzip der Methode und eine Darstellung der Ergebnisse wird im Vortrag ausführlich dargelegt.

Literatur: [1] Jan Heinemeier, Högne Jungner, Alf Lindroos, Åsa Ringbom, Thorborg von Konow und Niels Rud. AMS 14C dating of lime mortar”, Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. B 123(1997): 487-495.

MS 4.5 Di 17:30 5F

The supernova-nucleosynthesis $^{40}\text{Ca}(\alpha,\gamma)^{44}\text{Ti}$ reaction — PANKAJ BAGHEL³, THOMAS FAESTERMANN¹, KLAUS KNIE¹, MOUMITA MAITI¹, ASTRID MEIER¹, ●HISHAM NASSAR^{1,2}, GUNTHER KORSCHINEK¹, MICHAEL PAUL², MIKHAIL POUTIVTSEV¹, and GEORG RUGEL¹ — ¹Technische Universität München, Fakultät für Physik — ²Hebrew University of Jerusalem, Israel — ³Nuclear Science Center, New Delhi, India

The ^{44}Ti ($t_{1/2}=59\text{y}$) nuclide is considered an important signature of core-collapse supernova (SN) nucleosynthesis and has recently been observed as live radioactivity by γ -ray astronomy from the Cas A SN remnant. We investigated in the laboratory the major ^{44}Ti production reaction, $^{40}\text{Ca}(\alpha,\gamma)^{44}\text{Ti}$ ($E_{cm}=0.6\text{-}1.2\text{ MeV/u}$) by off-line counting of ^{44}Ti nuclei using accelerator mass spectrometry. The observed yield is significantly higher than inferred from other experiments. The derived astrophysical rate of this reaction is a factor 5-10 higher than calculated in current models. The yields calculated by multi-dimensional SN explosion calculations proposed to explain the observed ^{44}Ti yield of Cas A, in which parts of deeper layers can be ejected while some of the outer layers fall back, are expected to be enhanced in ^{44}Ti as well. The nucleosynthesis $^{40}\text{Ca}(\alpha,\gamma)^{44}\text{Ti}$ reaction will be studied also using the MP tandem accelerator in the Technical University of Munich (TUM). In this experiment, the reaction will be performed in finer steps to determine high productive energy regions in the relevant astrophysical energy regime. Preliminary results will be presented. In addition, a comparison of the different measurements in different laboratories will be discussed.

MS 4.6 Di 17:45 5F

Iod-129 in der Nordsee — ●LÜBBER TOSCH — Lübbert Tosch, Zentrum für Strahlenschutz und Radioökologie, Uni Hannover, Herrenhäuser Str. 2, 30149 Hannover — Rolf Michel, Zentrum für Strahlenschutz und Radioökologie, Uni Hannover, Herrenhäuser Str. 2, 30149 Hannover

Durch anthropogene Freisetzen wurde das Vorkommen des langlebigen Radionuklids Iod-129 ($T_{1/2} = 15.7\text{ Ma}$) nachhaltig verändert. Der Anstieg der ^{129}I -Gehalte führt zu einem erheblichen Ungleichgewicht von Iod-127 und Iod-129 zwischen den Kompartimenten. Natürliches ^{129}I entsteht durch Spontanspaltung von ^{238}U und durch Spaltungsreaktionen von Xenon mit kosmischer Strahlung. Anthropogenes Iod-129 wird bei der neutroneninduzierten Spaltung von ^{235}U und ^{239}Pu gebildet und bei oberirdischen Kernwaffentests und besonders von den Wiederaufarbeitungsanlagen in die Umwelt freigesetzt. Es wird über Ergebnisse einer systematischen Beprobung der Nordsee und des Ärmelkanals in bezug auf ^{129}I in Meerwasser berichtet, die zeigen, wie sich die Emissionen aus La Hague verfolgen lassen. Das pränukeare Isotopenverhältnis von $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ liegt bei etwa 10^{-12} , durch anthropogene Einflüsse in der Nordsee wurde das Isotopenverhältnis zu Größenordnungen von bis zu 10^{-6} verschoben. Die Isotopenverhältnisse $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ wurden mittels Beschleunigermassenspektrometrie (AMS) an dem PSI/ETH Labor für Ionenstrahlphysik in Zürich bestimmt, die Iod-127-Gehalte wurden mit Hilfe der ICP-MS ermittelt.

