

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Inhalte

- Editorial
- Personalinformationen / Preise
- Betriebsrat
- Vereinbarkeit Beruf und Familie
- Projekteinwerbung
- Forschungsergebnisse/Research Highlights
- EDV/IT
- Allgemeines

Editorial

Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,

Vor fast genau 4 Jahren habe ich in einem Editorial für den MBI Newsletter beschrieben, wie ich als Gutachter eines Forschungsantrags mit einem besonders krassen Fall eines Plagiats konfrontiert wurde. Beim Lesen der Einleitung kam mir damals der Inhalt sehr vertraut vor, bis ich bemerkte, dass es sich um einen Text handelte, den ich selbst ein paar Monate früher für einen Beitrag verfasst hatte. Folglich ging ich in dem Editorial auf die überaus große Bedeutung der eigenständig verfassten, wissenschaftlichen Arbeit ein; die Wissenschaftsgemeinschaft kann und wird es niemals tolerieren, wenn fremde Leistungen und Arbeiten einfach kopiert werden.

Dessen ungeachtet deuten einige Hinweise aus den letzten vier Jahren darauf hin, dass Plagiate auf dem Vormarsch sind. In meiner Lehrveranstaltung zur ultraschnellen Laserphysik an der FU Berlin, wo Studierende üblicherweise eine eigenständig verfasste Hausarbeit zu einem von ihnen gewählten Thema schreiben sollen, gab es bereits einige Fälle, bei denen der abgelieferte Text zu erheblichen Teilen aus zusammenkopierten Passagen aus bereits veröffentlichten Beiträgen stammte.

Nun ist auch das MBI vom Plagiierten betroffen. Kürzlich beschäftigte ich mich mit einer Doktorarbeit und wurde bei einigen Textstellen stutzig. Und tatsächlich, eine schnelle Google-Suche zeigte: Die Textpassagen entstammten nicht etwa dem kreativen Kopf des fraglichen Doktoranden sondern einer Reihe publizierter Forschungsartikel und Vorlesungsskripten, die leicht im Internet abrufbar waren.

Dabei hatte ich noch Glück, den Plagiatsfall bereits zu diesem Zeitpunkt entdeckt zu haben. Man stelle sich nur vor, die Doktorarbeit wäre bereits eingereicht und erfolgreich verteidigt worden. Wie eine Zeitbombe, die irgendwann hätte explodieren können, könnte die Arbeit dann enormen Schaden für den Doktoranden selbst bedeuten sowie erheblichen Kollateralschaden für mich als Betreuer der Arbeit und - viel wichtiger - für das Institut nach sich ziehen.

Das MBI kann sich auf Dauer aber nicht auf sein Glück verlassen. Der jüngste Plagiatsfall wurde daher ausführlich im

Editorial

Dear Members of the MBI,

Almost exactly 4 years ago, I wrote an editorial for the MBI Newsletter, where I related the story of how, shortly before, I had received a proposal for review where I encountered a blatant case of plagiarism. While reading the introduction of the proposal, I was struck by how familiar it all sounded, until I recognized the text that I was reading as the very same text that I had written myself for a review article several months before. Accordingly, I wrote an editorial, emphasizing the importance of scientific work being original, and emphasizing how in science copying other people's work cannot be tolerated.

Nevertheless, the last 4 years have provided several hints that plagiarism may be on the rise. There were multiple instances at my course on ultrafast laser physics at the FU Berlin, where I asked students to submit an original paper on a topic that they could choose from a list, only to see that manuscripts were handed in with extended passages cut and pasted from the published literature.

Now, most recently, plagiarism has reached the MBI. In a recent doctoral thesis I was struck by and became suspicious about several passages that I encountered. Indeed, a quick Google search revealed where these passages originated. Not in the creative mind of the PhD student in question, but in a series of published papers and lecture notes, both easily available on the internet.

I felt rather lucky to have discovered this instance of plagiarism this time around. Just imagine the scenario, where this PhD thesis had been submitted, and had been successfully defended. It would have created a time-bomb that could have gone off any time in the future, creating tremendous harm for the PhD-student in question, and substantial collateral damage for me, and – most important of all – the institute.

MBI is not going to rely on this kind of luck in future. The recent plagiarism case has been discussed in detail in the Direktorium, and as a result the directors have decided that in future any manuscript or thesis that leaves the institute will first have to be checked using a plagiarism software that the institute is currently getting a license for.

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Direktorium diskutiert und als Ergebnis haben wir Direktoren beschlossen, dass jedes Manuskript und jede wissenschaftliche Arbeit, die das Haus verlassen soll, zunächst mithilfe einer Plagiatssoftware geprüft wird. Die entsprechende Software wird gegenwärtig beschafft.

Auch auf die Gefahr eines Selbstplagiats hin, möchte ich nochmal betonen, was ich bereits vor vier Jahren geschrieben habe: Es gibt in der Wissenschaft keinen Raum für Plagiate. Alle wissenschaftlichen Beiträge, Texte und Abschlussarbeiten, die an einem Forschungsinstitut wie dem MBI angefertigt werden, müssen zwingend Originale sein, d.h. Ergebnis eines eigenständigen, kreativen Aktes der beteiligten Autorinnen und Autoren sein, ohne dass bereits existierende Texte kopiert werden. Dieser einfache Grundsatz sollte eigentlich allen Beteiligten klar sein; falls dem einmal nicht so sein sollte: die neue Plagiatssoftware, die in Kürze Anwendung findet, wird uns beim Kampf gegen die Plagiate unterstützen.

Für das Direktorium:
M. Vrakking

At the risk of plagiarizing myself, let me write once more what I wrote in my editorial 4 years ago: there is no place in science for plagiarism. Any paper and any thesis that are produced in a scientific institute like MBI should reflect the original work and creativity of the author(s), and cannot re-use existing texts. It is a simple concept that should be (and should have been) clear to everybody, but just in case it's not: with the new plagiarism software that will be introduced shortly, we will have an additional line of defense in future.

For the Board of Directors:
M. Vrakking

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Personalinformationen

Neue Mitarbeiter und Gäste des Max-Born-Instituts
(Stand: 14.08.2017 - alphabetische Reihenfolge)

Vincent Femy
Praktikant A3
Tel. n.n.
E-Mail: n.n.@mbi-berlin.de
Beginn: 10.07.2017



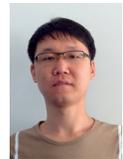
Dr. Daniel Schick
Wissenschaftler B4
Tel. 1311
E-Mail: schick@mbi-berlin.de
Beginn: 01.08.2017



Anton Klimek
Praktikant A2
Tel. 1207
E-Mail: klimek@mbi-berlin.de
Beginn: 14.08.2017



Prof. Dr. Yongguang Zhao
Gastwissenschaftler A3
Tel. 1288
E-Mail: zhao@mbi-berlin.de
Beginn: 17.07.2017



Melanie Krause
Technikerin A1
Tel. 1211
E-Mail: krause@mbi-berlin.de
Beginn: 01.08.2017



Ausgeschiedene:
(Stand 14.08.2017)

Dr. Achintya Kundu
Wissenschaftler C1
Tel. 1414
E-Mail: kundu@mbi-berlin.de
Beginn: 01.06.2017



Baraa Asfari
Dr. Ihar Babushkin
Andrey Boyko
Dr. Weidong Chen
Alexandra Churikova
Friedrich Konrad Freyse
Thomas Fujii Schmitt
Dr. Robert Jung
Nadia Kichler
Max Liebmann
Chih-Hsuan Lu
Chao Luan
Dr. Xavier Mateos
Michel Natalie
Pascal Rustige
Marcel Schloz
Daniel Stolz
Robin Wehner
Henri Zimmermann

Doktorand A2
Wissenschaftler T1
Gastwissenschaftler A3
Gastwissenschaftler A3
Gastwissenschaftlerin B4
Master A2
Praktikant C1
Wissenschaftler B1
Gastwissenschaftlerin A2
stud./wiss. Hilfskraft C2
Gastwissenschaftler A3
Doktorand, A2
Wissenschaftler A3
Gastwissenschaftler A3
Master C2
Master A3
Bachelor B3
Techniker C2
Doktorand B2

Floriana Laudani
Praktikum / Bachelor C2
Tel. 1456
E-Mail: laudani@mbi-berlin.de
Beginn: 31.07.2017



Nils Niggemann
Praktikant A2
Tel. 1207
E-Mail: n.n.@mbi-berlin.de
Beginn: 01.08.2017



Jakob Schauss
stud./wiss. Hilfskraft C1
Tel. 1496
E-Mail: n.n.
Beginn: 01.06.2017



Habilitationen/Abgeschlossene Dissertationen/
Master- & Diplomarbeiten

Valeria Serbinenko
Multidimensional high harmonic spectroscopy
Dissertation (2017) TU Berlin

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Wir trauern um unseren Kollegen

Dr. Gerd Priebe

*25.02.1963 † 02.08.2017

Uns hat die traurige Nachricht erreicht, dass unser ehemaliger Kollege Gerd Priebe verstorben ist. Gerd Priebe promovierte an der TU-Berlin und arbeitete in der Abteilung B1 des Max-Born-Institutes von 2001 - 2006 und 2009 - 2013. In den Jahren 2006 - 2009 baute er federführend ein Lasersystem am Daresbury Laboratory auf, im Jahr 2013 wechselte er an die European XFEL GmbH in Hamburg. Neben seinen Forschungsbeiträgen am MBI zu Plasma basierten Röntgenlasern und der Hochleistungslaserphysik wird uns Gerd Priebe als sehr engagierter, freundlicher Kollege in Erinnerung bleiben, der immer ansprechbar für große und kleine Probleme anderer war.



MBI Interner Newsletter

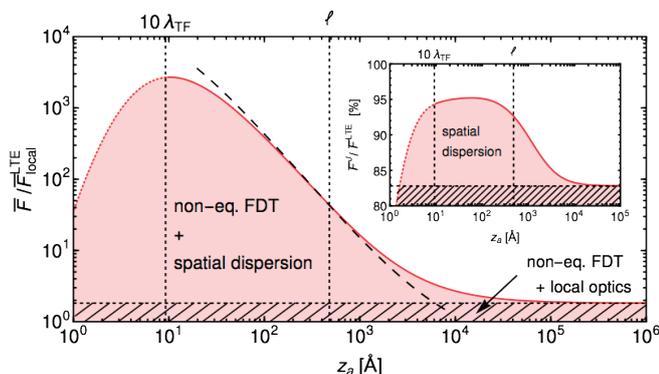
8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Preis

Daniel Reiche erhält den “Lise-Meitner-Preis” für seine Masterarbeit am Max-Born-Institut

Während der jährlichen Verabschiedung der Absolventen des Masterstudiengangs Physik am 21. Juli 2017 wurde *Daniel Reiche* von der gemeinsamen MBI-HU Gruppe (T3) der Lise-Meitner-Preis der “Vereinigung der Freunde und Förderer des Instituts Physik der Humboldt-Universität zu Berlin” verliehen. Daniel Reiches Abschlussarbeit untersuchte fluktuationsinduzierte Atom-Oberflächen-Effekte sowohl im Gleichgewicht als auch im Nicht-Gleichgewicht und wurde am MBI unter Betreuung von Prof. Dr. Kurt Busch und Dr. Intravaia durchgeführt. Der erste Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der Rolle von “Eddy Currents” (Wirbelströmen) in magnetischer Casimir-Polder-Wechselwirkung zwischen einem Atom und einer Oberfläche aus räumlich nichtlokalem Material. Die Arbeit führte zu einer Neudefinition der Thouless-Energie, d.h. die Energie, die man benötigt, um Eddy-Moden anzuregen [1]. In der Nicht-Gleichgewichtssituation eines sich parallel zu einer Oberfläche bewegenden Atoms erweiterte Daniel zudem die Beschreibung von Quantenreibung auf nichtlokale Materialien und zeigte, dass diese Quanten-Bremskraft um bis zu drei Größenordnungen verstärkt werden kann, wenn der Atom-Oberflächen-Abstand kleiner als die mittlere freie Weglänge der Oberflächenenergie gewählt wird (siehe Fig. 1) [2]. Dieser zweite Teil der Abschlussarbeit wurde auch in Kollaboration mit Dr. Diego A.R. Dalvit vom “Los Alamos National Laboratory” (USA) während eines zweimonatigen Aufenthalts in New Mexico durchgeführt. Der Aufenthalt wurde durch ein Stipendium innerhalb des PROMOS Programmes des DAAD gefördert.

Im Zuge der gleichen Zeremonie wurde außerdem *Dr. Julia Werra*, auch Mitglied der gemeinsamen MBI-HU Gruppe (T3), der Lise-Meitner-Preis für ihre Doktorarbeit “*Probing plasmonic nanostructures: A theoretical study of light-matter interaction in graphene-based and metallic systems*” verliehen.



Prize

Daniel Reiche receives the “Lise-Meitner Prize” for his Master thesis at the Max Born Institute

During the annual diploma ceremony on July 21st 2017, Daniel Reiche from the joint MBI-HU group (T3) was awarded with the Lise-Meitner Prize by the “Vereinigung der Freunde und Förderer des Institutes für Physik der Humboldt-Universität zu Berlin”. Daniel Reiche’s thesis investigated equilibrium and non-equilibrium atom-surface fluctuation-induced effects and the work was performed at the MBI under the supervision of Prof. Dr. Kurt Busch and Dr. Francesco Intravaia. The first part of the thesis dealt with the role played by eddy currents in the magnetic Casimir-Polder interaction between an atom and a surface made by a spatially dispersive material. The work led to the redefinition of the Thouless energy, i.e. the energy it takes to excite the eddy modes [1]. Within the nonequilibrium scenario of an atom moving parallel to a surface, Daniel extended the description of quantum friction to nonlocal materials and showed that, for atom-surface separation smaller than electron’s mean free path, this quantum drag force can be enhanced up to three orders of magnitude (see Fig. 1) [2]. This second part of the thesis was also done in collaboration with Dr. Diego A.R. Dalvit from the Los Alamos National Laboratory (USA) during a two-month long stay in New Mexico, funded by a fellowship within the PROMOS program of the DAAD.



During the same ceremony, *Dr. Julia Werra*, another member of the joint MBI-HU group (T3), was awarded with the Lise-Meitner Prize for her PhD thesis “*Probing plasmonic nanostructures: A theoretical study of light-matter interaction in graphene-based and metallic systems*”

Figure 1. Verstärkung der Quantenreibungskraft, die auf ein sich oberhalb einer Oberfläche aus nichtlokalem Material bewegendes Atom wirkt, durch räumliche Dispersion.

Figure 1. Enhancement due to spatial dispersion of the quantum frictional force acting on an atom moving above a surface made by a nonlocal material.

[1] D. Reiche, D.A.R. Dalvit, F. Intravaia and K. Busch (2017). In preparation.

[2] D. Reiche, D.A.R. Dalvit, K. Busch and F. Intravaia, Phys. Rev. B 95, 155448 (2017)

Contact: D. Reiche, Tel. 1213, F. Intravaia, Tel. 1261, K. Busch Tel. 1261

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Betriebsrat

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

gleich zwei Themen möchten wir als Betriebsrat in diesem Newsletter ansprechen: das MBI-Sommerfest und die Betriebsratswahlen im nächsten Jahr.

Zum Sommerfest: Wir sind in der Vergangenheit mehrere Male angesprochen worden, warum im Jahre 2016 keine solche Veranstaltung stattgefunden habe und wie schade das sei. Wir teilen diese Auffassung, zumal uns bewusst ist, dass das Sommerfest in den Jahren zuvor eine feste Größe im Institutsleben darstellte.

Allerdings sind Vorbereitung, Durchführung und auch Nachbereitung eines solchen Festes mit einigem Aufwand verbunden. Es bedarf einer Menge fleißiger Hände. Deshalb unsere Fragen, ob es in der Belegschaft Interesse an einem Sommerfest – vielleicht Anfang bis Mitte September - gibt und wer bereit ist, die Aktion tatkräftig zu unterstützen. Wir nehmen diese Meldungen gerne entgegen und werden versuchen, die Interessenten miteinander zu vernetzen.

Nach vier Jahren ist es wieder soweit: Im Frühjahr 2018 finden bundesweit die Betriebsratswahlen statt. So auch im MBI. Wer sich vorstellen kann, entweder für den Betriebsrat zu kandidieren oder als Mitglied der Wahlkommission diesen demokratischen Akt mitzugestalten und zu unterstützen, ist herzlich dazu eingeladen. Bitte scheuen Sie sich nicht, Kontakt mit uns aufzunehmen.

Unsere Kontaktdaten finden Sie im Intranet unter:

<http://intern.mbi-berlin.de/de/more/betriebsrat/index.html>

Viele Grüße
Ihr Betriebsrat

Works Council

Dear Colleagues,

the works council wants to bring up two points in this Newsletter: First the summer barbecue and second the forthcoming work council election in 2018.

Several times in the past we had been asked about the summer barbecue and that it was a pity the barbecue didn't take place last year. We share this opinion. This barbecue was a traditional event in the Institute's life and culture.

However, the preparations before and after such events are linked with some work. In other terms, a number of busy hands is needed. Therefore, we are interested in knowing who would like to have a summer barbecue - in early September - and of course, who would be ready to actively arrange and organize it. We are gathering the various information and interests and try to link them.

After almost four years the next works council election are getting closer. In Spring 2018 the regular work council elections are taking place throughout Germany and also at MBI. In order to prepare the forthcoming elections we would like to know who is interested in running for a position of a work council member or supporting the election committee in carrying out this democratic act.

Please do not hesitate to contact us and visit the intranet for the contact data:

<http://intern.mbi-berlin.de/de/more/betriebsrat/index.html>

Kind regards,
Your Works Council

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Projekteinwerbungen

Bereich B

Projektbezeichnung: DESY Zeuthen Umbau Photokathoden Lasersystem am PITZ

Agreement on collaboration in Acceleration R&D at PITZ vom Dezember 2014 - Anhang 1

Laufzeit: 18.04.2017 - 31.12.2018

Projektleiter: I. Will

Geldgeber: DESY

Bereich C

Projektbezeichnung: Micro-photoluminescence measurements

Laufzeit: 12.05.2017 - 30.09.2017

Projektleiter: W. J. Tomm

Geldgeber: TRUMPF Photonics Inc.

Bereich T

Projektbezeichnung: AvH Bosnien Forschungszuschuss Prof. Milosevic

Laufzeit: 01.08.2017 - 31.12.2017

Projektleiter: W. Becker

Geldgeber: A.v. H. Stiftung

Projektbezeichnung: DFG FI 2043/1-1 2. Förderabschnitt Neuartige nichtlineare spektroskopische Nachweisverfahren der primären Photoreaktionen in Photolyasen und Cryptochromen - Nachwuchsgruppe im Emmy Noether Programm

Laufzeit: 01.08.2017 - 31.12.2017

Projektleiter: B. Fingerhut

Geldgeber: DFG

Projektbezeichnung: DFG HA 8252/2-1

Hochempfindliche nichtlineare Sonden für chirale Struktur und Dynamik

Laufzeit: 01.08.2017 - 31.07.2019

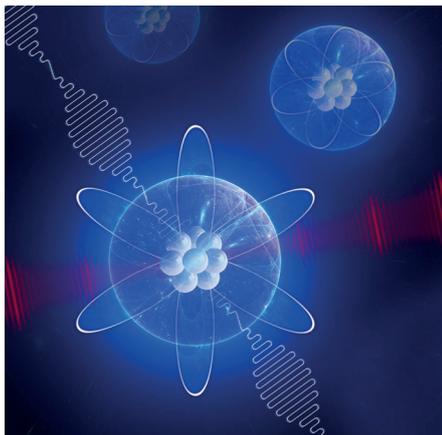
Projektleiter: A. Harvey

Geldgeber: DFG

Forschungsergebnisse

Ein perfektes Attosekunden-Experiment

Die Attosekundentechnologie revolutioniert gerade die ultraschnelle laserphysikalische Forschung und ermöglicht Experimente, die einen beispiellosen Einblick in die Struktur und zeitabhängige Dynamik von Elektronen in Atomen, Molekülen und Festkörpern liefern. In einem neuen Experiment haben Physiker von der Waseda Universität (Japan), dem National Research Council (Kanada) und dem MBI Attosekundentechnologie dazu benutzt, die quantenmechanische Wellenfunktion eines Elektrons, das durch Photoionisation erzeugt wurde, vollständig zu charakterisieren. Diese in Science erschienene Arbeit ist das erste Beispiel für ein „perfektes“ Experiment, das sich auf Attosekundentechnologie stützt.



