

## PRESSEMITTEILUNG

### Nanoteilchen aus Gold gruppieren sich selbständig zu kleinen Clustern

Berlin, 4.8.2014

Weitere Informationen:

Eine erstaunliche Beobachtung haben Forscher des HZB und der Humboldt-Universität zu Berlin gemacht: Sie untersuchten die Bildung von Gold-Nanoteilchen in einem Lösungsmittel und stellten fest, dass sich die Nanoteilchen nicht gleichmäßig verteilen, sondern von selbst zu kleinen Clustern gruppieren. Dies wiesen sie mit Kleinwinkelstreuung an BESSY II nach. Eine Überprüfung am Elektronenmikroskop bestätigte ihren Befund. „Die Forschung daran geht jetzt weiter, denn wir sind überzeugt, dass sich solche Nanocluster als günstige Katalysatoren eignen, sei es in Brennstoffzellen, bei der Wasserspaltung mit Sonnenlicht oder für andere technisch wichtige Reaktionen“, erklärt Dr. Armin Hoell (HZB). Die Ergebnisse sind eben in zwei angesehenen Fachjournalen erschienen.

**Dr. Armin Hoell**  
Abteilung Mikrostruktur und  
Eigenspannungsanalyse  
Tel.: +49 (0)30-8062-14678  
hoell@helmholtz-berlin.de

**Prof. Klaus Rademann**  
Humboldt-Universität Berlin  
klaus.rademann@chemie.hu-berlin.de

**Dr. Vikram Singh Raghuvanshi**  
Helmholtz-Zentrum Berlin  
vsingh4u@gmail.com

#### Pressestelle

Dr. Antonia Rötger  
Tel.: +49 (0)30-8062-43733  
antonia.roetger@helmholtz-berlin.de

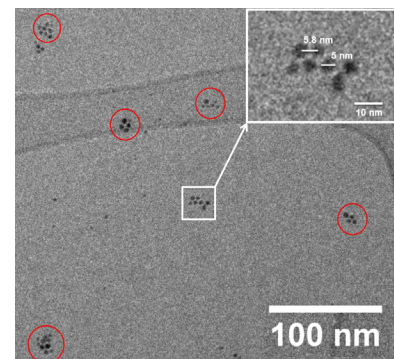
„Das Besondere an dem neuen Verfahren ist, dass es extrem einfach ist und mit einem umweltfreundlichen und billigen Lösungsmittel funktioniert“, erklärt Professor Dr. Klaus Rademann von der HU Berlin. Das Lösungsmittel besteht tatsächlich aus zwei Pulvern, die man eher in der Landwirtschaft vermuten würde als in einem Forschungslabor: Ein Hühnerfutterzusatz (Cholin-Chlorid oder Vitamin B) sowie Harnstoff (Urea). Vor ein paar Jahren entdeckten britische Kollegen, dass die beiden Pulver vermischt eine transparente Flüssigkeit bilden, die in der Lage ist, Metalloxide und Schwermetalle zu lösen. Über diesem Lösungsmittel brachten die Berliner Forscher nun eine Goldfolie an, aus der sie durch Beschuss mit Edeldgasen einzelne Goldatome herauslösten. Dabei bildeten sich zunächst die Nanoteilchen, die sich im Lösungsmittel verteilen.

#### Überraschende Befunde: Nanoteilchen hören mit 5 nm auf zu wachsen und „organisieren“ sich

Je länger der Beschuss der Goldfolie (Sputtern) dauert, desto größer könnten die Nanoteilchen werden, vermuteten die Wissenschaftler. Doch dies war nicht der Fall: bei einem Durchmesser von fünf Nanometern hörten die Teilchen auf zu wachsen. Stattdessen bildeten sich bei längerer Sputter-Zeit auch immer mehr Nanoteilchen. Die zweite Überraschung: Diese Nanoteilchen verteilten sich nicht einfach gleichmäßig in der Flüssigkeit, sondern organisierten sich von selbst zu kleinen Grüppchen oder Clustern, die aus bis zu zwölf Nanoteilchen bestehen konnten.