MS 4.7 Di 18:00 5F

Electron Affinity Measurements on Fluorides of Hf and W — ●CHRISTOPH DIEHL¹, ANTON LINDAHL², PONTUS ANDERSSON², OLIVER FORSTNER³, ROBIN GOLSER³, DAG HANSTORP², FABIO SCHWELLNUS¹, and KLAUS WENDT¹ — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg Universität Mainz, D-55099 Mainz — ²Department of Physics, Göteborg University, SE-412 96 Göteborg — ³Institut für Isotopenforschung und Kernphysik, VERA-Laboratorium, Universität Wien, Währinger Strasse 17, A-1090 Wien

^{182}Hf is an ultratrace isotope with a half-life of 9 million years, which is produced e.g. in supernovae. Determination of the abundance of ^{182}Hf in geological samples gives insight into the history of nearby supernovae events within the last ≈ 30 million years. At the VERA AMS facility in Vienna first studies on this topic were carried out and upper limits for the ratio $^{182}\text{Hf}/^{180}\text{Hf}$ in deep sea sediments were reported [1]. For further studies it is necessary to improve isobaric selectivity of the tandem accelerator AMS system used. As Hf negative ions are unstable, AMS utilizes HfF_x molecules and a significant background of WF_x has to be suppressed. Laser photodetachment of WF_x^- , leaving the HfF_x^- , unaffected seems to be a promising possibility for that step. For preparation investigations of the so far unknown electron affinities of the fluorides of Hf and W are under way at the Göteborg University Negative Ion Beam apparatus. Collinear laser ion beam photodetachment is used to determine the photodetachment threshold. First results and future improvements of the apparatus are discussed.

[1] Vockenhuber et al., New Astr. Rev. 48, I 1-4, 161 (2004)

MS 5: Ionenfallen und Cluster

Zeit: Mittwoch 11:30–12:30

Raum: 5F

MS 5.1 Mi 11:30 5F

Simultaneous Monitoring of the Radial Modes of the Ion Motion and their Manipulation in Penning traps by FT-ICR MS — ●MARTIN BREITENFELDT¹, FALK ZIEGLER¹, ALEXANDER HERLERT², GERRIT MARX¹, and LUTZ SCHWEIKHARD¹ — ¹Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Domstr. 10a, D-17487 Greifswald — ²Physics Department, CERN, CH-1211 Geneva 23

It is demonstrated how FT-ICR MS can be used to monitor both the coherent magnetron motion and the cyclotron motion of ions stored in a Penning trap. By repeated measurements of the ICR signal intensity at the magnetron frequency, ν_- , and the reduced cyclotron frequency, ν_+ , the manipulation of the ion motion by dipolar, quadrupolar, and octupolar excitation has been followed. In particular, the conversion between the magnetron and the cyclotron motion by quadrupolar and octupolar excitation at the corresponding resonance frequencies $\nu_c = \nu_+ + \nu_-$ and $2\nu_c$, respectively, after a preceding dipolar excitation of the magnetron motion, has been observed by detection of both

the magnetron and the cyclotron signal. In the case of octupolar excitation this is the first experiment where the resonance is monitored via a signal directly related to the magnetron motion. Moreover, it is demonstrated that FT-ICR MS allows the simultaneous monitoring of the excitation effect on both the cyclotron and the magnetron motion.

MS 5.2 Mi 11:45 5F

Photoaktivierung mehrfach negativ geladener Aluminiumcluster — NOELLE WALSH, ●FRANKLIN MARTINEZ, FALK ZIEGLER, GERRIT MARX und LUTZ SCHWEIKHARD — Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt Universität, 17487 Greifswald, Deutschland

Mehrfach negativ geladene Aluminiumclusterionen Al_n^{2-} und Al_n^{3-} werden in einer Penningfalle erzeugt und gespeichert. Nach Clustergößenselektion werden sie mit einem gepulsten Laser angeregt. Als Zerfallskanäle kommen verschiedene Reaktionen in Betracht, wie zum Beispiel die Abgabe von Elektronen. Dabei bleiben die geladenen Zerfallsprodukte in der Penningfalle gespeichert und können

mittels Flugzeitmassenspektrometrie nachgewiesen werden. Verzögerte Zerfälle können in einem Zeitfenster zwischen 10 Mikrosekunden und 100 Millisekunden untersucht werden.

