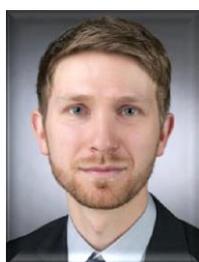


Garching, 7. März 2018

Presse-Information

## Helmholtz-Preis 2018 für Axel Bayer und Lothar Maisenbacher

*Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Quantenoptik erhalten den Helmholtz-Preis für hochpräzise Laserspektroskopie an regulärem Wasserstoff, die den unerwartet kleinen Protonenradius von myonischem Wasserstoff bestätigt.*



Dr. Axel Bayer  
(Foto: privat)



Lothar Maisenbacher  
(Foto: MPQ)

Der diesjährige Helmholtz-Preis für „Präzisionsmessungen in der Grundlagenforschung“ geht an Dr. Axel Bayer und Lothar Maisenbacher vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching. Die beiden Wissenschaftler aus der Abteilung Laserspektroskopie von Prof. Theodor W. Hänsch erhalten die Auszeichnung für die „präziseste Messung der Rydberg-Konstanten in Wasserstoff und wichtige Hinweise zur Lösung des Proton-Puzzles“. Der mit 20 000 Euro dotierte Helmholtz-Preis ist die höchste europäische Auszeichnung auf dem Gebiet der Metrologie. Er wird seit 1973 alle zwei bis drei Jahre gemeinsam vom Stifterverband und dem eng mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig verbundenen Helmholtz-Fonds für herausragende Präzisionsmessungen in der Physik, Chemie und Medizin vergeben. Die Preise werden am 17. Mai 2018 im Rahmen des 670. *WE-Heraeus-Seminars „Fundamental Constants: Basic Physics and Units“* im Physikzentrum in Bad Honnef überreicht werden.

Wasserstoff ist das einfachste aller chemischen Elemente. Für die Energieniveaus dieses Systems liefert die Quantenelektrodynamik Vorhersagen, die mittlerweile auf 12 Dezimalstellen genau sind. Wasserstoff spielt deshalb eine Schlüsselrolle für unser Verständnis von der Natur. Durch den Vergleich zwischen Theorie und Experiment lassen sich fundamentale Größen wie die Rydberg-Konstante und der Ladungsradius des Protons bestimmen, von denen die theoretischen Voraussagen abhängen. Hat man genügend Messdaten zur Verfügung, so lassen sich diese Konstanten auf verschiedene Weise bestimmen und durch Vergleich der Werte die Quantenelektrodynamik überprüfen.

Auf diese Weise ergaben sich aus Messungen an myonischem Wasserstoff, die im Jahre 2010 durchgeführt wurden, ein wesentlich kleiner Protonenradius als sich aus den Messungen an regulärem Wasserstoff ermittelt wurde (*Nature* 466, 213 (2010)). Diese Abweichung gab Anlass zu zahlreichen Debatten über die möglichen Ursachen, bis hin zu möglichen Erweiterungen des Standardmodells der Physik. „Für die Auflösung des ‚Proton-Rätsels‘ ist es daher besonders wichtig, einzelne neue Messungen mit hoher Genauigkeit und, soweit möglich, anderen experimentellen Ansätzen durchzuführen“, betont Lothar Maisenbacher, Doktorand in der Abteilung Laserspektroskopie.

Um sowohl Rydberg-Konstante und als auch Protonenradius nur durch Spektroskopie an regulärem Wasserstoff zu bestimmen, müssen zwei ver-

Presse- und  
Öffentlichkeitsarbeit  
Dr. Olivia Meyer-Streng

Telefon: 089 / 32 905-213

E-Mail:  
olivia.meyer-streng@mpq.mpg.de

Hans-Kopfermann-Str. 1  
D-85748 Garching b. München

Telefon: 089 / 32 905-0  
Telefax: 089 / 32 905-200

schiedene Übergangsfrequenzen gemessen werden. Als Eckpfeiler dient dabei die mit Abstand schärfste Resonanz, der sogenannte 1S-2S-Übergang, dessen Frequenz vom MPQ-Team 2011 mit Laserspektroskopie auf 15 Dezimalstellen genau gemessen wurde (*Phys. Rev. Lett.* 107, 203001 (2011)). Diese hohe Genauigkeit wurde nicht zuletzt durch die Entwicklung des Frequenzkamms möglich, für den Prof. Hänsch 2005 den Physik-Nobelpreis erhielt. Als zweiten Übergang wählte das MPQ-Team den sogenannten 2S-4P-Übergang, der vom metastabilen 2S-Zustand in den deutlich kurzlebigeren 4P-Zustand führt.

Mit neuen Experimentiermethoden schafften es die Garching Physiker, die Frequenz des 2S-4P-Übergangs in Wasserstoff auf 2.3 kHz genau zu bestimmen, was einer relativen Messungengenauigkeit von  $4 \times 10^{-12}$  entspricht. Diese Messung ist fast so genau wie alle anderen bisherigen Experimente an regulärem Wasserstoff zusammengenommen. Die daraus abgeleiteten Werte für die Rydbergkonstante und den Protonenradius stimmen sehr gut mit den Messungen an myonischem Wasserstoff überein, liegen aber 3,3 Standardabweichungen unter dem Mittel der bisherigen spektroskopischen Messungen an regulärem Wasserstoff (*Science*, 6. Oktober 2017). „Unsere Ergebnisse geben den Hinweis, dass die Diskrepanzen auf Messungengenauigkeiten in früheren Experimenten zurückgehen könnten“, meint Prof. Thomas Udem, der Leiter des Projektes. „Doch um die Ursachen umfassend zu klären, benötigen wir weitere Messungen mit vielleicht noch höherer Genauigkeit.“

*Olivia Meyer-Streng*

#### **Originalveröffentlichung:**

Axel Beyer, Lothar Maisenbacher, Arthur Matveev, Randolph Pohl, Ksenia Khabarova, Alexey Grinin, Tobias Lamour, Dylan C. Yost, Theodor W. Hänsch, Nikolai Kolachevsky, Thomas Udem

#### **The Rydberg constant and proton size from atomic hydrogen**

*Science*, 6. Oktober 2017, DOI:10.1126/science.aah6677

#### **Kontakt:**

##### **Lothar Maisenbacher**

Max-Planck-Institut für Quantenoptik  
Hans-Kopfermann-Straße 1  
85748 Garching b. München  
Telefon: +49 (0)89 / 32 905 - 295  
E-Mail: lothar.maisenbacher@mpq.mpg.de

##### **Prof. Dr. Thomas Udem**

Max-Planck-Institut für Quantenoptik  
Hans-Kopfermann-Straße 1  
85748 Garching b. München  
Telefon: +49 (0)89 / 32 905 - 282  
E-Mail: thomas.udem@mpq.mpg.de

##### **Dr. Olivia Meyer-Streng**

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Max-Planck-Institut für Quantenoptik  
Hans-Kopfermann-Str. 1  
80748 Garching b. München  
Telefon: +49 (0)89 / 32 905 - 213  
E-Mail: olivia.meyer-streng@mpq.mpg.de