



Presseaussendung 05/06 – 26. September 2006

## **„Taktlose“ Erbsubstanz Resonanzkatastrophen in der DNA lösen Krebs und Strahlenschäden aus**

**Jeder feste Gegenstand hat eine Eigenfrequenz. In diesem Takt schwingt er am liebsten. Das gilt für eine Gitarrensaite oder eine Brücke. Es trifft auch auf die großen Moleküle zu, die unseren genetischen Lebenscode beinhalten. Innsbrucker Ionenphysiker unter Leitung von Univ. Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Tilmann Märk erforschen Resonanzkatastrophen in unseren Lebensbausteinen. Das Team liefert fundamental neue Erkenntnisse für die Entstehung von Krebs und Strahlenschäden. „The Journal of Chemical Physics“ und das „Virtual Journal of Biological Physics Research“ berichteten vor kurzem über diese Forschungen.**

„Wer jetzt im Herbst Äpfel vom Baum schüttelt, ist mitten in einem Resonanz-Phänomen. Das Schütteln - im richtigen Rhythmus zugeführte Energie - versetzt die Äpfel in Schwingung, bis ihre Stängel brechen und sie vom Baum fallen“, erklärt A.-Univ.-Prof. Dr. Paul Scheier vom Forschungsteam. Im Mikrokosmos unserer Lebensbausteine laufen ähnliche Ereignisse ab. So wie eine Gitarrenseite reißt oder eine Brücke einstürzt, wenn sie zu stark zum Schwingen angeregt wird, bricht auch unsere DNA bei gewissen Resonanzen. Solche Resonanzen treten bei ionisierender Strahlung auf und werden als resonante Anlagerung von langsamen Elektronen bezeichnet. Zum Beispiel bei Röntgenstrahlung oder Radioaktivität wird im Gewebe eine immense Zahl an Elektronen entlang der Spur der hochenergetischen Strahlung erzeugt und attackiert in weiterer Folge unsere DNA. Dies verursacht Strahlenschäden, die zum Zelltod oder Zelldefekten und Krebs führen. Die Forscher des Bereiches Ionenphysik am Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck unter Leitung Märks haben in mehreren Experimenten nachgewiesen, dass die zerstörerische Wirkung schneller, hochenergetischer Strahlung auf Bestandteile unserer DNA zum Großteil durch Reaktionen einer Vielzahl von langsamen, niederenergetischen Elektronen verursacht wird. Zahlreiche dieser Elektronen werden von ionisierender Strahlung in biologischem Gewebe erzeugt.

Das Team hat in einer selbst entwickelten Apparatur Fructose, sowie Furan und Tetrahydrofuran – in Aufbau und Struktur dem Zucker unserer DNA ähnlich (Deoxyribose, welche bereits früher in Innsbruck untersucht wurde) – und die Nukleobasen Adenin und Thymin bestrahlt. „Wir haben herausgefunden, dass Zuckermoleküle besonders empfindlich auf langsame Elektronen reagieren. Sie spielen bei der Entstehung von Strahlenschäden eine aktive und wichtige Rolle“, erklärt Scheier. Da das Rückgrat der DNA Doppelhelix aus Zucker und Phosphat besteht verursacht eine Resonanz die zum Zerfall dieses Zuckermoleküls führt einen so genannten Strangbruch, der unter Umständen zu Mutationen oder Zelltod bewirkt.

Die Forscher haben auch den genauen Mechanismus entdeckt, wie DNA-Basen durch sehr langsame Elektronen geschädigt werden. Trifft hochenergetische Strahlung auf die Moleküle von Adenin und Thymin lagert sich ein langsames Elektron an. Ein Wasserstoffatom spaltet sich dadurch ab und die Moleküle der DNA-Basen zerbrechen. „Durch das Verwenden von speziell markierten Molekülen, bei denen an einer Position ein Wasserstoffatom durch eine Methylgruppe ersetzt wurde, konnten wir für vier verschiedene Moleküle alle Resonanzen ganz bestimmten Schwingungsmoden der Moleküle zuordnen die aufgrund des zusätzlichen

Elektrons angeregt wurden.“ Langsame Elektronen spalten also nicht nur einfach resonant eine einzelne Bindung sondern hinterlassen oftmals ein stark schwingendes Bruchstück zurück. Die Ergebnisse zeigen, dass selbst in der Doppelhelixstruktur, aber besonders während der Zellteilung, langsame Elektronen das Potenzial haben, die Makromoleküle, die den genetischen Code für das Leben beinhalten, effektiv zu schädigen“, so der Wissenschaftler.