MS 5.3 Mi 12:00 5F

Collision-induced fragmentation of free sulfur clusters — ●TIBERIU ARION¹, ROMAN FLESCH¹, THOMAS SCHLATHÖLTER², FRESIA ALVARADO², RONNIE HOEKSTRA², REINHARD MORGENSTERN², and ECKART RÜHL¹ — ¹Institut für Chemie und Biochemie, Freie Universität Berlin, Takustr. 3, 14195 Berlin, Germany — ²Kernfysisch Versneller Instituut, Zernikelaan 25, 9747 AA Groningen, The Netherlands

Fragmentation of multiply charged sulfur clusters is investigated by multicoincidence spectroscopy. The experiments are carried out at the electron cyclotron resonance source at the KVI Groningen, where beams of Xe^{q+} ($q = 5, 10, 15, 20$) are produced. The Xe^{q+} - ions are accelerated to kinetic energies of 8-10 x q keV and collided with the free sulfur clusters. Variable size sulfur clusters are prepared in a two stage oven source, where the temperature of the oven is used to adjust the cluster size. Most experiments were performed using molecular sulfur (S_8). Ion-ion-coincidence as well as mass spectra were recorded. S^+/S^{n+} ($n = 1 - 6$) coincidences are observed as a result of collisions with highly charged projectiles. Moreover, coincidences between

singly charged atoms or clusters, such as S^+/S_2^+ , or S_2^+/S_3^+ are found preferentially in collisions with ions of lower charge, such as Xe^{Z+} ($Z > 5$). Possible mechanisms of cluster fragmentation are discussed. The results are compared to earlier experiments on core excited sulfur clusters.

MS 5.4 Mi 12:15 5F

Capture and investigation of cluster ions in an open Paul trap — ●HAGEN RITTER, MARTIN ARNDT, GERRIT MARX, and LUTZ SCHWEIKHARD — Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Domstr. 10a, 17489 Greifswald

An open Paul trap is used for the investigation of stored cluster ions. The trap consists of two pairs of electrodes arranged in two planes mounted opposite to each other. Simulations were performed to determine the best design for the realisation of a quadrupolar field between the two planes. As part of an ion-trap system, bunched cluster ions coming from a linear Paul trap are captured in the open Paul trap, stored and investigated. The mass spectra are obtained by time-of-flight mass spectrometry. The design allows 360° radial access to the trap volume and different options for manipulation of the stored cluster ions. The experimental setup is intended to serve as a device for research on metal-cluster ions as part of the collaborative research center SFB 652.

MS 6: Präzisionsmassenspektrometrie und Ionenfallen

Zeit: Mittwoch 14:00–16:00

Raum: 5F

Hauptvortrag

MS 6.1 Mi 14:00 5F

Proton-Neutron Interactions in Terms of Double Differences of Binding Energies : Relation to New Mass Measurements — ●BURCU ÇAKIRLI — Nukleer Fizik Anabilim Dalı, Istanbul Universitesi

Proton - neutron interactions determine structural evolution with N and Z including the onset of collectivity, deformation, and phase transitions. We have extracted the interaction of the last proton (p) and the last neutron (n), called δV_{pn} , from a specific double difference of binding energies using the new mass tabulation [1]. The results are especially revealing for self-conjugate nuclei and in regions of strong shell closures in heavy nuclei. For example in the Pb region, δV_{pn} values are interpreted using overlaps of shell model orbits, which are large when both protons and neutrons are in similar orbits, and small when they are not. Moreover, a relation between p-n interactions and growth rates of collectivity in terms of particle-particle (or hole-hole) and particle-hole regions was found. Finally, nuclear masses were calculated using nuclear density functional theory for even-even nuclei over the entire nuclear chart. δV_{pn} values were predicted and showed excellent agreement with the empirical results. Using these calculations in conjunction with empirical δV_{pn} values, it was shown that unknown binding energies could be predicted and some anomalies were observed. They might reflect structural effects or suggest the need for new mass measurements. These topics and related work will be discussed.

