

6. März 2008

[IQOQI Medieninformation 5/2008](#)

Sperrfrist: Donnerstag, 6. März 2008, 20.00 Uhr MEZ !!!



---

**Institut für Quantenoptik und Quanteninformation**  
Österreichische Akademie der Wissenschaften

---

Otto Hittmair-Platz 1 / Technikerstraße 21a  
6020 Innsbruck, Austria, Europe  
Tel +43 512 507 4701  
Fax +43 512 507 9815  
iqoqi-ibk@oeaw.ac.at  
[www.iqoqi.at](http://www.iqoqi.at)

---

Geschäftsführender Direktor  
Univ.Prof. Dr. Rainer BLATT  
rainer.blatt@oeaw.ac.at

---

## **Meilenstein: Frequenzmessung auf 17 Dezimalstellen genau**

**Forscher der Universität Innsbruck  
an Weltrekord-Experiment beteiligt**

**Einen neuen Weltrekord bei der Präzisionsmessung von optischen Frequenzen haben Wissenschaftler des National Institute of Standards and Technology (NIST) in Boulder, USA, aufgestellt. Einen wesentlichen Beitrag dazu hat der Experimentalphysiker Dr. Piet O. Schmidt geleistet, der seit drei Jahren an der Universität Innsbruck forscht. Die Forscher berichten über ihren bahnbrechenden Erfolg in der Fachzeitschrift Science.**

Der Lauf der Zeit kann schon heute extrem genau gemessen werden. Eine Reihe von Cäsium-Atomuhren auf der ganzen Welt geben uns die Sekunde vor. Die modernsten dieser Uhren zeigen heute eine Abweichung von nur wenigen Sekunden in 300 Millionen Jahren. Den Physikern ist das aber noch nicht genau genug. Sie forschen an optischen Atomuhren, die mit Lichtfrequenzen arbeiten und noch einmal um den Faktor 1.000 genauer sein sollen. Wissenschaftlern am National Institute of Standards and Technology (NIST) in Boulder, USA, ist nun ein großer Durchbruch gelungen. „Meine Kollegen am NIST haben die Genauigkeit von zwei optischen Atomuhren um einen Faktor 10 gegenüber den besten bisherigen Uhren verbessert. Um das zu beweisen, wurden die Frequenzen der beiden Uhren miteinander verglichen und eine Abweichung von nur  $5,2 \times 10^{-17}$  festgestellt. Das ist, wie wenn man den Abstand der Erde zur Sonne auf ein Zehntel des Durchmessers eines Haars bestimmen könnte, und damit ein Weltrekord“, freut sich Dr. Piet Schmidt, der als Postdoc das Experiment in Boulder mit aufgebaut und erste Messungen daran durchgeführt hat. Heute forscht der START-Preisträger am Institut für Experimentalphysik der Universität Innsbruck.

### **Eine quantenlogische Uhr**

Die Wissenschaftler in den USA benutzten einzelne Quecksilber- und Aluminium-Ionen in ihren optischen Atomuhren. „Das Aluminium-Ion hat einen sehr schmalen Uhrenübergang, der sich zudem als besonders resistent gegenüber äußeren Einflüssen gezeigt hat. Das Ion kann aber nur sehr schwer kontrolliert werden“, sagt Piet Schmidt. „Wir verwenden dafür Techniken, die auch für den Bau des



**OAW**  
Österreichische Akademie  
der Wissenschaften

Quantencomputers zum Einsatz kommen.“ Dabei wird dem Aluminium-Ion ein Beryllium-Ion zur Seite gestellt, das als eine Art Vermittler dient und sowohl bei der Laserkühlung als auch bei der Messung hilft. Diese so genannte Quantenlogik-Spektroskopie wurde von Piet Schmidt und seinen Kollegen am NIST vor drei Jahren zum ersten Mal realisiert. Das Quecksilber-Ion kann hingegen direkt mit Lasern gekühlt und ausgelesen werden. Daher kommt hier die übliche Quantensprungspektroskopie zum Einsatz. Da die Ionen nicht kontinuierlich Signale für die Messung liefern, werden sie mit hochstabilen Lasern gekoppelt, die wie ein Schwungrad die Lichtfrequenz erhalten und durch regelmäßige Messungen an den Ionen immer wieder geeicht werden. Die Wissenschaftler können dann die Frequenzen der beiden Atomuhren mit Hilfe eines optischen Frequenzkamms vergleichen. Diese Messungen sind allerdings extrem sensibel. So müssen zum Beispiel Effekte der Gravitation berücksichtigt werden. Der Abstand der beiden Atomuhren vom Erdmittelpunkt darf um nicht mehr als 10 cm differieren. Dies eröffnet aber auch neue Perspektiven für die Forscher. So könnten die Atomuhren in Zukunft auch zur Untersuchung des Gravitationsfelds der Erde verwendet werden.

