

## O 33 Teilchen und Cluster II

Zeit: Montag 10:45–13:00

Raum: TU EB107

O 33.1 Mo 10:45 TU EB107

**Optische Eigenschaften von Goldnanopartikelpaaren** — ●CHRISTIAN DAHMEN, BENJAMIN SCHMIDT und GERO VON PLESSEN — I. Physikalisches Institut (IA), RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Bei der gegenseitigen Annäherung von Edelmetallnanopartikeln bis auf wenige Nanometer Abstand entstehen aufgrund der elektromagnetischen Kopplung zwischen den Nanopartikeln ausgedehnte Plasmonenmoden. Die dadurch auftretenden hohen Feldstärken in der direkten Umgebung des Nanopartikelpaares werden für die Verstärkung nichtlinearer Effekte z.B. bei der oberflächenverstärkten Raman-Streuung verantwortlich gemacht. In dieser Arbeit werden für Paare sphärischer Goldnanopartikel Extinktionsquerschnitte sowie elektromagnetische Nah- und Fernfelder berechnet. Mittels der Verallgemeinerten Mie-Theorie wird an diesem Modellsystem die elektromagnetische Kopplung zwischen Plasmonenmoden sowie die Entstehung großer elektromagnetischer Feldstärken im Zwischenraum der Partikeloberflächen untersucht.

O 33.2 Mo 11:00 TU EB107

**Optische Spektren massenselektierter Goldcluster auf MgO** — ●MATTHIAS ALSCHINGER<sup>1</sup>, MARCEL DI VECE<sup>2</sup>, FRANK HUBENTHAL<sup>1</sup>, RICHARD E. PALMER<sup>2</sup> und FRANK TRÄGER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik und Center for Interdisciplinary Nanostructure Science and Technology - CINSaT, Universität Kassel, Heinrich-Plett-Str. 40, 34132 Kassel — <sup>2</sup>Nanoscale Physics Research Laboratory, School of Physics and Astronomy, The University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham B15 2TT, UK

Wir stellen Experimente vor, bei denen die Extinktionsspektren kleiner Goldcluster, die zwischen 300 und 4000 Atomen enthalten, gemessen wurden. Hierzu wurden Goldcluster mit Hilfe einer Magnetron-Sputterquelle hergestellt, anschließend massenselektiert und mit Energien zwischen 0,6 keV und 3,9 keV pro Cluster auf einem Substrat aus Magnesiumoxid deponiert. Aufgrund der Größe der Cluster ist dabei die Energie pro Atom in der Größenordnung von wenigen eV, d.h. im Energiebereich des *soft-landing*. Die optischen Spektren wurden mit p-polarisiertem Licht unter einem Einfallswinkel von 45° gemessen. Goldcluster, die zwischen 300 und 2000 Atome enthalten, zeigen eine sehr schmale Plasmonresonanz bei Photonenenergien um 2,5 eV. Dies steht in Einklang mit Experimenten von Palpant et al. an in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> eingebetteten Goldclustern, die jedoch auf Grund der recht breiten Größenverteilung eine deutlich breitere Plasmonresonanz aufweisen [1]. Für Au<sub>4000</sub> wurde hingegen eine breite Plasmonresonanz bei 2,2 eV beobachtet.

[1] B. Palpant et al., Phys. Rev. B **57**(3), 1963 (1998)

O 33.3 Mo 11:15 TU EB107

**Photoelectron spectroscopy of "free clusters on surfaces"** — ●T. IRAWAN<sup>1</sup>, D. BOECKER<sup>1</sup>, F. GHALEH<sup>1</sup>, I. BARKE<sup>1</sup>, H. HÖVEL<sup>1</sup>, C. YIN<sup>2</sup>, and B. VON ISSENDORFF<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Experimentelle Physik I, Universität Dortmund, D-44221 Dortmund — <sup>2</sup>Fakultät für Physik, Universität Freiburg, D-79104 Freiburg

The interaction with a surface can change the electronic structure of clusters significantly compared to the corresponding free clusters. We plan to study this with the direct comparison of photoelectron spectroscopy for mass selected clusters deposited on surfaces and the same clusters studied in a free cluster beam. Here we present experiments which were performed as a preparatory work for these deposition experiments. Metal clusters (gold and lead) were produced by island growth on rare gas layers on different surfaces (HOPG, Au(111) and Pb(111)) by deposition of metal atoms [1]. The electronic coupling to the surface and charging effects in the photoemission process were studied with UPS. We observed significant energetic shifts if the islands were decoupled from the surface by the rare gas layer and different materials for the substrate and the clusters were used. This can be interpreted as the limit of "free clusters on surfaces".

[1] V.N. Antonov, J.S. Palmer, A.S. Bhatti, J.H. Weaver, Phys. Rev. B **68**, 205418 (2003).