Künstlerdarstellung eines Experiments: Die Sequenz von zwei Laserfeldern interagiert mit den Elektronen, die in einem Atom zirkulieren. Das Ergebnis ist der Nachweis der Form einer elektronischen Wellenfunktion mit einer sechsfachen Symmetrie.
Quelle: NRC Ottawa

Detection of the shape of an electronic wave function with a six-fold symmetry.

Die Entwicklung der Quantenmechanik in den ersten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts zwang Wissenschaftler dazu zu akzeptieren, dass sich Materie auf der mikroskopischen Skala nach physikalischen Regeln verhält, die sich grundsätzlich von denen in der makroskopischen Welt unterscheiden. In der mikroskopischen Welt spielen Konzepte wie die Unschärferelation eine Rolle, die die Genauigkeit beschreibt, mit der man bestimmte Eigenschaften kleiner Teilchen, z.B. ihren Ort und ihre Geschwindigkeit, zeitgleich messen kann. Darüber hinaus führt die Quantenmechanik den Welle-Teilchen-Dualismus ein, der besagt, dass das Verhalten von kleinen Teilchen manchmal besser durch Welleneigenschaften verstanden werden kann.

Diese nicht eingängigen Aussagen der Quantenmechanik beruhen auf der Tatsache, dass jede Messung an einem quantenmechanischen System nur ein Ergebnis aus einer großen Menge von möglichen Resultaten hervorbringt. Die Wahrscheinlichkeit, ein bestimmtes Ergebnis zu erhalten, wird durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung beschrieben,

Research Highlights

A perfect attosecond experiment

Attosecond science techniques are currently revolutionizing ultrafast laser physics research, and enable experiments that provide unprecedented insights into the structure and time-dependent dynamics of electrons in atoms, molecules and condensed phase systems. In a new experiment, physicists from Waseda University (Japan), the National Research Council (Canada) and the MBI have used attosecond science techniques to fully characterize the quantum mechanical wave function of an electron that is formed by photoionization. The work, reported in *Science*, is the first example of a „perfect“ experiment using attosecond technology.

The development of quantum mechanics in the early part of the last century forced scientists to accept that at the microscopic level matter behaves according to physical laws that are altogether different from the physical laws that apply in our macroscopic world. In the microscopic world concepts like the uncertainty principle play a role, posing limits on the precision with which certain properties of tiny particles, such as their position and speed, can simultaneously be measured. Quantum mechanics furthermore introduced wave-particle duality, meaning that the behavior of tiny particles can sometimes better be understood by considering the particles as waves.

These counterintuitive manifestations of quantum mechanics are due to the fact that every measurement that is performed on a quantum mechanical system only gives one out of a huge range of possible outcomes. The likelihood to measure a certain outcome is determined by a probability distribution that derives from the fundamental entity in quantum mechanics, the wave function. The wave function itself is not directly measurable, although strategies can be devised whereby multiple measurements performed on a quantum system lead to a complete characterization of the wave function.

In a paper published in *Science* (*Villeneuve et al.*, „Coherent Imaging of an Attosecond Electron Wave Packet“), a novel approach is presented for the complete characterization of an atomic wave function using novel ultrafast lasers that have only been developed in the last few years. In the measurement, the scientists characterize the wave function of an electron that is released from a Neon atom as a result of the interaction of the atom with a series of laser pulses.

Electrons are elementary particles that are responsible for everyday things like electricity. They are characterized by several properties, such as one unit of (negative) charge, and an angular momentum, which is a vector that characterizes

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

die aus der Wellenfunktion - einem fundamentalen Objekt der Quantenmechanik - abgeleitet wird. Die Wellenfunktion selbst ist nicht direkt messbar. Man kann jedoch Strategien entwickeln, wonach durch mehrfache Messung an einem quantenmechanischen System die Wellenfunktion komplett charakterisiert werden kann.

In einer Arbeit (*Villeneuve et al.*, „*Coherent Imaging of an Attosecond Electron Wave Packet*“), die in *Science* veröffentlicht wurde, wird ein neuer Ansatz für die vollständige Charakterisierung einer atomaren Wellenfunktion mit Hilfe von neuartigen ultraschnellen Lasern, die erst vor wenigen Jahren entwickelt wurden, präsentiert. In den Messungen charakterisieren die Wissenschaftler die Wellenfunktion eines Elektrons, das nach der Wechselwirkung von einem Neon-Atom mit einer Serie von Laserpulsen erzeugt wird.

Elektronen sind Elementarteilchen, die für so alltägliche Dinge wie die Elektrizität verantwortlich sind. Sie werden z.B. durch ihre (negative) Einheitsladung charakterisiert. Daneben haben sie auch einen Drehimpuls. Das ist ein Vektor, der die Rotation des Elektrons um das Zentrum eines Atoms beschreibt. Eine langsame Rotation oder eine Rotation in der Nähe des positiv geladenen Atomkerns entspricht einem niedrigen Drehimpuls, während eine schnelle Rotation oder eine Rotation weit entfernt vom Kern zu einem hohen Drehimpuls führt. Die Regeln der Quantenmechanik legen fest, dass der Drehimpuls nur bestimmte Werte annehmen kann. Folglich werden Drehimpulszustände mit „s“, „p“, „d“ und „f“ bezeichnet, was den Drehimpulsquantenzahlen $l=0-3$ entspricht. Neben der Größe des Drehimpulses spielt die Projektion des Drehimpulsvektors auf eine gewählte Achse im Laborsystem (z.B. die Polarisationsachse des im Experiment benutzten Lasers) - charakterisiert durch die magnetische Quantenzahl m - für das Ergebnis und die Interpretation von Laborexperimenten eine Rolle.

In der Veröffentlichung beschreiben die Wissenschaftler wie es Ihnen gelungen ist, die Wellenfunktionen eines ionisierten Elektrons, das Beiträge des Drehimpulses bis zu einem Wert $l=3$ (d.h. s, p, d, und f-Beiträge) enthält, vollständig zu charakterisieren. Jeder dieser Drehimpulszustände ist in der Wellenfunktion mit einer bestimmten Amplitude und Phase enthalten. Diese Amplituden und Phasen werden nun durch eine Serie von Interferenzexperimenten bestimmt. Hierbei wird die Wellennatur des quantenmechanischen Teilchens ausgenutzt. Genau wie bei zwei sich kreuzenden Wasserwellen, die sich entweder verstärken oder auslöschen, können auch Interferenzen zwischen verschiedenen Teilen einer quantenmechanischen Wellenfunktion zu einer Erhöhung oder Reduktion der Wahrscheinlichkeit führen, mit der ein Teilchen an einem bestimmten Ort oder mit einer bestimmten Geschwindigkeit nachgewiesen wird. Indem nun eine Reihe von

the rotation of the electron around the center of the atom. A slow rotation or a rotation close to the positive core of the atom, correspond to a low angular momentum, whereas a fast rotation or a rotation far away from the core imply a high angular momentum. The laws of quantum mechanics dictate that the angular momentum can only have certain distinct magnitudes. Accordingly, angular momentum states are called „s“, „p“, „d“ and „f“ for angular momentum quantum numbers $l=0-3$. In addition to the magnitude of the angular momentum, the length of the projection of the angular momentum vector onto a chosen laboratory frame axis (e.g. the polarization axis of the laser used in the experiment), characterized by the magnetic quantum number m , affects the outcome and interpretation of laboratory experiments.

In their paper, the scientists managed to accomplish a complete characterization of the wave function of the ionized electron, which contains contributions from angular momenta up to a value $l=3$ (i.e. s, p, d and f-contributions). Each of these angular momentum states is contained in the wave function with a specific amplitude, meaning a magnitude and a phase. In the experiment, these magnitudes and phases are determined by carrying out a series of interference experiments. Interference experiments exploit the wave-like character of quantum mechanical particles. Just like two water waves that cross each other can extinguish or enhance each other, so too can interference between different parts of a quantum mechanical wave function lead to an enhanced or a reduced probability to detect the particle at a particular place or with a particular speed. By performing a series of interference experiments under different conditions, pairwise interferences could be observed between the s- and d-part of the wave function, between the p- and the f-part, and finally, between all four components combined (see Figure 1). Accordingly, an exact and complete mathematical expression was obtained for the wave function of the ionized electron.

A crucial component in the accomplishment of this unique feat was the use of attosecond laser pulses ($1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$). Attosecond pulses are the shortest laser pulses that can be produced in state-of-the-art laser laboratories. They are produced in a process called „high-harmonic generation“. Here, an atomic gas is exposed to an intense infrared laser that typically has a duration in the femtosecond ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) range. If the intensity of the infrared laser is high enough, the laser can pull electrons out of the atoms, which are subsequently accelerated by the oscillatory electric field of the infrared laser. Some of the accelerated electrons collide with the atoms from which they were previously removed. When this happens, the electron may be re-absorbed by the atom. All the energy that has been invested in the ionization and acceleration of the electron is then released in the form of a very energetic light particle (i.e. photon in the extreme ultra-violet (XUV) or soft X-ray part

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Interferenzexperimenten mit unterschiedlichen Bedingungen durchgeführt wird, kann die paarweise Interferenz zwischen dem s- und d-Anteil der Wellenfunktion, dem p- und f-Anteil und schließlich zwischen allen vier Komponenten beobachtet werden (siehe Abbildung 1). Demensprechend wurde ein präziser und vollständiger mathematischer Ausdruck für die Wellenfunktion des ionisierten Elektrons erhalten.