This work was supported by the U.S. DOE Grant No. DE-F602-91-ER-40609

[1] A.H. Wapstra *et al.*, Nucl. Phys. A 729, 129 (2003)

MS 6.2 Mi 14:30 5F

Raumladungseffekte in Penningfallen — ●SVEN STURM¹, MARTIN BREITENFELDT², ALEXANDER HERLERT¹, ROMAIN SAVREUX³, CHABOUH YAZIDJIAN³ und LUTZ SCHWEIKHARD² — ¹CERN, Genf — ²Inst. f. Physik, Universität Greifswald — ³GSI Darmstadt

In der Kühlerfalle des ISOLTRAP Experiments wurden bei isotopisch verunreinigten Ionenwolken mit 10.000 Teilchen Raumladungseffekte in Kühleresonanzen gemessen [1]. In dem untersuchten Parameterbereich ergibt sich eine Aufspaltung der Kühleresonanz in zwei oder mehr Einzelresonanzen. Dieser Effekt kann unter Verwendung eines einfachen Modells in der numerischen Simulation reproduziert und verstanden werden. Der Beitrag stellt die Messergebnisse sowie das verwendete Simulationsmodell und seine Auswirkungen auf die Ionenbewegung dar.

[1] L. Schweikhard *et al.* Eur. J. Mass Spectrom. 11, 457 (2005)

MS 6.3 Mi 14:45 5F

Newly developed image current detection system for high-accuracy mass measurements in a Penning trap —

●JENS KETELAER¹, KLAUS BLAUM^{1,2}, SEBASTIAN GEORGE¹, RAFAEL FERRER¹, SZILARD NAGY¹, DENNIS NEIDHERR¹, STEFAN STAHL¹, CHRISTINE WEBER¹, and COLLABORATION SHIPTRAP² — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 55099 Mainz, Germany — ²GSI Darmstadt, 64291 Darmstadt, Germany

Penning trap mass spectrometry is based on the determination of the mass related cyclotron frequency of charged particles confined in a quadrupolar electric field and a homogeneous magnetic field [1]. Ideally suited for nuclides with very low production rates but rather long half-lives is the narrow-band Fourier Transform-Ion Cyclotron Resonance (FT-ICR) detection technique. A tuned LC circuit with a high quality factor Q serves as a detector for ion-induced image currents. A new double-Penning trap mass spectrometer using this method has been recently developed and constructed for SHIPTRAP [2]. The setup is currently tested at the University of Mainz to demonstrate the required single-ion sensitivity. It consists of a cryogenic helical coil at 4.2 K with an unloaded Q -value of about 15000 and a chain of amplifiers to ensure a suitable signal-to-noise ratio. The characteristics determined so far allow for the detection of the reduced cyclotron frequency of a single ion. Some test results and the current status of the project will be presented.

[1] K. Blaum, Phys. Rep. 425, 1 (2006).

[2] C. Weber *et al.*, Eur. Phys. J. A 25, S01, 65 (2005).

MS 6.4 Mi 15:00 5F

A novel Penning trap mass spectrometer for fundamental studies — ●SEBASTIAN GEORGE^{1,2}, FRANK HERFURTH², JENS KETELAER¹, SZILARD NAGY¹, WOLFGANG QUINT², STEFAN STAHL¹, and KLAUS BLAUM^{1,2} — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 55099 Mainz, Germany — ²GSI, 64291 Darmstadt, Germany

A novel four-Penning trap system designed for mass measurements of highly charged stable and radioactive nuclides is currently planned and under construction in a GSI - University of Mainz Collaboration. High-precision mass values are required in many fields of physics. Since the required upper limit of the uncertainty differs from 10^{-7} in nuclear physics down to below 10^{-11} in metrology and for new determinations of fundamental constants, a further development of Penning trap mass spectrometers opens new applications for atomic masses in these very active fields of physics [1]. However, new cooling and detection techniques for exotic nuclei far from stability are needed to use highly charged and rarely produced specie at radioactive ion beam facilities efficiently. To this end we develop a new four-trap mass spectrometer with single-ion-sensitivity dedicated to highly charged rare isotopes delivered by the HITRAP facility at GSI. The design studies as well as the present status of the project will be presented.

[1] K. Blaum, Phys. Rep. 425, 1 (2006)

MS 6.5 Mi 15:15 5F

Trapping and Cooling of Highly Charged Ions at the HITRAP facility — ●STEPHEN KOSZUDOWSKI¹, KLAUS BLAUM², SERGEJ ELISEEV¹, OLIVER KESTER¹, HEINZ-JÜRGEN KLUGE¹, CHRISTOPHOR KOZHUHAROV¹, GIANCARLO MAERO¹, DENNIS NEIDHERR², WOLFGANG QUINT¹, STEFAN SCHWARZ³, STEFAN STAHL², and GLEB VOROBJEV¹ — ¹GSI, Planckstr. 1, 64291 Darmstadt, Germany — ²Institut für Physik, Johannes Gutenberg Universität, Staudingerweg 7, 55128 Mainz, Germany — ³NSCL/MSU, South Shaw Lane, East Lansing, MI 48824, USA

With the HITRAP facility the means are given to trap and cool heavy highly charged ions up to U92+ in order to perform experiments on atomic properties. These include collision studies, precision measurements and hyperfine spectroscopy. Within the Cooler Trap 10e5 particles will be cooled by electron and resistive cooling down to 4K. For the electron cooling electrons produced by an electron source have to be loaded and confined in the trap. Then the ions coming from the decelerator with an energy of 6keV/u are loaded into the trap. Therefore the entrance electrode needs to be switched with about 2keV in 400ns, which will be conducted by Behlke switches. In order to manipulate the electrons and ions inside of the trap, on each trap electrode a voltage of +200V maximum can be applied by special power supplies build at GSI. For the precision measurements and the in trap diagnostic different ion motions can be accessed via quadrupol or dipol excitation. We give an overview on the trapping process and the needed electronics.

MS 6.6 Mi 15:30 5F

Development and simulation of a pumping barrier for the Penning trap mass spectrometer SHIPTRAP — ●DENNIS NEIDHERR¹, KLAUS BLAUM¹, RAFAEL FERRER¹, FRANK HERFURTH², JENS KETELAER¹, and SZILARD NAGY¹ — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 55099 Mainz, Germany — ²GSI Darmstadt, 64291 Darmstadt, Germany

Penning traps are ideal tools to perform high-precision mass measurements. For this purpose the cyclotron frequency of the stored charged particles is measured. In case of short-lived radionuclides the ions get in general first prepared and cooled by buffer-gas collisions in a preparation trap to reduce their motional amplitude and are then transported to a precision trap for the cyclotron frequency determination. In the

double Penning trap mass spectrometer SHIPTRAP at GSI the traps are placed in the homogeneous region of one superconducting magnet with a distance of only 20 cm to avoid transport losses. Because the gas pressure inside the measurement trap has to be very low in order to minimize the damping of the ion motion with the rest gas molecules while the frequency determination, a pumping barrier is installed between both traps. This barrier consists of a 47 mm long channel with an inner diameter of either 1.5, 2 or 3mm. To predict the pressure difference between the two traps in the region of molecular gas flow the movement of each particle can be simulated without consideration of the other particles. Thus it is possible to calculate the transit probability through a tube of a given geometry. The results are compared with the experimentally obtained pressure differences.

MS 6.7 Mi 15:45 5F

Implementation of a sensitive, narrow-band Fourier-Transform Ion-Cyclotron-Resonance detection for short-lived radionuclides at SHIPTRAP — ●RAFAEL FERRER¹, KLAUS BLAUM^{1,2}, FRANK HERFURTH², JENS KETELAER¹, SZILARD NAGY¹, DENNIS NEIDHERR¹, CHRISTINE WEBER^{1,2}, and COLLABORATION SHIPTRAP² — ¹Johannes Gutenberg-Universität, Institut für Physik, D-55099 Mainz — ²GSI Darmstadt, D-64291 Darmstadt.