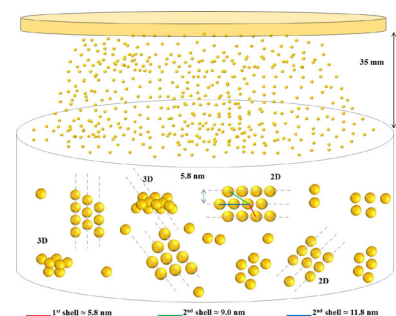
#### Unverzichtbar: Kleinwinkelstreuung mit Synchrotronlicht

Solche Beobachtungen lassen sich allerdings nicht unter einem Mikroskop machen, sondern erfordern eine indirekte und mittelnde Methode: „Mit der Kleinwinkelstreuung an BESSY II konnten wir nicht nur ermitteln, dass die Nanoteilchen alle um die fünf Nanometer im Durchmesser sind, sondern auch ausmessen, welche Abstände sie untereinander haben. Dabei



Kryo-TEM Aufnahme von Gold-Nanoteilchen in dem besonderen Lösungsmittel. Die Sputterzeit beträgt 300 s. Domänen mit selbstangeordneten Nanoteilchen sind rot markiert.

Bild: HU Berlin/HZB



Schematische Darstellung der Selbstorganisation von Clustern aus Gold-Nanoteilchen.

Bild: HU Berlin/HZB

fanden wir dann, dass sie sich zu Clustern anordnen“, erklärt Hoell.

### **Simulationen, Messungen und TEM-Mikroskopie: Jetzt passt alles**

„Um die Messergebnisse zu verstehen, haben wir vorab im Computer durchgespielt, wie sich die Nanoteilchen in der Lösung verteilen könnten und dann die Ergebnisse der Simulation mit den Ergebnissen der Kleinwinkelstreuung verglichen“, erklärt Dr. Vikram Singh Raghuwanshi, der als Postdoktorand an der HU Berlin und am HZB arbeitet. Eine Aufnahme mit dem Kryo-Transmissionselektronenmikroskop, die ein Kollege an der HU anfertigte, bestätigte ihren Befund. „Mit der Elektronenmikroskopie alleine hätten wir dieses Resultat jedoch nicht erzielen können, da sie immer nur Details und Ausschnitte aus der Probe zeigen kann“, betont Hoell. „Um generelle Trends und Mittelwerte auszumessen, ist die Kleinwinkelstreuung unverzichtbar!“

### **Lösungsmittel mit besonderen Eigenschaften**

Dass das besondere Lösungsmittel bei diesem Selbstordnungsprozess eine wichtige Rolle spielt, liegt für die Forscher auf der Hand: verschiedene Wechselwirkungen zwischen den Ionen des Lösungsmittels und den Gold-Partikeln sorgen dafür, dass die Nanopartikel erstens nur wenige tausend Atome stark werden und zweitens sich dann gegenseitig etwas anziehen, allerdings nur schwach, so dass die kleinen Cluster entstehen. „Wir wissen aber, dass solche kleinen Cluster aus Nanopartikeln als Katalysatoren für gewünschte chemische Reaktionen ganz besonders wirkungsvoll sind: Eine mehrfache Verstärkung der Reaktionsgeschwindigkeit nur aufgrund der Anordnung wurde schon nachgewiesen.“, sagt Rademann.

### **Experimente zur Katalysewirkung geplant**

Dr. Raghuwanshi wird diese Ergebnisse und eine Vorschau auf die nun geplanten Forschungsansätze zur Katalyse nun auf der Internationalen Konferenz [IUCr2014](#) vortragen, die vom 5.8. –12.8. 2014 Montreal, Kanada, stattfindet. Im kommenden Jahr wird das HZB übrigens Gastgeber für die 16. Internationale Kleinwinkelstreuungskonferenz, [SAS2015](#) sein.

### **Publikationen**

Hier finden Sie die Link zu den Originalpublikationen:

*Langmuir*: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/la500979p>

*Royal Society of Chemistry*: <http://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2014/cc/c4cc02588a>

Das **Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)** betreibt und entwickelt Großgeräte für die Forschung mit Photonen (Synchrotronstrahlung) und Neutronen mit international konkurrenzfähigen oder sogar einmaligen Experimentiermöglichkeiten. Diese Experimentiermöglichkeiten werden jährlich von mehr als 2500 Gästen aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen weltweit genutzt. Das Helmholtz-Zentrum Berlin betreibt Materialforschung zu solchen Themen, die besondere Anforderungen an die Großgeräte stellen. Forschungsthemen sind Materialforschung für die Energietechnologien, Magnetische Materialien und Funktionale Materialien. Im Schwerpunkt Solarenergieforschung steht die Entwicklung von Dünnschichtsolarzellen im Vordergrund, aber auch chemische Treibstoffe aus Sonnenlicht sind ein wichtiger Forschungsgegenstand. Am HZB arbeiten rund 1100 Mitarbeiter/innen, davon etwa 800 auf dem Campus Lise-Meitner in Wannsee und 300 auf dem Campus Wilhelm-Conrad-Röntgen in Adlershof.

Das HZB ist Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V., der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands.