

Richtungweisende Entdeckung in der Nanokatalyse

Gold als Katalysator

Ein Forscherteam am Lehrstuhl für Physikalische Chemie 1 der TUM in Garching (Prof. Ulrich Heiz) hat den bisher kleinsten aktiven Goldkatalysator entdeckt, der aus nur acht Goldatomen (Au₈) besteht. In enger Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern am Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA, wies das Team nach, dass nicht nur die elementare Zusammensetzung, sondern auch die Größe und vor allem der Ladungszustand des Goldkatalysators für die Katalyse entscheidend ist.

Das Wissenschaftsjournal Science berichtete kürzlich über diese Forschungsergebnisse*.

*Science 307 (2005), 403 ff.

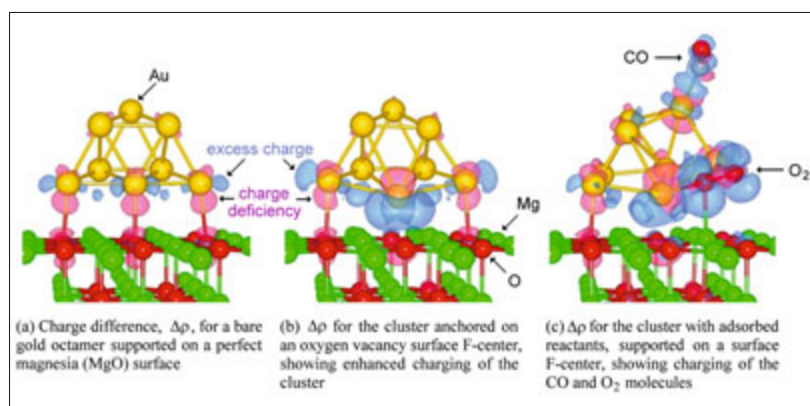
**Kontakt: Prof. Ulrich Heiz
Lehrstuhl für Physikalische Chemie 1
Tel.: 089/ 289-13391
ulrich.heiz@ch.tum.de**

Die Wissenschaftler untersuchten Goldcluster im Nanogrößenbereich. Als sie die Cluster auf eine Magnesiumoxidoberfläche brachten, verhielt sich das inerte, also sehr reaktionsträge Edelmetall plötzlich katalytisch hoch aktiv: Kleine Mengen des giftigen Kohlenmonoxids oxidierten in Anwesenheit von Sauerstoff zu Kohlendioxid. Um eine katalytische Reaktion zu stimulieren, spielt die Clustergröße eine entscheidende Rolle,

da im Nanogrößenbereich die Materie aus einer abzählbaren Anzahl von Atomen besteht und jede Clustergröße ganz spezifische chemische und physikalische Eigenschaften aufweist. Das heißt, dass die Eigenschaften nicht mehr von denen des Festkörpers skalierbar sind. Au₈ besitzt nun gerade die richtige elektronische Struktur, um das für die Reaktion wichtige Sauerstoff-Molekül chemisch zu binden. Für kleinere Cluster, aber auch

für den Festkörper, ist dies nicht möglich. Interessanterweise ist aber auch die elektrische Ladung des Au₈-Clusters von Bedeutung. Die Wissenschaftler konnten zeigen, dass der Transfer von elektrischer Ladung in den Cluster hinein das Oxidationsmittel Sauerstoff für die Reaktion aktiviert. Auffallend war, dass diese Oxidationsreaktion schon bei sehr tiefen Temperaturen von -70 °C abläuft.

Diese Resultate zeigen deutlich, dass sich katalytische Prozesse im Nanogrößenbereich durch die Wahl der Clustergröße und des Ladungszustands gezielt steuern lassen. Das Verfahren der Katalyse hat für nahezu alle Industriezweige hohe Bedeutung. Chemische Reaktionen sind dadurch steuerbar, und Chemikalien und Materialien lassen sich ganz gezielt für die unterschiedlichsten Anwendungen synthetisieren. Dies wiederum ist wichtig beispielsweise in der Entwicklung neuer Technologien wie auch im effizienten und Ressourcen schonenden Erschließen von Rohstoffen. Wegen seines inerten Charakters ließ sich das Edelmetall Gold bislang allerdings nicht als Katalysator einsetzen. So glänzt Gold ein Leben lang, ganz im Gegensatz zu den Elementen Silber und Kupfer, die beide mit Sauerstoff reagieren und sich mit der Zeit verfärben. Noch ist offen, wie man solche Goldclusterkatalysatoren im industriellen Bereich künftig einmal nutzen wird. Für die Grundlagenforschung sind die Forschungsergebnisse jedoch ein sehr wichtiger Schritt.



Transfer von elektrischer Ladung in den Au₈ Cluster: (a) Ladungsdifferenz, Δp , für den Gold Cluster adsorbiert auf einer perfekten MgO-Oberfläche. Ladungstransfer in den Cluster in blau, Ladungstransfer vom Cluster in rosa. (b) Ladungsdifferenz, Δp , für den Gold Cluster adsorbiert auf einem Farbzentrum der MgO-Oberfläche. Der erhöhte Ladungstransfer in den Cluster ist deutlich zu sehen. (c) Ladungsdifferenz, Δp , für den Gold Clusterkomplex. Der Ladungstransfer in das Sauerstoffmolekül führt zur entscheidenden Aktivierung, die für die Reaktion nötig ist.

Ingrid Scholz