High-precision Penning trap mass spectrometry on radionuclides is so far only performed with the destructive Time-of-Flight Ion-Cyclotron-Resonance (ICR) detection method. One of the main limitations to the experimental investigation in the transuranium region as observed at SHIPTRAP [1], are the low production rates that make the destructive detection method not longer applicable. A non-destructive method with single ion sensitivity, like the narrow-band Fourier Transform-ICR technique, is then ideally suited for the identification and characterization of these superheavy species. Accordingly, a cryogenic FT-ICR Penning trap setup has been built [2] and is currently tested at the University of Mainz [3]. It consists of a cylindrical trap for isobaric cleaning with helium as buffer gas and a hyperbolically shaped trap including a narrow-band LC-circuit that will record the induced image current of a single, singly-charged ion for its mass determination. An overview of the current status of the setup as well as some test results will be presented. [1] M. Block et al., Eur.Phys. J. A. 25, S01, 49 (2005) [2] C. Weber et al., Eur. Phys. J. A. 25, S01, 65 (2005) [3] R. Ferrer et al., Eur. Phys. J. A., accepted (2006)

MS 7: Poster

Zeit: Mittwoch 16:30–18:30

Raum: Poster A

MS 7.1 Mi 16:30 Poster A

MATS - Measurements with an Advanced Trapping System at the future GSI facility FAIR — ●KLAUS BLAUM^{1,2}, FRANK HERFURTH¹, and COLLABORATION MATS¹ — ¹GSI Darmstadt, 64291 Darmstadt, Germany — ²Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 55099 Mainz, Germany

The mass and its inherent connection with the nuclear binding energy is one of the fundamental properties of a nuclide. Thus, precise mass values are important for a variety of applications, ranging from nuclear-structure studies like the investigation of shell closures, test of nuclear mass models and mass formulas, to tests of the weak interaction and of the Standard Model. The required relative precision ranges from 10⁻⁵ to below 10⁻⁸ for radionuclides, which most often have half-lives well below 1 s. Substantial progress in Penning trap mass spectrometry has made this method a prime choice for precision measurements on rare isotopes. The technique has the potential to provide high accuracy and sensitivity even for very short-lived nuclides. Furthermore, ion traps can be used and offer advantages for precision decay studies. With MATS at FAIR we aim for applying both techniques to very short-lived radionuclides: High-precision mass measurements and in-trap conversion electron and alpha spectroscopy. The experimental setup of MATS is a unique combination of an electron beam ion trap for charge breeding, ion traps for beam preparation, and a high precision Penning trap system for mass measurements and decay studies. The proposed setup and the planned experimental program will be presented.

MS 7.2 Mi 16:30 Poster A

Enantiosensitive Laser-Massenspektrometrie auf unterschiedlichen Multi-Photonen-Anregungswegen — ●CHRISTOPH LOGÉ, ALEXANDER BORNSCHLEGL und ULRICH BOESL — Technische Universität München - Department Chemie - Physikalische Chemie I - Lichtenbergstr. 4 - 85748 Garching

Optisch aktive Substanzen sind in sämtlichen Bereichen der Chemie von größter Bedeutung. Eine Unterscheidung der zwei Enantiomere einer solchen Substanz gelingt mit zirkular polarisiertem Licht. In Kombination mit Massenspektrometrie ist enantiosensitive Laser-massenspektrometrie (CD-LAMS) möglich [1]. Der maximale Wert des relativen Circular dichroismus für (R)-(+)-3-Methylcyclopentanon wurde zu 26 % festgestellt. Ursache des Effektes ist eine Aufsummierung der Einzelwerte aufeinander folgender Übergänge in einer 1+1+1-Multiphotonenionisation mit Laserlicht der Wellenlänge 324 nm. Der Einsatz verschiedener Wellenlängen (324 nm/213 nm) ermöglicht durch eine 1+1 Multiphotonenionisation einen Gewinn an Molekülonen. Vor allem bei stark fragmentierenden Verbindungen ist dies für von wesentlicher Bedeutung. Neben Einphotonenprozessen wurden auch Zweiphotonenprozesse untersucht. Diese lassen einen deutlich unterschiedlichen Circular dichroismus erwarten [2].

[1] A. Bornschlegl and U. Boesl, ChemPhysChem, 7, (10), 2006, 2085-2087.

[2] R. Li, R. Sullivan, W. Al-Basheer, R. M. Pagni and R. N. Compton, J. Chem. Phys., 125, (14), 2006.