### **Sind Naturkonstanten wirklich konstant?**

„Besonders interessant sind aber Messungen über längere Zeiträume hinweg“, erklärt Schmidt. „Damit können wir nämlich überprüfen, ob sich fundamentale Naturkonstanten langfristig ändern. Und das wäre natürlich spektakulär, denn die gängige Theorie sieht so etwas nicht vor.“ Die Forscher in Boulder konnten mit ihren Messungen aber beruhigen: Die Feinstrukturkonstante  $\alpha$  änderte sich über die Laufzeit von einem Jahr nicht signifikant. Genau hier setzt Piet Schmidt auch mit seinen neuen Experimenten in Innsbruck an. Er möchte die Änderung von Naturkonstanten weiter untersuchen und Messdaten generieren, die Astrophysikern helfen sollen, ihre Datenauswertung zu verbessern. Denn es gibt astrophysikalische Beobachtungen, die andeuten, dass sich die Feinstrukturkonstante  $\alpha$  bei der Entwicklung des Kosmos verändert hat. „Wenn das neue Haus der Physik in Innsbruck gebaut wird, könnten wir dort dafür ähnliche Bedingungen schaffen, wie es sie in Boulder gibt“, hofft Piet Schmidt auf Unterstützung für seine Pläne.

### **START-Preisträger**

Piet Schmidt wurde 1970 in Schwäbisch Hall in Deutschland geboren. Er studierte an der Universität Konstanz Physik und verbrachte ein Auslandsjahr an der Portland State University in den USA. Sein Doktoratsstudium absolvierte er zunächst in Konstanz und dann an der Universität Stuttgart, wo er 2003 promovierte. Bis 2005 arbeitete er als Postdoc in der Arbeitsgruppe von David Wineland und Jim Bergquist am National Institute of Standards and Technology (NIST) in Boulder, USA. Seither ist er Assistent in der Arbeitsgruppe von Univ.-Prof. Dr. Rainer Blatt an der Universität Innsbruck. Im Juni 2006 wurde er mit dem höchsten Preis für Nachwuchswissenschaftler in Österreich, dem START-Preis, ausgezeichnet.

**+++++++ Bitte beachten Sie die Sperrfrist: Donnerstag, 6. März 2008, 20.00 Uhr MEZ ++++++**

Bilder finden Sie unter: <http://www.iqoqi.at/media/download/>

Eine Animation zum Experiment finden Sie auf der NIST-Homepage unter:  
[http://www.nist.gov/public\\_affairs/releases/logic\\_clock/logic\\_clock.html](http://www.nist.gov/public_affairs/releases/logic_clock/logic_clock.html)

Publikation: „Frequency Ratio of Al<sup>+</sup> and Hg<sup>+</sup> Single-Ion Optical Clocks; Metrology at the 17th Decimal Place“, Rosenband T, Hume DB, Schmidt PO, Chou CW, Bruschi A, Lorini L, Oskay WH, Drullinger RE, Fortier TM, Stalnaker JE, Diddams SA, Swann WC, Newbury NR, Itano WM, Wineland DJ, Bergquist JC, Science Express am 6. März 2008.

Zur Quantenlogik-Spektroskopie: „Spectroscopy Using Quantum Logic“, Schmidt PO, Rosenband T, Langer C, Itano WM, Bergquist JC, Wineland DJ, Science 309, 749 (2005).  
[<http://dx.doi.org/10.1126/science.1114375>]

Kontakt:

Dr. Piet O. Schmidt  
Institut für Experimentalphysik, Universität Innsbruck  
Technikerstraße 25, 6020 Innsbruck, Österreich  
Tel.: +43 512 507-6398 oder -6372  
Fax: +43 512 507-2921  
E-Mail: [piet.schmidt@uibk.ac.at](mailto:piet.schmidt@uibk.ac.at)  
Web: <http://www.quantumoptics.at/>

Dr. Christian Flatz  
Public Relations  
Institut für Quantenoptik und Quanteninformation  
Österreichische Akademie der Wissenschaften  
Technikerstraße 21a, A-6020 Innsbruck,  
Tel. +43 650 5777122  
E-Mail: [pr-iqoqi@oeaw.ac.at](mailto:pr-iqoqi@oeaw.ac.at)