O 33.4 Mo 11:30 TU EB107

**Multi-step laser tailoring for the production of monodisperse metal nanoparticles** — ●D. BLAZQUEZ, N. BORG, C. HENDRICH, F. HUBENTHAL und F. TRÄGER — Experimentalphysik I, Institut für Physik und Center for Interdisciplinary Nanostructure Science and Technology - CINSaT, Universität Kassel, Heinrich-Plett-Straße 40, D-34132 Kassel

We have produced metal nanoparticles (NP) by deposition of atoms on dielectric substrates followed by diffusion and nucleation. This usually leads to rotational ellipsoidal NP with broad size and shape distributions. As demonstrated earlier, particles of undesired size can be removed with nanosecond laser pulses. The technique is based on the size and shape dependent surface plasmon resonance (SPR) frequencies of metal NP and allowed us to prepare nanoparticles with a size distribution as narrow as about 10 %. Here, we describe recent experiments to explore the potential of the method to further narrow the size distribution. Using continuously tunable laser light Ag NP on quartz substrates have been tailored in a multi-step process. The nanoparticles were characterized by atomic force microscopy and optical spectroscopy. The potential of the method will be discussed.

O 33.5 Mo 11:45 TU EB107

**Preparation and characterization of fully oxidized TiO<sub>2</sub> films on Ru (0001) and of Au/TiO<sub>2</sub>/Ru(0001) model catalysts** — ●ZHONG ZHAO, T. DIEMANT, H. RAUSCHER, and R.J. BEHM — Abt. Oberflächenchemie und Katalyse, Universität Ulm, 89069, Ulm

As part of an effort to study CO oxidation on Au/TiO<sub>2</sub> model catalyst, we investigated the growth, structure and chemical composition of completely oxidized TiO<sub>2</sub> films (thickness ca. 10 monolayers (ML)) on a Ru(0001) substrate, and Au/TiO<sub>2</sub> model catalysts prepared by Au evaporation on these films (catalytic properties of these model systems see [1]). Atomic resolution STM images show that after Ti deposition in O<sub>2</sub> (640 K) and annealing in O<sub>2</sub>, the TiO<sub>x</sub> film is closed, relatively flat, and consists of TiO<sub>2</sub> (110). Upon room temperature Au evaporation and at lower Au coverages ( $\leq 0.2$ ) ML Au nanoparticles nucleate preferentially at steps, a small fraction of them nucleates at defect sites on the TiO<sub>2</sub> terraces. With higher Au coverages, the Au particles grow increasingly on the whole surface. UHV annealing at 770 K (10 min) causes the Au clusters to grow, but different from Pt/TiO<sub>2</sub> [2] we find no encapsulation by TiO<sub>2</sub>. The stability of the Au nanoparticles is discussed, comparing with recent findings for Au/TiO<sub>2</sub> (110) model catalysts [3]. [1] T. Diemant, Z. Zhao, H. Rauscher, and R.J. Behm, DPG Spring Meeting, AKF Surface Physics, Berlin (2005) [2] O. Dulub, W. Hebenstreit, and U. Diebold, Phys. Rev. Lett. **84**, 3646 (2000) [3] S. Kielbassa, M. Kinne, and R.J. Behm, J. Phys. Chem. B, in press

O 33.6 Mo 12:00 TU EB107

**Einfluß von Substraten auf die elektronischen Eigenschaften ligandenstabilisierter Metallcluster** — ●HUIJING ZHANG, HOLGER GRZESCHIK und UWE HARTMANN — Fachrichtung Experimentalphysik, Universität des Saarlandes, 66123 Saarbrücken

Anders als Massivmaterialien können die elektronischen Eigenschaften von Clustern sehr von ihrer Umgebung beeinträchtigt werden, insbesondere wenn die Anzahl der Oberflächenatome des Clusters größer als die der inneren Atome ist. Es wurden ligandenstabilisierte Au<sub>55</sub>-Cluster mittels Rastertunnelmikroskopie und -spektroskopie hinsichtlich des Elektronentransports durch die Cluster und der Energiequantisierung der Cluster jeweils auf 3 verschiedenen Substraten, Au(111), HOPG und NbSe<sub>2</sub>, untersucht. Die per Spin-Coating deponierten Cluster weisen auf der Au(111) Oberfläche eine lokal geordnete Monolage auf. Diese wurde jedoch bei Verwendung von anderen Substraten nicht beobachtet, was auf eine stärkere Wechselwirkung zwischen Au<sub>55</sub> und Au(111) als zwischen Au<sub>55</sub> und HOPG und NbSe<sub>2</sub> hindeutet. Tunnelspektren zeigen, daß der Elektronentransport durch Cluster nicht von den elektronischen Eigenschaften der Substrate oder der Ligandenmolekülen sondern vom Einzelelektronen-Tunneleffekt dominiert wird. Die Wechselwirkung zwischen Clustern und Substraten könnte jedoch eine Verschiebung der Energiezustände des Clusterkerns verursachen.