MS 7.3 Mi 16:30 Poster A

Resonante Lasermassenspektrometrie in der Spurenanalytik - Tracermoleküle im Abgas von Verbrennungsmotoren

— ●STEFAN SELLMEIER, RARES VINTAN und ULRICH BOESL — Physikalische Chemie 1, Department Chemie der Technischen Universität München, Lichtenbergstr. 4, D-85748 Garching

Die Lasermassenspektrometrie stellt eine hervorragende analytische Methode zum Spurennachweis einzelner Stoffe in komplexen Mischungen dar. So wird sei z.B. beim Nachweis von Tracermolekülen im Abgas von Verbrennungsmotoren zur kontinuierlichen Ölverbrauchsmessung eingesetzt.[1] Als Tracermolekül wird Pyren verwendet.

Es zeigte sich allerdings, dass der häufig verwendete Tracer Pyren nicht bei allen Betriebszuständen des Motors verlustfrei mit dem Abgas emittiert wird. Bei hohen Abgastemperaturen reagiert ein Teil des Tracers an den heißen Oberflächen im Krümmer bzw. Auspuff mit Restsauerstoff im Abgas und verbrennt auf diese Weise. Dies erschwert eine quantitative Messung des Ölverbrauchs beträchtlich. Durch zahlreiche Untersuchungen unter Laborbedingungen war es möglich, die Abhängigkeit des Pyrenverlustes von Temperatur und Sauerstoffgehalt des Gases gezielt nachzuvollziehen. Der zu erwartende Pyrenverlust konnte sogar durch die Ermittlung der Verbrennungskinetik vorhergesagt werden.

[1]: Püffel, P. K.; Thiel, W.; Frey, R.; Boesl, U.; SAE SP, 1998, 1389, p 27-33.

MS 7.4 Mi 16:30 Poster A

Electrospray Ionization Mass Spectrometry and Vacuum Deposition — ●STEPHAN RAUSCHENBACH, NICHA THONTASEN, NICOLA MALINOWSKI, and KLAUS KERN — Max-Planck-Institut for Solid State Research, Nanoscale Science Department, Heisenbergstr. 1, 70569 Stuttgart

Scanning Tunneling microscopy offers an atomic scale view of functional molecules and nanostructures at surfaces. In case of large biological molecules or inorganic nanoparticles, their controlled deposition on well defined surfaces under ultra-high vacuum conditions is hindered by their low vapor pressure.

Electrospray Ionization (ESI) is widely used as ionization technique for mass spectrometric applications in biology and organic chemistry, because of the unique destruction free ionization of even large biological molecules from solution. Here it is used to create an ion beam for soft landing vacuum deposition. The ion beam is guided by RF- and electrostatic ion optics through several pumping stages into ultrahigh vacuum.

Using time-of-flight mass spectrometry the composition of the beam can be characterized before deposition. The deposition of clusters, large molecules and proteins was demonstrated for high vacuum conditions. Current studies are focusing on the destruction free deposition of molecules and clusters, so called soft landing.

S. Rauschenbach, F. Stadler, E. Lunedei, N. Malinowski, S. Koltsov, G. Costantini, K. Kern, *Electrospray Ion Beam Deposition of Clusters and Biomolecules*, Small 4 (2006)

MS 7.5 Mi 16:30 Poster A

Investigation of the octupolar excitation with the FT-ICR detection scheme — ●MARTIN BREITENFELDT¹, SUDARSHAN BARUAH¹, ALEXANDER HERLERT², FRANKLIN MARTINEZ¹, GERRIT MARX¹, LUTZ SCHWEIKHARD¹, NOELLE WALSH¹, and FALK ZIEGLER¹ — ¹Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Domstr. 10a, D-17487 Greifswald — ²Physics Department, CERN, CH-1211 Geneva 23

In the rapidly progressing field of mass spectrometry with Penning traps the manipulation of the eigenmotion of the ions by an octupolar rf field is a new approach to improve the relative uncertainty of measured frequencies $\Delta\nu_c/\nu_c$. While an increase by a factor of two in the achievable resolving power is expected due to doubling the excitation frequency, it has been observed that the increase can be as high as a factor of ten [Eliseev et al., Ringle et al., both IJMS, in print]. In this contribution a method is presented to further study the excitation modes in general, and in particular to simultaneously monitor the change of the magnetron and cyclotron motion. The different behavior of these two eigenmotions under damping and decoherence due to collisions with background gas has been investigated. In addition, the shift of the eigenfrequencies caused by image charges in the ring electrodes has been studied.