Eine entscheidende Komponente für den Erfolg dieser einzigartigen Leistung war der Einsatz von Attosekunden-Laserpulsen ($1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$). Attosekundenpulse sind die kürzesten Laserpulse, die in modernsten Laserlaboratorien erzeugt werden können. Sie werden in einem Prozess erzeugt, der „Erzeugung hoher Harmonischer“ (engl. high-harmonic generation) genannt wird. Hierzu wird ein atomares Edelgas einem intensiven Infrarot(IR)-Laserpuls ausgesetzt, der typischerweise eine Dauer von wenigen Femtosekunden ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) hat. Wenn die Intensität des Infrarot-Lasers hoch genug ist, kann das Laserfeld Elektronen aus dem Atom herausziehen, die anschließend im oszillierenden elektrischen Feld des Infrarot-Lasers beschleunigt werden. Einige der beschleunigten Elektronen stoßen dann mit dem Atom zusammen, aus dem sie entfernt wurden. In diesem Fall kann das Elektron von dem Atom wieder aufgenommen werden. Die gesamte Energie, die für die Ionisation und Beschleunigung des Elektrons aufgebracht wurde, wird dann in der Form eines hochenergetischen Lichtpartikels (d.h. eines Photons im extremen ultra-violetten (XUV) oder weichen Röntgen-Bereich des elektromagnetischen Spektrums) freigesetzt. Da die verschiedenen Schritte der Erzeugung hoher Harmonischer auf einer Zeitskala ablaufen, die kurz im Vergleich zur Dauer einer optischen Schwingung des Infrarot-Lasers (typischerweise wenige Femtosekunden) ist, erscheint dieses XUV/Röntgen-Licht in der Form eines kurzen Attosekunden-Pulses.

In dem Experiment haben die Forscher Attosekunden-XUV-Pulse dazu benutzt, Neonatome zu ionisieren. Wenn im Experiment nur der Attosekundenpuls gefeuert wird, wird eine Kombination von s- und p-Elektronen erzeugt, deren Amplitude und relative Phase aus der gemessenen Winkelverteilung bestimmt werden kann (siehe Abbildung 1A). Wird neben dem Attosekundenpuls zusätzlich eine Kopie des Infrarot-Laserpulses zur Ionisation benutzt, können die Amplitude und relative Phase der p- und f-Komponenten gewonnen werden (siehe Abbildung 1B). Werden schließlich die Attosekundenpulse mit Hilfe eines Zwei-Farben-Laserfelds (d.h. sowohl mit dem erwähnten Infrarot-Laserpuls als auch mit einer Kopie dieses Pulses bei halber Wellenlänge) erzeugt und zusammen mit dem Infrarot-Puls benutzt, kann bei der Ionisation die Amplitude und relative Phase von allen vier Komponenten (s, p, d und f) bestimmt werden. Das Ergebnis des Experiments und die ermittelten Amplituden und Phasen aller Drehimpulscomponenten sind in Abbildung 1C und 1D

of the wavelength spectrum). Since the different steps in the high-harmonic generation process all occur on a timescale that is short compared to the duration of one optical cycle of the infrared laser (typically, just a few femtoseconds), this XUV/X-ray light appears in the form of a short - i.e. attosecond - pulse.

In the experiment the researchers used attosecond XUV pulses to ionize the Neon atoms. When only the attosecond pulse was fired in the experiment, a combination of s- and d-type electrons were formed, whose amplitude and relative phase could be determined from their angular distribution (see Figure 1A). When the ionization by the attosecond pulse was performed under conditions where beside the attosecond laser a replica of the infrared laser was present in the experiment, the amplitude and relative phase of the p- and f-components could be extracted (see Figure 1B). Finally, when the attosecond pulses were generated using a two-color laser field (both the afore-mentioned infrared laser and a copy of this laser with half the wavelength) the amplitude and relative phase of all four components (s, p, d and f) could be determined. The results of the experiment and the determination of the amplitude and phase of all angular momentum components are shown in Figures 1C and 1D. The clearly visible six-fold structure is caused by the dominant contribution of the f-orbital with $m=0$, which is produced by XUV+IR ionization. By the coherent addition of a contribution from the totally symmetric s-orbital (produced by XUV-only ionization), and changing the delay between the XUV and the IR pulse, an oscillation up and down along the vertical laser polarization axis is induced, revealing the phase of the f-orbital contribution.

The experiment is what atomic physicists consider a „complete“ experiment, yielding a complete mathematical description of the wave function of the ionized electron, and is the latest example of how attosecond science techniques are currently revolutionizing ultrafast laser physics research. With the present work, this research has for the first time reached a state of perfection.

Contact: M.J. Vrakking, Tel. 1200

Originalpublikation: Science (2017), Vol. 356, Issue 6343
"Coherent imaging of an attosecond electron wave packet"
D. M. Villeneuve, Paul Hockett, M. J. J. Vrakking, Hiromichi Niikura

<http://science.sciencemag.org/content/356/6343/1150>

(German Translation: Dr. Claus-Peter Schulz)

dargestellt. Die deutlich sichtbare sechsfache Struktur wird durch den dominanten Beitrag des f-Orbital mit $m=0$ bei der XUV+IR-Ionisation hervorgerufen. Durch die kohärente Überlagerung eines Beitrags des vollständig symmetrischen s-Orbitals (erzeugt nur durch den XUV-Puls) und die Änderung der Verzögerung zwischen XUV- und IR-Puls kann eine Auf- und Aboszillation entlang der vertikalen Laserpolarisation erzeugt werden, die die Phase des f-Orbitals sichtbar macht.

Dieses Experiment ist, was Atomphysiker als ein „komplettes“ Experiment erachten, da es eine vollständige mathematische Beschreibung der Wellenfunktion des ionisierten Elektrons ermöglicht. Es ist darüber hinaus das neueste Beispiel dafür, wie die Attosekudentechnologie derzeit die ultraschnelle Laserphysik revolutioniert. Mit der vorliegenden Arbeit hat diese Forschung zum ersten Mal einen Zustand der Perfektion erreicht. (Textübersetzung: Dr. Claus-Peter Schulz)

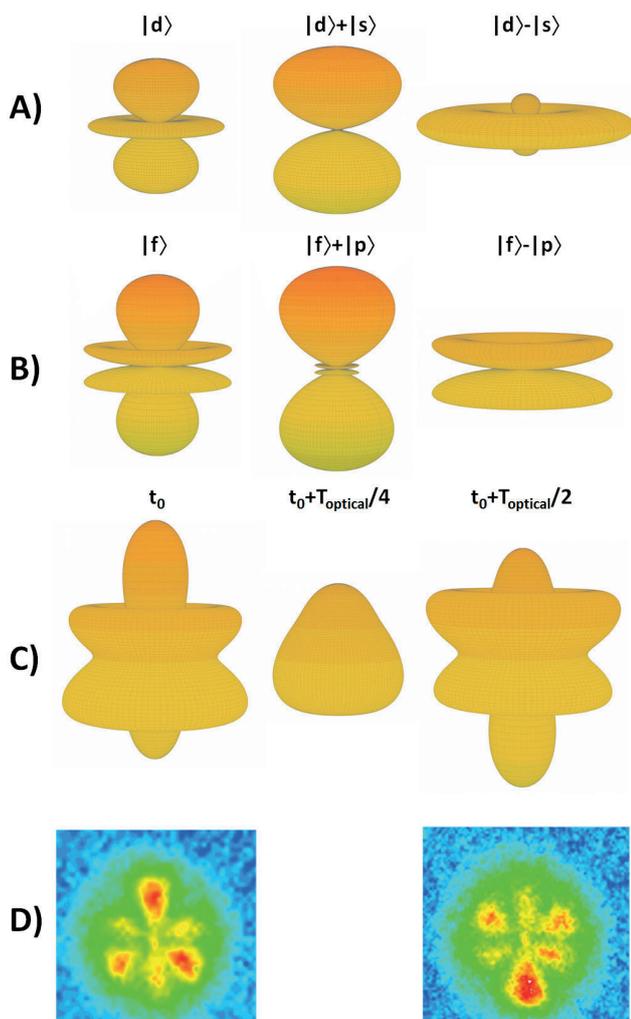


Abb. 1: **A)** Die Ionisation mit dem XUV-Pulse alleine erzeugt ein Elektron in einem Zustand, der durch "s"- und "d"-Drehimpulse charakterisiert wird. Durch eine Messung der Elektronenwinkelverteilung wird die relative Amplitude und Phase zwischen beiden Komponenten bestimmt; **B)** XUV+IR-Ionisation erzeugt ein Elektron in einem "p"- und "f"-Drehimpulszustand. Wieder wird die relative Amplitude und Phase aus der Messung der Elektronenwinkelverteilung bestimmt; **C)** Die kombinierte XUV-alleine- und XUV+IR-Ionisation erzeugt Elektronenwellenfunktionen, die sowohl "s", "p", "d" und "f" Beiträge enthalten. Die Interferenzen zwischen diesen Drehimpulskomponenten ändern sich mit der Verzögerung zwischen XUV-Puls und ko-propagierendem IR-Puls. Der große Beitrag der "f"-Komponente ist deutlich im ersten und letzten Bild sichtbar; **D)** Gemessenes Elektronenimpuls-Bild bei zwei Zeitverzögerungen zwischen XUV-Puls und IR-Puls (entsprechend dem ersten und letzten Bild in **C**). Das vorliegende Experiment ermöglicht eine komplette Bestimmung der relativen Amplitude und Phase aller Drehimpulskomponenten und repräsentiert daher ein "perfektes" Experiment.

