

## Plenarvorträge

Mo 08:45 HV

Eröffnung der Tagung und Begrüßung — ● —

## Plenarvortrag

PV I Mo 09:20 HV

**Momentum imaging (COLTRIMS) of light molecules using short laser pulses** — ●CHARLES LEWIS COCKE —

The timing of heavy particle motion in small molecules can be followed in the time domain on a femtosecond scale by using momentum imaging (COLTRIMS) techniques. This talk will review the use of momentum imaging in conjunction with 8-25 fs pulses to probe the coupled electronic/heavy particle motion in non-stationary states of H<sub>2</sub> and D<sub>2</sub> and other light molecules. The kinetic energy release in the double ionization channel is used to clock coupled electronic/vibrational motion, using three different clocks/mechanisms for the removal of the two electrons. The talk will review the extension of this to other light molecules and the use of momentum imaging to map the structure of the outermost orbital of these. Finally, a progress report on some experiments using time-resolved Coulomb imaging in a pump-probe geometry to study chemical rearrangements will be presented.

## Plenarvortrag

PV II Di 08:30 HV

**Two, three, many: Interaction effects in the ultracold quantum world** — ●RUDI GRIMM — Institut für Experimentalphysik und Institut für Quantenoptik und Quanteninformation der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Innsbruck, Austria

Ultracold gases with tunable interactions have opened up unprecedented possibilities to experimentally explore phenomena of two-body, few-body, and many-body quantum physics. I will discuss recent developments which have allowed us to enter novel exciting regimes of interactions in quantum gases. First, I will discuss the formation of ultracold dimer molecules in bosonic and fermionic gases by means of magnetically tuned Feshbach resonances [1]. I will then report on the experimental observation of an “Efimov resonance” in an ultracold gas of cesium atoms [2]. The striking resonance represents the first experimental evidence ever obtained for the Efimov trimer state, the observation of which has been an elusive goal for more than three decades. I will finally enter the regime of many-body systems by discussing the physics of strongly interacting fermionic quantum gases, representing high-T<sub>c</sub> superfluids in the BEC-BCS crossover regime [3].

[1] J. Herbig, *Science* 301, 1510 (2003).[2] T. Kraemer et al., *cond-mat/0511xxx*.[3] C. Chin et al., *Science* 305, 1128 (2004).

## Plenarvortrag

PV III Di 09:20 HV

**THz-Spektroskopie: Technologische Entwicklungen und ihre Anwendungen in der Biophysikalischen Chemie** — ●MARTINA HAVENITH — Lehrstuhl für Physikalische Chemie II, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 150, 44780 Bochum

Durch die Entwicklung leistungsstarker Strahlungsquellen und empfindlicher Detektoren konnte in den letzten zehn Jahren ein neues experimentelles “Fenster” zwischen IR und Mikrowellen, das vorher als “THz-Gap” (1-10 THz) bezeichnet wurde, geöffnet werden.

Die Verfügbarkeit dieser Quellen hat eine rapide expandierende Forschungstätigkeit in diesem Bereich ausgelöst, die weitreichende neue Anwendungsfelder eröffnet.

In dem Vortrag sollen zwei THz-Spektrometer für den Bereich zwischen 0-4 THz explizit vorgestellt werden und auf neuere Anwendungen der Technik in dem Grenzbereich zur Biophysikalischen Chemie eingegangen werden.

Die Bedeutung dieses Frequenzbereiches besteht darin, dass sowohl die charakteristischen kollektiven Schwingungsmoden von Proteinen - wie Gerüstschwingungen und Atmungsmoden - als auch die kollektiven Bewegungen der Wassermoleküle in der umgebenden Hydrathülle in diesem Frequenzbereich liegen bzw. auf den entsprechenden psec - Zeitskalen ablaufen.

