

PRESSEMITTEILUNG

Sauerstoff: Sprunghaftes Verhalten

HZB an Forschungen zur Quantenschwebung beteiligt, die das Verständnis vom Entstehen und Brechen chemischer Bindungen erweitert.

Berlin, 19.9.2011

Weitere Informationen:

Dr. Justine Schlappa

Institut Methoden und
Instrumentierung der Forschung
mit Synchrotronstrahlung
Tel.: +49 (0)30-8062-13494
justine.schlappa@helmholtz-berlin.de

Prof. Dr. Alexander Föhlisch

Institut Methoden und
Instrumentierung der Forschung
mit Synchrotronstrahlung
Tel.: +49 (0)30-8062-14985
alexander.foehlich@helmholtz-berlin.de

Pressestelle

Hannes Schlender

Tel.: +49 (0)30-8062-42414
Fax: +49 (0)30-8062-42998
hannes.schlender@helmholtz-berlin.de

Das Brechen der Bindung zwischen zwei Atomen ist ein elementarer Schritt in einer chemischen Reaktion. Dabei trennen sich die Atome bis sie keine Wechselwirkung mehr spüren. Kommt eins der Atome in die Nähe eines weiteren Atoms, kann es von diesem eingefangen werden, so dass eine neue chemische Bindung entsteht. Die bisherige Vorstellung von diesem Prozess: Die Bewegung der Atome verläuft stetig; beim Brechen einer Bindung vergrößert sich der Atomabstand kontinuierlich, beim Entstehen einer neuen Bindung verkleinert er sich ebenso kontinuierlich.

Ein internationales Team von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern hat unter Beteiligung von Professor Dr. Alexander Föhlisch und Dr. Justine Schlappa vom Institut „Methoden und Instrumentierung der Synchrotronstrahlung“ am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB) gezeigt, dass diese Ansicht korrigiert werden muss: Brechen beispielsweise Sauerstoffmoleküle auseinander, bewegen sich die Atome nicht kontinuierlich auseinander.

Für diese Entdeckung beleuchteten die Wissenschaftler gasförmigen Sauerstoff mit so genanntem Synchrotronlicht. Das Licht führte zu einer Anregung der Sauerstoffmoleküle – die chemische Bindung zwischen den beiden Sauerstoffatomen des Moleküls bricht vorübergehend. Das von den Molekülen zurückgestreute Licht haben die Forscher gemessen und erhielten so Informationen über den Abstand der Sauerstoffatome zu einem bestimmten Zeitpunkt. Die Energie des eingestrahlt Lichts wählten die Experimentatoren so, dass der Zerfallsprozess auf zwei gleichwertige Arten ablaufen kann. Beide Wege unterscheiden sich nur darin, dass die sich trennenden Atome unterschiedliche Geschwindigkeiten aufweisen.

Die Messergebnisse zeigen, dass es für die tatsächlich gemessenen Abstände zwischen den Sauerstoffatomen nicht beliebige, sondern präferenzielle Werte gibt: Es gibt also Distanzen, wo sich die Sauerstoffatome häufig aufhalten.



Dr. Justine Schlappa

Foto: HZB

Zur Erklärung dieses Phänomens zieht die HZB-Wissenschaftlerin Dr. Justine Schlappa den Vergleich mit einer leicht verstimmt Gitarre heran: „Zupft ein Musiker auf den Saiten zwei Töne, deren Frequenzen etwas zueinander verschoben sind, hört er ein periodisches Lauter- und Leiserwerden. Akustiker nennen dieses An- und Abschwollen des Tones Schwebung. Sie verschwindet, wenn das Instrument sauber gestimmt ist und die Frequenzen der Töne exakt aufeinander abgestimmt sind.“

Ursache für die Schwebung ist der Wellencharakter des Schalls. „Wenn sich die Wellen zweier Töne leicht gegeneinander verschieben, kommt es zur Interferenz“, so Schlappa: „Gleichzeitig auftretende Wellenberge verstärken sich, und der Ton wirkt lauter. Treffen hingegen Wellentäler auf Wellenberge, löschen sie sich gegenseitig aus – der Ton wird leiser.“ Genauso wie den Schall betrachten die Physiker nun auch die sich trennenden Sauerstoffatome als Wellen. Justine Schlappa: „Die beiden möglichen Geschwindigkeiten, mit denen sich die Sauerstoffatome trennen, führen zu leicht verschobenen Frequenzen der Sauerstoff-Wellen und verursachen die so genannte Quantenschwebung.“ Auch hier verstärken sich Wellenberge und es kommt zu Stellen im Raum wo Atome vorzugsweise gefunden werden. Wellenberge und Wellentäler heben sich gegenseitig auf mit dem Resultat, dass es Orte gibt, an denen sich keine Atome aufhalten.

„Unsere Beobachtung hat gravierende Konsequenzen für das Verständnis chemischer Reaktionen“, sagt Professor Dr. Alexander Föhlisch, Leiter des HZB-Instituts „Methoden und Instrumentierung der Synchrotronstrahlung“: „Kann kein Atom nachgewiesen werden, können bei diesem Abstand keine weitere chemische Schritte stattfinden“, so Föhlisch weiter: „Dies ist eine gravierende Einschränkung für den Ablauf von chemischen Reaktionen und zwingt uns dazu, im Grundsatz unser Verständnis von chemischen Prozessen zu überdenken.“

A. Pietzsch et al., Spatial Quantum Beats in Vibrational Resonant Inelastic Soft X-ray Scattering at Dissociating States of Oxygen, *Phas.*; *Rev. Lett.* 153004 (2011).

URL: <http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.106.153004>

DOI: 10.1103/PhysRevLett.106.153004

Und

Internal Symmetry and Selection Rules in Resonant Inelastic Soft X-ray Scattering", Y-P Sun et al., *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* 44 161002 (2001). http://iopscience.iop.org/0953-4075/44/16/161002/pdf/0953-4075_44_16_161002.pdf

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.