MS 7.6 Mi 16:30 Poster A

A setup for providing cooled, selected and bunched metal-cluster ions for photon-interaction studies — ●MARTIN ARNDT, HAGEN RITTER, GERRIT MARX, and LUTZ SCHWEIKHARD — Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Domstraße 10a, 17489 Greifswald

The ion beam coming from a magnetron sputter cluster source is guided through a system of ion optics and a quadrupole bender for focusing and charge selection. The cluster ions of a particular charge state are accumulated, mass-selected and cooled in a linear Paul trap. The mass selection is realized either by using the Paul trap as mass-filter and trap simultaneously or by transversal extraction of defined mass-over-charge values achieved by application of an additional quadrupolar field. Both methods are applied and results are presented. The cluster ions are cooled by buffer gas collisions. The cooled ion bunch is then transferred into a three-dimensional Paul trap for investigation of cluster laser interaction as part of the collaborative research center SFB 652.

MS 7.7 Mi 16:30 Poster A

The effect of gold doping on the reactivity of free silver clusters: Comparison of Ag₃⁺ and Ag₂Au⁺ — ●DENISIA POPOLAN, MIHAI VAIDA, and THORSTEN BERNHARDT — Universität Ulm, Institut für Oberflächenchemie und Katalyse, Ulm, Germany

The chemistry of noble metal clusters was intensively studied in recent years. This is due to their fascinating properties acting as promising low temperature catalytic materials. However, the surprising reactive behavior is still far from being completely understood. Free gas phase clusters investigated by mass spectrometric methods might help to shed light on the reaction mechanisms and size effects in reactivity. Besides the pure free gold and silver clusters also mixed silver-gold clusters have been investigated. Insight into the active role of gold as a catalyst and into the possibilities of doping effects using gold atoms will help in the comprehension of the reactive properties of bimetallic clusters. Our investigations aim to elucidate the influence on the reactivity when silver atoms in Ag_n clusters are replaced atom by atom. In this contribution results on the reactivity of Ag₃⁺ with carbon monoxide at temperatures between 100 and 300 K are presented. The effect of introducing one gold atom on the chemical reaction kinetics is studied by comparison with the cluster Ag₂Au⁺. The investigations are performed in a low energy ion beam apparatus consisting of a sputter cluster ion source and of a temperature variable octopole ion trap inserted into a multiple quadrupole mass spectrometer arrangement.

MS 7.8 Mi 16:30 Poster A

Recent high-precision mass measurements on radionuclides with the Penning trap mass spectrometer ISOLTRAP — ●ALEXANDER HERLERT — CERN, Physics Department, 1211 Geneva 23, Switzerland – for the ISOLTRAP Collaboration

With the Penning trap mass spectrometer ISOLTRAP the masses of short-lived Al, Ca, Mn, Fe, Cd, and Ag isotopes have been measured in 2006. The masses of ²⁶Al and ³⁸Ca contribute as input values for a test of the unitarity of the CKM quark mixing matrix. Since the absolute mass uncertainty needs to be well below 1 keV, a new Ramsey excitation scheme with time-separated rf excitation fields has been applied, leading to a higher precision for the determination of the cyclotron frequency. For the neutron-rich Ag isotopes, isomers were present in the ISOLDE beam. By application of a dipolar excitation either the ground state or the isomeric state was selected for the investigation [1]. Especially for ¹¹⁸Ag only the isomeric state has been investigated. In case of the Mn isotopes the in-trap decay method [2] has been applied in order to produce neutron-rich Fe isotopes which are in general not available at the ISOLDE facility. To this end, Mn ions with mass A = 61 – 63 have been stored for one second in the preparation Penning trap and the corresponding Fe ions were created by beta decay and stored after buffer gas cooling and centering before being transferred to the precision trap for mass measurement. An overview of the results and an update of technical developments are presented.

[1] K. Blaum et al., Europhys. Lett. 67, 586 (2004)

[2] A. Herlert et al., New J. Phys. 7, 44 (2005)