## Plenarvortrag

PV IV Do 08:30 HV

**Universalität von Quantenspektren und Transport aus chaotischen klassischen Bahnen** — ●FRITZ HAAKE — Fachbereich Physik, Universität Duisburg-Essen, 45117 Essen

Klassisch chaotische Dynamik führt zu universellen Fluktuationen in quantenmechanischen Energiespektren sowie zu universellem Transportverhalten von Leitern (Mittelwert und Varianz des Leitwerts, Schrottrauschen). Die semiklassische Behandlung à la Gutzwiller bzw. Landauer/Büttiker stellt jeweils relevante Beobachtungsgrößen als Summen von interferierenden Beiträgen (von Paaren oder Quadrupeln) klassischer Bahnen dar.

Die Graphen der topologisch verschiedenen Bahnen erinnern an Feynman-Graphen. Aufsummieren aller Beiträge ist in einfachen Fällen möglich.

Vergleichbare Resultate für universelle Eigenschaften quantenchaotischer Systeme waren bisher nur im Mittel über Ensembles von Systemen (oder Ensembles von Realisierungen von „Unordnung“) im Sinne der Zufallmatrixtheorie erhältlich. Der semiklassische Zugang ist intuitiver und oft einfacher; vor allem gilt er auch für Einzelsysteme.

## Plenarvortrag

PV V Do 09:20 HV

**Intermolecular Coulombic Decay and ultrafast energy transfer** — ●L.S. CEDERBAUM — Theoretische Chemie, Universität Heidelberg, D-69120 Heidelberg, Germany

Recent theoretical investigations accompanied by large-scale ab initio computations [1-5] were devoted to the question how molecular clusters relax that have been excited by inner-valence ionization. For water clusters, for instance, electron emission dominates the overall relaxation behavior, taking place on the femtosecond time scale. The occurrence of this newly discovered process in such a relatively low-excitation regime may be surprising, particularly in view of the fact that isolated, inner-valence excited cations, for instance H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> can dissipate their excess energy only by vibrational motion and photon emission. Hence, the nature of the electronic decay process taking place in cationic clusters is intermolecular. The following simplified picture has emerged for the process which we call ICD. Ionization out of an inner-valence orbital leads to the formation of a hole, which is localized at one of the monomers constituting the cluster. An outer-valence electron at this cationic monomer can drop into the inner-valence vacancy. Due to an extremely efficient Coulombic mechanism, which will be discussed in the presentation, the released energy is transferred to neighbouring monomers. In this way, an outer-valence electron is ejected in the molecular environment of the initial cation. The resulting final states are characterized by two positive charges distributed over two or more monomers. Thus, Coulomb repulsion of the two holes is reduced, which explains the energetical accessibility of electronic decay channels. We would like to emphasize that for the systems we studied, inner-valence excited cationic monomers without a cluster environment are electronically stable. The ICD has been recently confirmed by beautiful experiments [6-8]. The underlying process is of a very general nature and its implications reach far beyond clusters and single ionization [9-10].

References: [1] L.S. Cederbaum, J. Zobeley and F. Tarantelli, *Phys. Rev. Lett.* 79, 4778 (1997); [2] R. Santra, J. Zobeley, L.S. Cederbaum and N. Moiseyev, *Phys. Rev. Lett.* 85, 4490 (2000); [3] R. Santra, J. Zobeley and L.S. Cederbaum, *Phys. Rev. B* 64, 245104 (2001); [4] R. Santra and L.S. Cederbaum, *Phys. Rep.* 368, 1 (2002); [5] V. Averbukh, I.B. Mueller and L.S. Cederbaum, *Phys. Rev. Lett.* 93, 263002 (2004); [6] S. Marburger, O. Kugeler, U. Hergenhanh and T. Moeller, *Phys. Rev. Lett.* 90, 203401 (2003); [7] T. Jahnke et al., *Phys. Rev. Lett.* 93, 163401 (2004); [8] G. Oehrwall et al., *Phys. Rev. Lett.* 93, 173401 (2004); [9] R. Santra and L.S. Cederbaum, *Phys. Rev. Lett.* 90, 153401 (2003); [10] <http://www.aip.org/pnu/2004/split/705-2.html>