Fig. 1: **A)** XUV-only ionization produces an electron that is in a state characterized by "s" and "d" angular momentum, where a measurement of the electron angular distribution yields a determination of their relative amplitude and phase; **B)** XUV+IR ionization produces an electron that is in a state characterized by "p" and "f" angular momentum, where a measurement of the electron angular distribution once more yields a determination of their relative amplitude and phase; **C)** combined XUV-only and XUV+IR ionization produces an electron wave function containing both "s", "p", "d" and "f" contributions. The interference between these angular momentum components evolves with the delay between the XUV pulse and the co-propagating IR pulse. The large contribution of the "f" component is clearly visible in the first and last image; **D)** Measured electron momentum images at two time delays between the XUV pulse and the co-propagating IR pulse (corresponding to the first and last image in **C**). The reported experiment provides a complete determination of the relative amplitude and phases of all angular momentum components and thus represents a "perfect" experiment.

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Forschungsergebnisse

Ein leistungsfähiges Lasersystem für anspruchsvolle Experimente in der Attosekunden-Forschung

Die Attosekunden-Forschung hat unseren Blick auf zeitabhängige Prozesse in der mikroskopischen Welt, die von den Regeln der Quantenmechanik beherrscht wird, revolutioniert. Der technische Durchbruch, der diese Entwicklung ermöglicht hat, basiert auf der Erzeugung von sehr kurzen Laserpulsen, die nur wenige Schwingungen des elektrischen Felds lang sind. Derartig kurze Laserpulse haben, wenn sie fokussiert werden, elektrische Feldstärken, die mit denen vergleichbar sind, die Elektronen in Atomen und Molekülen spüren. Gleichzeitig lässt sich der zeitliche Verlauf der Feldstärke sehr genau kontrollieren. Obwohl ultrakurze Laserpulse schon seit längerem in einigen Laboren weltweit zur Erforschung von Licht induzierten dynamischen Prozessen eingesetzt werden, bleiben viele Fragen aufgrund der niedrigen Datenrate und des damit einhergehenden niedrigen Signal-zu-Rausch-Verhältnisses gängiger Lasersysteme unbeantwortet.

Am Max-Born-Institut ist kürzlich ein leistungsstarkes Lasersystem aufgebaut worden, das mit 100 kHz eine mehr als 10fach höhere Wiederholrate hat und gleichzeitig Laserimpulse erzeugt, die typischerweise in Attosekunden-Experimenten eingesetzt werden. Dieses neue Lasersystem wird sowohl eine neue Klasse von Experimenten an einfachen atomaren und kleinen molekularen Systemen als auch hochgenauen Untersuchungen an komplexeren Molekülen ermöglichen.

Die Attosekunden-Forschung ist in den letzten 15 bis 20 Jahren entstanden, nachdem Lichtpulse im extremen ultravioletten (XUV) Spektralbereich des elektromagnetischen Spektrums mit einer Pulsdauer von einigen 100 Attosekunden ($1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$) zur Verfügung standen. Durch diese extrem kurzen Lichtpulse haben Forscher einen ganz neuen Einblick in die Bewegung von Elektronen in Atomen, Molekülen und Festkörpern erhalten. Sie machen sich hierbei die Pump-Probe-Technik zunutze: Das untersuchte System wird zunächst durch einen „Pump“-Laserpuls angeregt und dann zeitlich verzögert durch einen zweiten „Probe“-Puls (z.B. durch Ionisation des Systems) abgefragt. Die durch den Probepuls induzierte Dynamik kann man durch Wiederholung des Experiments bei verschiedenen Verzögerungszeiten abbilden. Mit Hilfe dieser Technik wurde in den letzten Jahren eine Reihe von eindrucksvollen Ergebnissen zu Fragen der Licht induzierten ultraschnellen Ladungsmigration, der Multielektronen-Korrelationen und der Kopplung von elektronischen und nuklearen Freiheitsgraden erzielt. Typischerweise wird bei diesen Experimenten die Geschwindigkeitsverteilung der durch die Pump-Probe-Sequenz erzeugten Elektronen oder Ionen detektiert oder die Änderung der XUV-Absorption in Abhängigkeit der Pump-Probe-Verzö-

Research Highlights

A powerful laser system for driving sophisticated experiments in attosecond science

Attosecond science has revolutionized the way we look into the time-dependent evolution of the microscopic world, where the behaviour of matter is governed by the rules of quantum mechanics. The technological breakthrough that made possible the development of the field is based on the generation of ultra-short laser pulses that last only a few oscillations of the electric field. These short pulses have a focused intensity where the electric field is comparable to the one electrons experience inside atoms and molecules. It is possible to control both the exact temporal shape and the waveform of these ultra-short pulses. While ultra-short laser pulses have been used in a few laboratories worldwide to study light-induced dynamics in atoms and molecules, many questions remain unanswered, due to the low data rates and inherently low SNR achievable with current state-of-the-art laser systems.

At the Max Born Institute, a powerful laser system has now been completed, capable of reproducing the parameters of laser systems typically used in attosecond science experiments, but with a 100 times higher pulse repetition rate. This new laser system enables an entirely new class of experiments in simple atomic and small molecular systems, as well as high fidelity investigations of more complex molecules.

In the last 15-20 years, the availability of light pulses in the extreme ultraviolet (XUV) region of the electromagnetic spectrum, with durations in the order of 100s of attoseconds ($1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$) has enabled the emergence of the field of attosecond science. Utilizing these extremely short pulses scientists have gained unprecedented insight into the time evolution of electrons in atoms, molecules and solids, by taking advantage of the pump-probe technique: The system under investigation is excited by one „pump“ laser pulse und after some time delay a second „probe“ pulse interrogates the system (e.g. through ionization). The dynamics induced by the pump pulse can be retrieved by repeating the experiment at different delay times. Using the pump-probe technique a number of impressive results have been obtained in the last years addressing topics like light-induced charge migration, multi-electron correlations, and the coupling between electronic and nuclear degrees of freedom. Typically the velocity distributions of ions or electrons generated during the pump-probe sequence is determined experimentally or the transient absorption spectrum of the XUV pulse as a function of the pump-probe delay is detected. Often the light-induced processes are complex and measuring only one observable is not sufficient to fully understand the experimental results. Already several years ago, thanks to the development of the so-called „reaction microscope“, a

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

gerung aufgezeichnet. Oft sind die Licht induzierten Prozesse recht komplex, so dass die Messung nur einer Größe nicht ausreicht und die Interpretation der Ergebnisse bisweilen nur unvollständig gelingt. Ein großer Fortschritt ist bereits vor einigen Jahren durch die Entwicklung des sogenannten „Reaktionsmikroskops“ erzielt worden. Mit dieser Apparatur ist es möglich, die volle dreidimensionale Geschwindigkeitsverteilung aller im Pump-Probe-Prozess erzeugten Elektronen und Ionen zu vermessen. Hierzu müssen die geladenen Teilchen in Koinzidenz detektiert werden. Nachteil dieser Messtechnik ist, dass die Signalrate sehr klein sein muss, d.h. dass nur 10% bis 20% der Laserschüsse zur Erzeugung eines Elektron-Ionen-Paars führen dürfen. Bei gängigen Lasersystemen führt dies zu sehr langen Messzeiten.

Lichtpulse mit einer Dauer im Attosekunden-Bereich werden erzeugt, wenn atomares Edelgas mit einem intensiven infraroten (IR) Laserpuls wechselwirkt. Diesen Prozess nennt man „Erzeugung hoher Harmonischer“ (engl. high-order harmonic generation (HHG)). Wichtig ist hierbei, dass der IR-Puls nur wenige Oszillationen des elektrischen Felds lang ist, für IR-Pulse typischerweise kürzer als 10 fs ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$), und der genaue zeitliche Verlauf der Feldstärke (sogenannte „Carrier-Envelope-Shape“ (CEP)) kontrolliert wird. Ein typischer Aufbau zur Erzeugung derartiger Pulse besteht aus einem Titan:Saphir-Verstärkersystem mit aktiver Kontrolle der Pulsform und anschließender Pulsverkürzung durch nicht-lineare Prozesse in einer Gas gefüllten Hohlaser. Diese weit verbreiteten Systeme haben jedoch aufgrund von thermischen Problemen begrenzte Wiederholraten bis zu maximal 10 kHz.

Kürzlich haben Forscher am MBI in Zusammenarbeit mit Kollegen beim Norwegian Defence Research Establishment ein Lasersystem entwickelt und aufgebaut, das bei sehr viel höheren Wiederholraten im Vergleich zu typischen Titan:Saphir-Verstärkern betrieben werden kann. Es eignet sich daher perfekt für Pump-Probe-Experimente mit ausgefeilten Detektionstechniken, wie die koinzidente Messung von Elektronen- und Ionengeschwindigkeiten in einem „Reaktionsmikroskop“.

Das neue Lasersystem basiert auf dem Prinzip des nicht-kollinearen optisch-parametrischen Verstärkers (engl. noncollinear optical parametric amplifier (NOPA)). In einem parametrischen Verstärker wird die Energie eines starken Anregungspulses durch die nichtlineare Wechselwirkung in einen optischen Kristall in einen schwachen Signalpuls transferiert. Bei diesem Prozess muss sichergestellt sein, dass alle Photonen der Signalfrequenz mit der gleichen Phase abgestrahlt werden und sie sich kohärent überlagern, während der Signalpuls durch den Kristall wandert. Dies nennt man Phasenanpassung. Die Güte der Phasenanpassung bestimmt die Verstärkung und die Bandbreite des Signalpulses. Um die verstärkte Bandbreite

great improvement was achieved. This apparatus enables a measurement of the three-dimensional velocity distribution of all electrons and ions created in the pump-probe process. The drawback of this technique is that very low signal rates are necessary, i.e. only 10% to 20% of all laser shots should induce the formation of an electron-ion pair. This leads to very long measurement times using current state of the art laser systems.

Pulses in the XUV with attosecond duration are produced when a strong laser pulse in the VIS-NIR interacts with a gas of atoms in a process called high-order harmonic generation (HHG). In order for a single XUV pulse with attosecond duration to be formed during the HHG process, the laser pulses interacting with the gas should last only a few oscillations of the electromagnetic field, which typically means less than 10 fs ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$), and the exact temporal shape of the pulse must be controlled. The most widely spread way of producing such laser pulses consists in amplifying short pulses with a controlled waveform (Carrier-Envelope Phase- or CEP-controlled) in a Ti:Sapphire laser amplifier and shortening the duration of the pulses via non-linear pulse compression, using e.g. a gas-filled hollow-core capillary. However, the pulse repetition rate of these systems is typically limited to a few (1-3) kHz, and a maximum reported frequency of 10 kHz, due to detrimental thermal effects intrinsic to the laser amplifiers.

