



Pressedienst Wissenschaft

Garching, den 30. September 2009

Weltweit stärkste Positronenquelle am FRM II in Garching:

Mit Antiteilchen auf Fehlersuche

Die geheimnisvolle Antimaterie ist nicht nur exotisches Beiwerk in Kinofilmen wie „Illuminati“, sondern auch ein faszinierendes Wissenschaftsgebiet. An der Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) der Technischen Universität München werden die Antiteilchen von Elektronen gewonnen, die so genannten Positronen, und das in der weltweit höchsten Intensität. Die knapp eine Milliarde Positronen pro Sekunde kommen in der Nano-Materialforschung zum Einsatz: Sie entdecken Fehlstellen im Atomgitter und können dabei einzelne Elemente präzise unterscheiden.

Während Tom Hanks auf der Suche nach Antimaterie aus dem Teilchenphysiklabor CERN in der Schweiz quer durch Rom jagen muss, hat Dr. Christoph Hugenschmidt am FRM II in Garching pro Sekunde eine Milliarde Antiteilchen zur Verfügung. Das Positron ist dabei so harmlos wie sein Gegenpart, das Elektron. NEPOMUC (NEutron-induced POSitron source MUniCh) hat der TUM-Physiker die Neutronen-induzierte Positronenquelle genannt. Zusammen mit der Universität der Bundeswehr München betreibt der TUM-Lehrstuhl für Experimentalphysik E 21 diese weltweit intensivste Positronenquelle.

Das Besondere an der Positronenquelle in Garching ist, dass die Teilchen sich im Ultrahochvakuum durch magnetische und elektrische Felder fast verlustfrei bis zu den fünf verschiedenen Experimentierstationen leiten lassen. „Den Wissenschaftlern, die ihre Experimente an der Positronenquelle des FRM II durchführen, stehen damit bis zu 1000 Mal mehr Positronen pro Sekunde zur Verfügung als in jedem anderen Labor der Welt“, sagt Hugenschmidt. Das spart wertvolle Experimentierzeit. Versuche mit Positronen, die sonst Wochen dauern, können am FRM II innerhalb von einigen Minuten oder Stunden durchgeführt werden. „Gleichzeitig haben wir die Empfindlichkeit gesteigert, und es lassen sich daher völlig neue Fragestellungen in der Grundlagenphysik beantworten“, zählt Hugenschmidt weitere Vorteile auf. So untersucht man derzeit das negativ geladene Positronium, ein Teilchen, das aus zwei Elektronen und einem Positron besteht. Bei den drei Teilchen, die sich gegenseitig umkreisen, interessiert vor allem das Dreikörperproblem, das schon Kepler und Copernicus aufwarfen: Wie verlaufen die Bahnen dreier Körper unter dem Einfluss ihrer gegenseitigen Anziehung?

Die Positronen werden indirekt aus Neutronen des Reaktors erzeugt. Das Herzstück der Positronenquelle besteht aus einer Struktur aus Kadmium und Platinfolien. Das Kadmium fängt die Neutronen ein und gibt dabei hochenergetische Gammastrahlung ab. Die Energie

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München www.tum.de

Dr. Ulrich Marsch
Dr. Andreas Battenberg

Sprecher des Präsidenten
PR-Referent Campus Garching

+49.89.289.22779
+49.89.289.12890

marsch@zv.tum.de
battenberg@zv.tum.de

dieser elektromagnetischen Strahlung wird in Platin gemäß der Einsteinschen Äquivalenz von Masse und Energie $E=mc^2$ in Masse umgewandelt. Dabei entstehen zu gleichen Teilen Materie und Antimaterie: Elektronen und Positronen. Um die Positronen möglichst lange zum Experimentieren zu nutzen, muss man sie von Materie fernhalten. Denn bei Kontakt mit einem Elektron zerstrahlen sie sofort.

Positronen werden außer für Grundlagenexperimente vor allem in der Materialforschung eingesetzt, weil sie nicht nur Defekte im Atomgitter erkennen, sondern auch Atomsorten unterscheiden können. Je nach Element zerstrahlen die Positronen bei der Berührung mit den Elektronen unterschiedlich. Die dabei messbare Gammastrahlung ist wie ein Fingerabdruck spezifisch für ein Element. Die Empfindlichkeit der Positronen wiesen die Forscher um Christoph Hugenschmidt nun in einem Versuch mit Aluminium und Zinn nach. Unter einer nur 200 Nanometer dünnen Schicht aus 500 Lagen Aluminium-Atomen wurde eine einzelne Lage aus Zinn-Atomen eingebettet. Trotzdem konnten die Positronen die Zinnschicht aufspüren.

Diese Messtechnik soll nun nicht nur Defekte auf atomarer Ebene zeigen, sondern wird zukünftig auf dotierte Halbleiter und metallische Werkstoffe angewandt werden, um darin kleinste Verunreinigungen sichtbar zu machen. Dazu entwickelt Hugenschmidt gerade neue Messapparaturen an der Positronenquelle des FRM II und unternimmt Experimente in Kooperation mit der Universität der Bundeswehr München, der Ludwig-Maximilians-Universität München und dem Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg.

Originalpublikationen:

Unprecedented intensity of a low energy positron beam;
C. Hugenschmidt, B. Löwe, J. Mayer, C. Piochacz, P. Pikart, R. Repper, M. Stadlbauer, and K. Schreckenbach;
Nucl. Instr. Meth. A 593 (2008) 616 – DOI: [10.1016/j.nima.2008.05.038](https://doi.org/10.1016/j.nima.2008.05.038)

High elemental selectivity to Sn submonolayers embedded in Al using positron annihilation spectroscopy;
C. Hugenschmidt, P. Pikart, M. Stadlbauer, and K. Schreckenbach;
Phys. Rev. B 77 (2008) 092105 – DOI: [10.1103/PhysRevB.77.092105](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.77.092105)

Bildmaterial (kostenfrei verwendbar unter der Angabe der Quelle TUM):

<http://mediatum2.ub.tum.de/node?cunfol=816691&dir=816691&id=816691>

Kontakt:

Dr. Christoph Hugenschmidt
Technische Universität München
Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II)
85748 Garching
Tel: +49.(0)89.289.14609
E-Mail: Christoph.Hugenschmidt@frm2.tum.de
Internet: <http://e21.frm2.tum.de/index.php?id=152L=2>

Die **Technische Universität München (TUM)** ist mit rund 420 Professorinnen und Professoren, 6.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern (einschließlich Klinikum rechts der Isar) und 23.000 Studierenden eine der führenden technischen Universitäten Europas. Ihre Schwerpunktfelder sind die Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften, Medizin und Wirtschaftswissenschaften. Nach zahlreichen Auszeichnungen wurde sie 2006 vom Wissenschaftsrat und der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Exzellenzuniversität gewählt. Das weltweite Netzwerk der TUM umfasst auch eine Dependence in Singapur. Die TUM ist dem Leitbild einer unternehmerischen Universität verpflichtet.

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München www.tum.de

Dr. Ulrich Marsch
Dr. Andreas Battenberg

Sprecher des Präsidenten
PR-Referent Campus Garching

+49.89.289.22779
+49.89.289.12890

marsch@zv.tum.de
battenberg@zv.tum.de