Wechselwirkungen zwischen Elektronen und Bausteinen des Lebens – damit ein Brückenschlag zwischen Physik und Medizin - sind ein wichtiger Schwerpunkt des Bereiches Ionenphysik am Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik in Innsbruck. Zusammen mit früheren Ergebnissen liefern die drei soeben erschienenen Publikationen in „The Journal of Chemical Physics“, die aufgrund ihrer großen interdisziplinären Bedeutung auch ins „Virtual Journal of Biological Physics Research“ aufgenommen wurden, nun erstmals ein komplettes Bild, welche molekularen Vorgänge beim Bestrahlen von isolierten Bausteinen des Lebens ablaufen. Dieses Wissen kann einerseits für die Vermeidung von Strahlenschäden nützlich sein. Es kann aber auch bei der Behandlung von Krankheiten mit Strahlentherapie helfen, schädliche Nebeneffekte zu minimieren.

Das Team hat in enger Zusammenarbeit mit Prof. Illenberger von der Freien Universität Berlin, Prof. Matejcik von der Comenius Universität Bratislava, Slowakei und Prof. Burrow von der University of Lincoln, Nebraska in den USA seit drei Jahren an diesen Experimenten gearbeitet. Finanziert wurden diese Forschungen vom Fonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung (FWF) und durch mehrere europäische Netzwerke.

**Bilder:** <http://www.uibk.ac.at/ionen-angewandte-physik/media/photos.html>

**Publikationen:**

P. Burrow, G. Gallup, A. Scheer, S. Denifl, S. Ptasinska, T. D. Märk, P. Scheier, Vibrational Feshbach resonances in uracil and thymine. *The Journal of Chemical Physics* 12/124 (2006) 124310; selected for the *Virtual Journal of Biological Physics Research* 11 (2006) issue 7  
<http://dx.doi.org/10.1063/1.2181570>

P. Sulzer, S. Ptasinska, F. Zappa, B. Mielewska, A. R. Milosavljevic, P. Scheier, T. D. Märk, I. Bald, S. Gohlke, M. Huels, E. Illenberger, Dissociative electron attachment to furan, tetrahydrofuran, and fructose. *The Journal of Chemical Physics* 4/125 (2006) 04430; selected for the *Virtual Journal of Biological Physics Research* 12 (2006) issue 3  
<http://dx.doi.org/10.1063/1.2222370>

D. Huber, M. Beikircher, S. Denifl, F. Zappa, S. Matejcik, A. Bacher, V. Grill, T. D. Märk, P. Scheier, High resolution dissociative electron attachment to gas phase adenine. *The Journal of Chemical Physics* 8/125 (2006), 084304; selected for the *Virtual Journal of Biological Physics Research* 12 (2006) issue 5  
<http://dx.doi.org/10.1063/1.2336775>

**Kontakt:**

**A.-Univ.-Prof. Dr. Paul Scheier**

Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik  
Technikerstrasse 25, A-6020 Innsbruck  
Telefon: +43(0)512/507 6243  
Mail: [Paul.Scheier@uibk.ac.at](mailto:Paul.Scheier@uibk.ac.at)  
<http://www.uibk.ac.at/ionen-angewandte-physik>

**Mag. Gabriele Rampf**

Public Relations Bereich Ionenphysik  
Jahnstrasse 20, A-6020 Innsbruck  
Telefon: +43(0)650/2763351  
Mail: [office@scinews.at](mailto:office@scinews.at)  
<http://www.scinews.at>