Now, researchers at the Max Born Institute in Germany, in collaboration with colleagues at the Norwegian Defence Research Establishment, have designed and built a laser system capable of operating at much higher pulse repetition rates than the typical Ti:Sapphire amplifiers. The newly developed system is perfectly suited for performing pump-probe experiments in attosecond science implementing electron-ion coincidence detection in a reaction microscope.

The system is based on a noncollinear optical parametric amplifier (NOPA). In a parametric amplifier, the energy from a strong pump pulse is transferred to a weak signal pulse in an instantaneous nonlinear interaction in a crystal. The gain and the bandwidth of the process are determined by conditions of phase-matching, that is, by ensuring that all the photons at the signal frequency are emitted in phase and add up coherently as the signal pulse propagates in the crystal. When the pump and the seed pulses enter the crystal subtending a small angle (noncollinear geometry), the bandwidth of the process is maximized and it is possible to amplify ultrashort pulses lasting only a few cycles. Moreover, since the process is instantaneous and there is no absorption of light in the crystal, there is no heat accumulation and thermal problems are almost negligible. Therefore, NOPA amplifiers are well suited for high repetition rates.

zu maximieren, werden der Anregungs- und Signalpuls unter einem kleinen Winkel in den Kristall geschickt. Hierdurch ist es möglich sehr kurze, nur wenige Zyklen lange Pulse zu verstärken. Da die nichtlineare Wechselwirkung instantan im Kristall abläuft, wird die Energie des Anregungspulses weder gespeichert noch absorbiert, d.h. es gibt so gut wie kein thermisches Aufheizen. Daher sind NOPA-Verstärker hervorragend für hohe Wiederholraten geeignet.

In dem in einer Veröffentlichung in Optics Letters (<https://doi.org/10.1364/OL.42.002495>) vorgestellten Lasersystem verstärken die Wissenschaftler ultrakurze, CEP-stabile Pulse mit sehr niedriger Pulsenergie von einem Titan:Saphir-Oszillator in einen NOPA-Verstärker, der von einem kommerziellen Yb:YAG-Scheiben-Laser mit hoher Wiederholrate angeregt wird. Der parametrische Verstärkungsprozess erlaubt es nun einen großen Anteil (ca. 20%) der Pulsenergie des Anregungslasers auf den ultrakurzen, CEP-stabilen Puls zu übertragen. Das NOPA-System ist daher in der Lage 240 μJ Pulsenergie mit einer Wiederholrate von 100 kHz zur Verfügung zu stellen. Bei einer zentralen Wellenlänge von 800 nm erreicht das System eine mittlere Leistung von 24 W. Nach der Komprimierung, Filterung störender 2. Harmonischer sowie weiterer optischer Elemente zur Intensitätskontrolle stehen CEP-stabile Pulse mit einer Energie von 190 μJ (19 W mittlere Leistung) und 7 fs Pulsdauer (d.h. 2.6 Zyklen) für Experimente zur Verfügung. Das System wird in der nächsten Zukunft zur Erzeugung hoher Harmonischer (HHG) eingesetzt mit dem Ziel der Erzeugung isolierter Attosekunden-Pulse. Es bildet die Grundlage für einen neuen Attosekunden-Pump-Probe-Messplatz mit koinzidenter Detektionstechnik.

In the laser system presented in a recently published article in Optics Letters (<https://doi.org/10.1364/OL.42.002495>), the researchers amplified ultrashort CEP-stable pulses from a Ti:Sapphire laser oscillator in a NOPA amplifier pumped by a high repetition rate commercial Yb:YAG thin-disk laser. In the parametric amplifier a large fraction (about 20%) of the energy of the pulses from the Yb:YAG system is efficiently transferred to the ultrashort CEP-stable pulses from the Ti:Sapphire laser oscillator. The NOPA system is thus capable of delivering pulses with 0.24 mJ of energy at a repetition rate of 100 kHz, resulting in an average power of 24 W at an approximate central wavelength of 800 nm. After compression, filtering of parasitic second harmonic and a broadband variable attenuator for controlling the power incident into the experiments, CEP-stable pulses with 0.19 mJ (19 W) and 7 fs duration (i.e. 2.6 cycles) are available for experiments. The system will be employed for HHG and isolated attosecond pulse production, and will be the basis of an attosecond pump-probe beamline with coincidence detection capabilities.

Originalpublikation: Optics Letters 2017, Vol. 42, Issue 13
"CEP-stable few-cycle pulses with more than 190 μJ of energy at 100 kHz from a noncollinear optical parametric amplifier"
Federico J. Furch, Tobias Witting, Achut Giree, Chao Luan, Felix Schell, Gunnar Arisholm, Claus P. Schulz, and Marc J. J. Vrakking

<https://www.osapublishing.org/ol/abstract.cfm?uri=ol-42-13-2495>

Contact: F. Furch Tel. 1277, T. Witting Tel. 1228, C.-P. Schulz Tel. 1252, M. Vrakking Tel. 1200

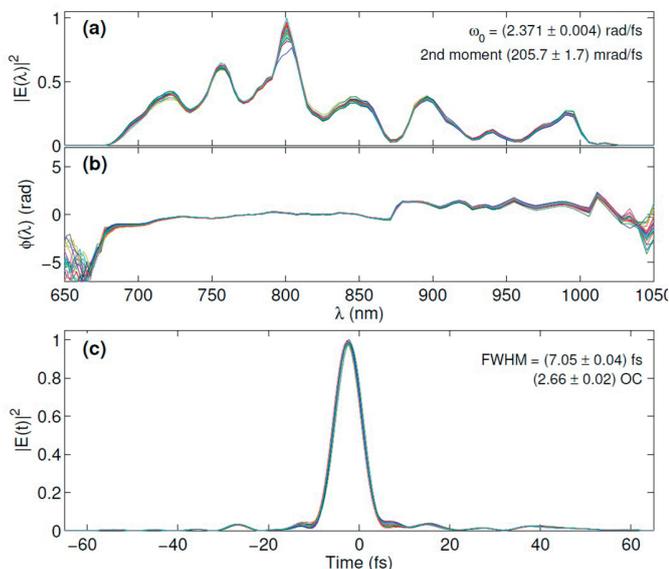


Abb.: Charakterisierung der verstärkten Pulse: 25 aufeinanderfolgende Pulsmessungen wurden über einen Zeitraum von anderthalb Minuten mittels eines SEA-F-SPIDER Pulsdetektors durchgeführt. Jede hier gezeigte Messung ergibt sich aus der Integration entlang der räumlichen Koordinate der rekonstruierten raum-zeitlichen Pulsverteilungen. Dargestellt sind die gemessenen Spektren (a), die spektrale Phase (b) sowie die rekonstruierten zeitlichen Pulsformen (c) der verstärkten Pulse.

Fig.: Characterization of the amplified pulses: 25 successive pulse measurements were recorded over a time-span of 1.5 minutes utilizing a SEA-F-SPIDER device. Each trace shown here represents the integration over the spatial coordinate of the retrieved spatio-temporal distribution. Measured spectra (a), spectral phases (b), and retrieved temporal shapes (c) of the amplified pulses.

Forschungsergebnisse

Wasser lässt das Proton zittern - ultraschnelle Bewegungen und kurzlebige Strukturen hydratisierter Protonen

Protonen in wässriger Umgebung spielen eine Schlüsselrolle in vielen chemischen und biologischen Prozessen. In Science berichten Dahms et al. über die direkte Aufzeichnung ultraschneller Protonbewegungen mittels Schwingungsspektroskopie. Sie zeigen, dass Protonen in Wasser vorwiegend zwischen zwei Wassermolekülen gebunden sind und dort fluktuierende Bewegungen im Femtosekundenbereich ausführen. Diese Dynamik ist 10 bis 50 Mal schneller als das Hüpfen des Protons in eine neue Umgebung, der elementare Schritt der Protonenwanderung in der Chemie.

Das Proton, der positiv geladene Kern H^+ des Wasserstoffatoms und kleinste chemische Einheit, spielt eine Schlüsselrolle in der Chemie und der Biologie. Säuren entlassen Protonen in eine wässrige Umgebung, in der sie hochbeweglich sind und den Transport elektrischer Ladung dominieren. In biologischen Systemen ist der Konzentrationsgradient von Protonen über Zellmembranen die treibende Kraft der Zellatmung und Energiespeicherung. Selbst nach Jahrzehnten intensiver Forschung sind jedoch die molekularen Geometrien des Protons in Wasser und die Elementarprozesse der Protonendynamik hoch kontrovers geblieben.

Protonen in Wasser werden üblicherweise durch die beiden in Abb. 1A gezeigten Grenzstrukturen beschrieben. Im sogenannten Eigen-Komplex ($H_9O_4^+$) (links) ist das Proton Teil des zentralen H_3O^+ -Moleküls, das von drei Wassermolekülen umgeben ist. Im Zundel-Kation ($H_5O_2^+$) (rechts) bildet das Proton zwei starke Wasserstoffbrücken mit zwei benachbarten Wassermolekülen. Zur Beschreibung dieser Systeme auf molekularem Niveau wird die Energiepotentialfläche des Protons verwendet (Abb. 1B), die sich für die beiden Geometrien deutlich unterscheidet. Für den Eigenkomplex erwartet man ein anharmonisches Potential mit einem Minimum während die Zundelgeometrie ein Doppelminimum-Potential aufweisen sollte. In Wasser sind solche Potentiale hochdynamisch und fluktuieren auf schnellen Zeitskalen, ein Verhalten, das durch thermische Bewegungen der umgebenden Wassermoleküle und des Protons verursacht wird.

Wissenschaftler des MBI und der Ben Gurion University of the Negev in Beer-Sheva, Israel, haben jetzt die ultraschnellen Bewegungen und transienten Strukturen von Protonen in Wasser unter Umgebungsbedingungen sichtbar gemacht. Sie berichten experimentelle und theoretische Ergebnisse in der Zeitschrift Science ([doi:10.1126/science.aan5144](https://doi.org/10.1126/science.aan5144)), welche das Zundel-Kation als die in Wasser vorherrschende

Research Highlights

Water makes the proton shake - ultrafast motions and fleeting geometries in proton hydration

Basic processes in chemistry and biology involve protons in a water environment. Water structures accommodating protons and their motions have so far remained elusive. Applying ultrafast vibrational spectroscopy, Dahms et al. map fluctuating proton transfer motions and provide direct evidence that protons in liquid water are predominantly shared by two water molecules. Femtosecond proton elongations within a hydration site are 10 to 50 times faster than proton hopping to a new site, the elementary proton transfer step in chemistry.

The proton, the positively charged nucleus H^+ of a hydrogen atom and smallest chemical species, is a key player in chemistry and biology. Acids release protons into a liquid water environment where they are highly mobile and dominate the transport of electric charge. In biology, the gradient of proton concentration across cell membranes is the mechanism driving the respiration and energy storage of cells. Even after decades of research, however, the molecular geometries in which protons are accommodated in water, and the elementary steps of proton dynamics have remained highly controversial.

Protons in water are commonly described with the help of two limiting structures (Fig. 1A). In the Eigen complex ($H_9O_4^+$) (left), the proton is part of the central H_3O^+ ion surrounded by three water molecules. In the Zundel cation ($H_5O_2^+$) (right), the proton forms strong hydrogen bonds with two flanking water molecules. A description at the molecular level employs the potential energy surface of the proton (Fig. 1B) which is markedly different for the two limiting geometries. As shown in Fig. 1B, one expects an anharmonic single-minimum potential for the Eigen species and a double minimum potential for the Zundel species. In liquid water, such potentials are highly dynamic in nature and undergo very fast fluctuations due to thermal motions of surrounding water molecules and the proton.

Researchers from the MBI, Germany, and the Ben Gurion University of the Negev in Beer-Sheva, Israel, have now elucidated the ultrafast motions and structural characteristics of protons in water under ambient conditions. They report experimental and theoretical results in Science which identify the Zundel cation as a predominant species in liquid water. The femtosecond ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) dynamics of proton motions were mapped via vibrational transitions between proton quantum states (red and blue arrows in Fig. 1B). The sophisticated method of two-dimensional vibrational spectroscopy provides the yellow-red and blue contours in Fig. 2A which mark the

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Spezies identifizieren. Die Femtosekundendynamik der Protonbewegungen ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) wurde mit Hilfe der Schwingungsübergänge zwischen den Quantenzuständen des Protons in Echtzeit aufgezeichnet (rote und blaue Pfeile in Abb. 1B). Die besonders aussagekräftige Methode der zweidimensionalen Schwingungsspektroskopie liefert die gelb-rotten und blauen Konturen in Abb. 2A, die den Energiebereich der beiden Übergänge kennzeichnen. Die blaue Kontur befindet sich bei höheren Detektionsfrequenzen als die gelb-rote. Dieses Resultat stellt den ersten direkten Nachweis des Doppelminimum-Charakters des Protonpotentials (Abb. 1B rechts) in nativer wässriger Umgebung dar. Wäre das Proton in einem Potential mit einem Minimum gebunden (Abb. 1B links), würde die blaue Kontur bei kleineren Detektionsfrequenzen auftreten als die gelb-rote.

Die Ausrichtung beider Konturen entlang der vertikalen Frequenzachse zeigt, dass beide Schwingungsübergänge einen riesigen Frequenzbereich innerhalb von weniger als 100 fs durchlaufen. Dies ist eine direkte Folge der ultraschnellen Modulation der Potentialfläche durch die Umgebung. Mit anderen Worten: das Proton nimmt innerhalb von weniger als 100 fs vorübergehend alle Positionen zwischen den beiden Wassermolekülen ein und verliert extrem schnell die Erinnerung daran wo es kurz vorher war. Die Modulation des Protonpotentials wird durch starke elektrische Felder verursacht, welche die Wassermoleküle der Umgebung auf das Zundel-Kation ausüben. Ihre schnelle thermische Bewegung führt zu starken Feldfluktuationen und Modulationen der Potentialfläche im Zeitbereich unter 100 fs. Dieses Bild wird unterstützt durch Referenzexperimente mit selektiv präparierten Zundel Kationen in anderen Lösungsmitteln und durch detaillierte theoretische Simulationen der Protondynamik (Abb. 2B).

Ein Proton in einem einzelnen Zundel-Kation in Wasser wechselt in eine neue lokale Umgebung durch das Brechen und die Rekonstruktion von Wasserstoffbrücken. Diese Prozesse sind sehr viel langsamer als die Zitterbewegung des Protons und laufen im Zeitbereich einiger Pikosekunden ab ($1 \text{ ps} = 1000 \text{ fs} = 10^{-12} \text{ s}$). Das hier vorgestellte neue Bild der Protondynamik ist von entscheidender Bedeutung für ein Verständnis des Protonentransports durch den berühmten von Grotthuss Mechanismus und für Protonverschiebungen in biologischen Systemen.

energy range covered by the two transitions. The blue contour occurs at higher detection frequencies than the red, giving the first direct evidence for the double-minimum character of the proton potential in the native aqueous environment. In contrast, for a single-minimum potential the blue contour is expected to appear at smaller detection frequencies than the red one.

The orientation of the two contours parallel to the vertical frequency axis demonstrates that the two vibrational transitions explore a huge frequency range within less than 100 fs, a hallmark of ultrafast modulations of the shape of proton potential. In other words, the proton explores all locations between the two water molecules within less than 100 fs and very quickly loses the memory of where it has been before. The modulation of the proton potential is caused by the strong electric field imposed by the water molecules in the environment. Their fast thermal motion results in strong field fluctuations and, thus, potential energy modulations on a sub-100 fs time scale. This picture is supported by benchmark experiments with Zundel cations selectively prepared in another solvent and by detailed theoretical simulations of proton dynamics (Fig. 2B).

A specific Zundel cation in water transforms into new proton accommodating geometries by the breaking and reformation of hydrogen bonds. Such processes are much slower than the dithering proton motion and occur on a time scale of a few picoseconds. This new picture of proton dynamics is highly relevant for proton transport by the infamous von Grotthuss mechanism, and for proton translocation mechanisms in biological systems.

Original publication: Science (2017), Vol. 357, Issue 6350
Large-amplitude transfer motion of hydrated excess protons mapped by ultrafast 2D IR spectroscopy
Fabian Dahms, Benjamin P. Fingerhut, Erik T. J. Nibbering, Ehud Pines, Thomas Elsaesser

<http://science.sciencemag.org/content/357/6350/491>

Contact: T. Elsaesser Tel. 1400, B. Fingerhut Tel. 1404,
E.T.J. Nibbering Tel. 1477

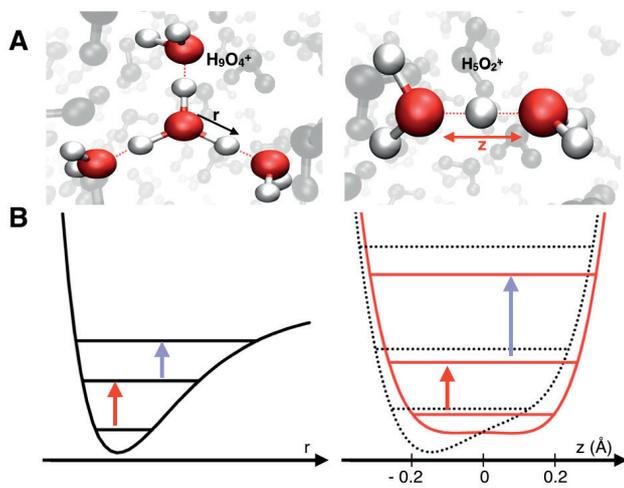


Abb.1.: Chemische Struktur hydratisierter Protonen in Wasser. **A** Schematische Darstellung des Eigen-Kations H_9O_4^+ (links) und des Zundel-Kations H_5O_2^+ (rechts). Die Pfeile markieren die Koordinate r der O-H Bindung und die (O...H+...O) Protonen-Transfer-Koordinate z . Im Eigen-Kation wird das Proton durch eine kovalente O-H Bindung lokalisiert während es im Zundel-Kation zwischen den beiden Wassermolekülen delokalisiert ist. **B** Anharmonisches Schwingungspotential (links) und Doppelminimumpotential des Zundel-Kations entlang der Koordinate z (rechts, rote Linie). Das Doppelminimumpotential wird durch die Einwirkung der Flüssigkeitsumgebung verzerrt (rechts, gepunktete Linie). Die roten und blauen Pfeile markieren Schwingungsübergänge zwischen den Quantenzuständen des Protons, rote Pfeile vom Grund- in den ersten angeregten Zustand und blaue Pfeile vom ersten in den zweiten angeregten Zustand. Eine Modulation der Potentialflächen verändert den Abstand der Quantenzustände und damit die Energie der Schwingungsübergänge was durch zweidimensionale Schwingungsspektroskopie nachgewiesen wird.

Fig. 1: Chemical structure of hydrated protons in liquid water. **A** Schematic of the Eigen cation H_9O_4^+ (left) and the Zundel cation H_5O_2^+ (right). The arrows indicate the O-H bond coordinate r and the (O...H+...O) proton transfer coordinate z . In the Eigen cation a covalent O-H bond localizes the proton whereas in the Zundel cation the proton is delocalized between two water molecules. **B** Anharmonic vibrational potential (left) and double minimum potential of the Zundel cation along z (right, red). Distortions by the solvent surrounding impose a modulation of the double minimum potential (right, dotted line). Red and blue arrows indicate transitions between particular quantum states of the proton motion, i.e., the ground-state-to-first-excited-state transition (red) and the first-excited-state-to-second-excited-state transition (blue). The modulation of the potentials leads to spectral shifts of the vibrational transitions which are mapped by two-dimensional infrared spectroscopy.