O 33.7 Mo 12:15 TU EB107

**Dynamic force microscopy and spectroscopy investigations of Au<sub>55</sub> on Au(111)** — •GEORGETA RADU, DIRK MAUTES, and UWE HARTMANN — Fachrichtung Experimentalphysik, Universität des Saarlandes, Postfach 151150, D-66041 Saarbrücken, Deutschland

Non-contact atomic force microscopy (NC-AFM) and spectroscopy were used to study thin films of ligand-stabilized Au<sub>55</sub> clusters deposited on Au(111). The clusters were dissolved in dichloromethane (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) and deposited onto a freshly prepared Au(111) substrate by spin coating. The deposit consist of a layer of single cluster height covering the Au(111) substrate. The NC-AFM images show many local areas where the clusters are arranged in a 2D closest packing alternating with areas showing the bare substrate. Frequency shift- and dissipation-versus-distance measurements on individual clusters as well as on the bare substrate were performed. The distance dependence of the interaction force was calculated from the experimental frequency-versus-distance curves for individual clusters as well as for the Au(111) substrate. On the basis of the results, a model of the tip-cluster and tip-substrate interaction force will be presented. Different distance dependencies of the dissipation curves taken on clusters and on the substrate were found. Dissipation mechanisms for the tip-cluster and tip-substrate interaction will be discussed.

O 33.8 Mo 12:30 TU EB107

**Herstellung von Gold-Nanoteilchen einheitlicher Form auf dielektrischen Substraten mittels lasergestützten Wachstums** — •N. BORG, D. BLAZQUEZ, C. HENDRICH, H. OUACHA, F. HUBENTHAL und F. TRÄGER — Institut für Physik und Center for Interdisciplinary Nanostructure Science and Technology - CINSaT, Universität Kassel, Heinrich-Plett-Straße 40, D-34132 Kassel

Auf dielektrischen Oberflächen können metallische Nanoteilchen (NT) durch selbstorganisiertes Wachstum hergestellt werden. Solche Proben weisen in der Regel eine breite Größen- und Formverteilung der NT auf. Dabei besteht ein definierter Zusammenhang zwischen Größe und Form der NT: Kleine NT sind kugelförmig, während große die Form flacher Rotationsellipsoide aufweisen.

Ein in unserer Arbeitsgruppe entwickeltes Verfahren erlaubt es, metallische NT mit vorgegebenem Achsverhältnis und variabler Größe zu präparieren und wurde bereits für Silber-NT auf verschiedenen Substraten demonstriert. Es basiert auf den einzigartigen optischen Eigenschaften und deren Abhängigkeit von Größe und Form metallischer NT. Dabei wird während des Wachstums mittels Einstrahlung von ns-Laserpulsen geeigneter Wellenlänge der Zusammenhang zwischen Größe und Form der NT aufgehoben. Wir haben die Einflüsse von Wellenlänge und Fluenz des Laserlichts auf das Wachstum von Gold-NT auf Saphir- und Quarzsubstraten systematisch mit optischer Spektroskopie und Rasterkraftmikroskopie untersucht. In Abhängigkeit der genannten Parameter lässt sich das mittlere Achsverhältnis der Gold-NT zwischen 0,19 und 0,98 unabhängig von deren Größe stabilisieren.

O 33.9 Mo 12:45 TU EB107

**Photoelektronenspektroskopie an PbS- Nanokristalloberflächen** — •J. TOBIAS LAU<sup>1</sup>, ARUN LOBO<sup>2</sup>, MONA NAGEL<sup>3</sup>, HOLGER BORCHERT<sup>3</sup>, STEPHEN HICKEY<sup>3</sup>, HORST WELLER<sup>3</sup> und THOMAS MÖLLER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Technische Universität Berlin, IAPF PN 3-1, Hardenbergstraße 36, 10623 Berlin — <sup>2</sup>HASYLAB/DESY, Notkestraße 85, 22603 Hamburg — <sup>3</sup>Universität Hamburg, Institut für Physikalische Chemie, Grindelallee 117, 20146 Hamburg

Viele Eigenschaften von Nanokristallen werden durch die Eigenschaften ihrer Oberfläche bestimmt; daher ist es notwendig, detaillierte Informationen über die Struktur dieser Oberfläche und über die Bindungen zwischen Oberflächenatomen und Liganden zu gewinnen. Dazu wurden unter anderem nasschemisch präparierte PbS-Nanokristalle im Größenbereich von 3–10 nm und mit einer engen Größenverteilung mittels Röntgenphotoelektronenspektroskopie untersucht. Die Pb *4f*- und S *2p*-Niveaus werden sowohl bei oberflächen- als auch volumensensitiven kinetischen Energien analysiert. Dabei ergeben sich die Pb *4f*-Niveaus zwei und die S *2p*-Niveaus vier Komponenten, die jeweils Atomen mit unterschiedlicher lokaler Koordination zugeordnet werden. Es zeigt sich, dass die Bindungsverhältnisse an der Oberfläche des Nanokristalls von der Art der Liganden abhängen.