## Plenarvortrag

PV VI Fr 08:30 HV

**Ultraschnelle Laserkontrolle an Elektronen, Atomen und Molekülen** — ●THOMAS BAUMERT — Institut für Physik und CINSA<sub>T</sub>, Fachbereich Naturwissenschaften der Universität Kassel

Gegen Ende des zwanzigsten Jahrhunderts wurde mit dem Femtosekundenlaser ein faszinierendes Instrument entwickelt. Die von ihm er-

zeugten ultrakurzen Laserblitze werden oft als Stroboskop eingesetzt, um die primäre Dynamik von Elektronen, Molekülen, chemischen Reaktionen und Festkörpern nach Lichtanregung in Zeitlupe verfolgen zu können. Echtzeitbeobachtungen in diesem Ultrakurzzeitregime können nur mit optischen Methoden durchgeführt werden. Diese ultrakurzen und dabei hochintensiven Laserpulse werden aber auch verwendet, um neue physikalische und chemische Prozesse auszulösen. Eine besondere Bedeutung kommt dabei dem Einsatz von Pulsformungsverfahren zu, mit denen das elektrische Feld dieser Laserpulse in Bezug auf Amplitude, Phase und Polarisation rechnergesteuert kontrolliert werden kann. Zusammen mit lernenden Algorithmen und experimenteller Rückkopplung erlaubt dieser Zugang die aktive Manipulation atomarer und molekularer Systeme auf dem Quantenniveau. Diese „schlau“ Photonen revolutionieren derzeit viele Forschungsgebiete in der Physik, Chemie, Biologie und Technik. Gegenstand des Vortrages sind verständnisorientierte Grundlagenexperimente aus der Atom- und Molekülphysik, basierend auf der oben skizzierten Lasertechnologie. Zuerst wird ein Experiment zur Interferenz freier Elektronenwellenpakete zusammen mit einer Anwendung zur Laserpulscharakterisierung diskutiert. An Atomen wird dann ein experimentell untersuchter Starkfeldmechanismus vorgestellt, der als Erklärungsansatz für den großen Erfolg der adaptiven Experimentiertechnik an großen Molekülen in starken Laserfeldern dienen kann. Dieser auf SPODS (Selective Population of Dressed States) beruhende Mechanismus

ist ultraschnell und über  $2000 \text{ cm}^{-1}$  abstimmbare. Abschließend werden Experimente zur Kontrolle der Anregung von elektronischen Zuständen, Vibrationszuständen und Rotationszuständen kleiner Moleküle skizziert.

### Plenarvortrag

PV VII Fr 09:20 HV

**MALDI - Mit Laser Ablation zu einem Durchbruch in der Bioanalytik** — ●MICHAEL KARAS — Institut fuer Pharmazeutische Chemie, JW Goethe-Universitaet, Marie-Curie-Str. 9-11, 60439 Frankfurt

Der Einsatz von Lasern zum Abtrag/zur Verdampfung und zur Ionisation von festen Proben ist bereits seit langem ein Routinewerkzeug. Nur begrenzt erfolgreich war der Lasereinsatz, wenn es um die massenspektrometrische Analyse von thermisch labilen grossen Biomolekülen ging, wie Proteinen, Zuckerpolymeren und Nukleinsäuren. Hier gelang der Durchbruch in den 1980er Jahren durch den Einsatz einer "Matrix" und der Entwicklung der "matrix-assisted laser desorption ionization (MALDI)". Zwar erfolgte die Auswahl der Matrix nach dem sehr rationalen Kriterium der Kontrollierbarkeit des Energieeintrages ueber die Absorption und elektronische Anregung der Matrixmoleküle, trotzdem ist auch heute das physikalisch-chemische Verstaendnis der ablaufenden Prozesse nur in den Anfängen entwickelt. Im Vortrag sollen physikalische und chemische Ansätze zur Untersuchung von MALDI und die Ergebnisse und Schlussfolgerungen beschrieben werden, und dies vor dem Hintergrund des breitem Einsatz des MALDI-Verfahrens in der Bioanalytik.