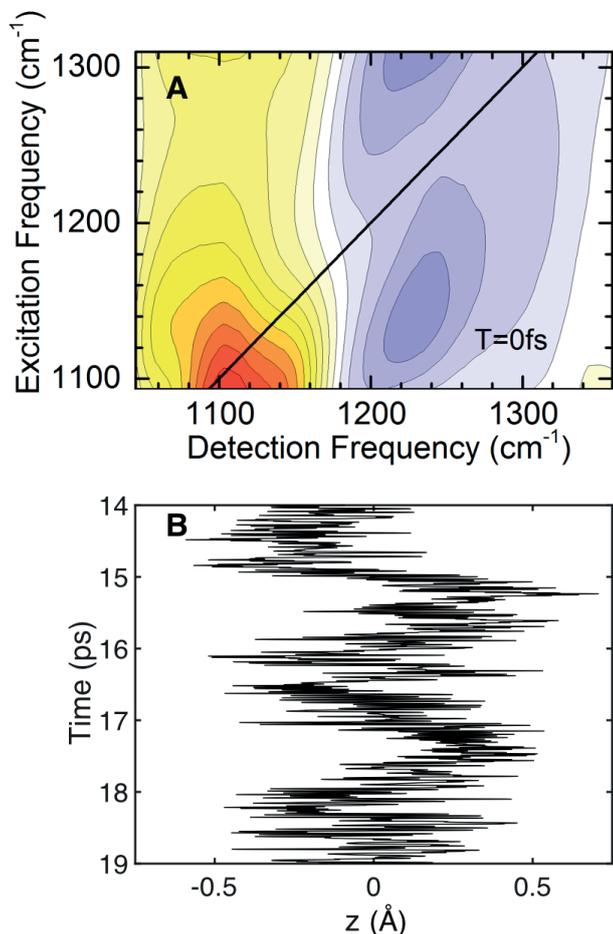
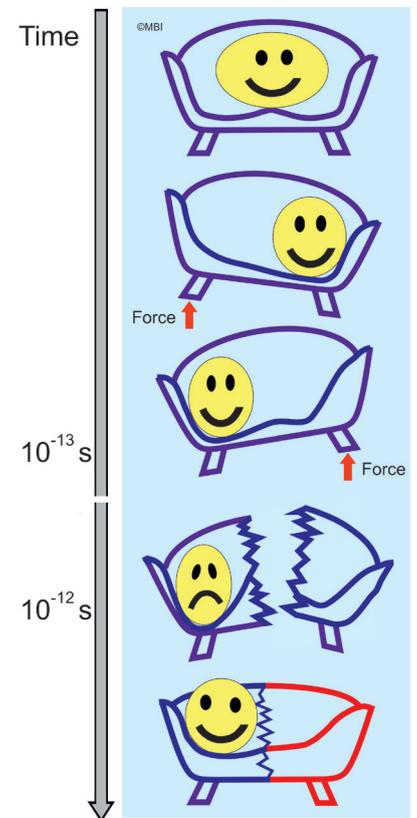


Abb. 2. Femtosekundendynamik der Protonbewegung ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$). **A** Zweidimensionales Schwingungsspektrum mit dem Übergang vom Grund- in den ersten angeregten Zustand (gelb-rote Kontur) und vom ersten in den zweiten angeregten Zustand (blaue Kontur). Die Ausrichtung der beiden Konturen entlang der Achse der Anregungsfrequenz wird durch ultraschnelle Frequenzfluktuationen und den Gedächtnisverlust in der Protonenposition verursacht. **B** Theoretisch berechnete Echtzeitdynamik des Protons im Zundel-Kation. Innerhalb von weniger als 100 fs erfährt das Proton große Auslenkungen entlang der z -Koordinate, die die beiden Wassermoleküle verbindet. Auf Grund der ultraschnellen Modulation des Potentials durch die umgebenden Wassermoleküle nimmt das Proton vorübergehend alle Positionen entlang z ein.

Fig 2. Femtosecond dynamics of proton motions ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$). **A** Two-dimensional vibrational spectra with the ground-state-to-first-excited-state transition (red) at lower detection frequency than the first-excited-state-to-second-excited-state transition (blue). The orientation of both contours parallel to the excitation frequency axis is due to ultrafast frequency fluctuations and the loss of memory in the proton position. **B** Simulated real-time dynamics of the proton motions in the Zundel cation. Within less than 100 fs, the proton displays large amplitude excursions along z , the coordinate linking the two water molecules in the Zundel cation. Due to the ultrafast modulation of the shape of proton potential by surrounding solvent molecules, the proton explores all locations between the two water molecules.

Abb 3. Veranschaulichung der Dynamik hydratisierter Protonen in einem Bild der klassischen Physik. Das Proton Smiley sitzt in der Mitte eines Sofas mit zwei Plätzen. Wenn das Sofa durch eine mechanische Kraft angehoben oder abgesenkt wird verändert sich die Form der Sitzfläche und das Proton bewegt sich auf dem Sofa hin und her. Diese Bewegungen treten im realen System auf einer Zeitskala unterhalb von 100 fs (10^{-13} s) auf. Nach einer Durchschnittszeit von ca. 1 ps = 1000 fs = 10^{-12} s zerbricht das Sofa und das Proton bewegt sich an einen neuen Platz. Das neue Sofa besteht aus einem Teil des alten (blau) und einem neuen Teil (rot).

Fig. 3. Cartoon picture of proton hydration dynamics, visualized with the help of classical physics. The proton Smiley is sitting in the middle of a sofa with two seats. When shaking the sofa with a mechanical force, the shape of the seating changes and the proton moves forth and back on the sofa. Such motions occur on a time scale shorter than 100 fs (10^{-13} s). After an average time of 1 ps = 1000 fs = 10^{-12} s, the sofa breaks and the proton moves to a new site/sofa, including the red half on the right.



MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Lange Nacht der Wissenschaften 2017

Auch an der 17. Langen Nacht der Wissenschaften am 24. Juni 2017 nahm das MBI wie gewohnt mit zahlreichen Exponaten, Mitmachexperimenten und Laborführungen teil. Neben den bereits erprobten „Klassikern“ gab es im Max-Born-Saal auch einige neue Dinge zu sehen: Bei der "digitalen Holographie" wurde gezeigt, wie man durch komplexe zeitliche und örtliche Manipulation von Laserlicht bewegte Bilder auf einem Schirm erzeugen kann.

Außerdem wurde unter dem Stichwort „Präzisionsmechanik“ gezeigt, wie Spiegel mit einer Genauigkeit im Nanometerbereich eingestellt werden. Bei einem weiteren Experiment ließ sich per Webcam verfolgen, wie in einem Labor ein magnetischer Film mithilfe eines Lasers beschrieben wurde.

Auch das Rasterelektronenmikroskop erfreute sich im Rahmen der Vorführung während einer Labortour großer Nachfrage, genauso wie die Führungen in das Attosekunden-Labor.

In diesem Jahr hatten wir mit etwa 700-750 Besuchern etwas weniger Gäste zu verzeichnen als in den Vorjahren. Dabei spielte sicher eine Rolle, dass weder das IKZ noch das HZB/BESSY an der Langen Nacht 2017 teilnahmen, was zur Folge hatte, dass das MBI als Veranstaltungsort ein wenig abseits lag und daher weniger „Laufkundschaft“ zu uns fand. Dafür konnten sich unsere Kolleginnen und Kollegen, die wieder zahlreich mitgeholfen haben, mehr Zeit für die Fragen der umso interessierteren Besucher nehmen. So ließen sich an allen Exponaten kleine Gruppen beim Diskutieren und Nachfragen mit unseren Experten ausmachen; die Atmosphäre im Max-Born-Saal wurde daher im Vergleich zu den letzten Jahren, als es zeitweilig sehr voll war, als angenehmer empfunden. Insgesamt war die Lange Nacht somit wieder eine erfolgreiche Veranstaltung für das MBI.

Kontakt A. Grimm, Tel. 1500



Long Night of the Sciences 2017

Lange Nacht der Wissenschaften 2017
Like every year, MBI participated in the "Lange Nacht der Wissenschaften" (Long Night of the Sciences) on June 24, 2017 with a variety of exhibits, interactive experiments and lab tours. In addition to the well-proven "classics" like the children's table or the handheld spectrometers there were some new exhibits in the Max Born Hall to marvel at: the "digital holography" showed how movies can be "directed" through a complex spatio-temporal manipulation of laser light. Under the headline "precision mechanics" it was demonstrated how optical mirrors can be adjusted with a very high precision in the range of nanometers. In a further experiment visitors could follow through a webcam what's happening in a neighboring lab where their names were written on a magnetic film by a laser. Also the lab tours to the scanning electron microscope or the atto-labs have been attended very well.

This year we've recorded 700-750 guests - a few visitors less than in the recent years. It may have played a role that neither the IKZ nor the HZB/BESSY participated in the Lange Nacht 2017, so that we were located a bit apart from the stream of visitors. On the other hand our many helpers of the MBI had a lot of time this year to answer the questions of the more interested visitors. All the exhibits were surrounded by small groups of guests who were discussing with our experts and asking many questions; therefore, the atmosphere in the Max Born Hall was perceived as more pleasant than in former years, when the hall was temporarily very crowded.

All in all the Lange Nacht was again a successful event for the MBI. We'd like to thank everybody who was helping.

Contact: A. Grimm, Tel. 1500

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Jugend-forscht-Preisträgerinnen zu Gast am MBI

Vom 10. bis 21.07. haben *Nicola Holetzke, Johanna Schneider* und *Hanna Westermann* ein Praktikum am MBI absolviert. Dieses Praktikum haben sie als Preis für ihren Gewinn des Regionalwettbewerbs von Jugend-forscht in Baden-Württemberg gewonnen.

Im Rahmen des Wettbewerbes haben sie untersucht, wie Farbe auf Schmetterlingsflügeln entsteht. Die Farbentstehung auf Schmetterlingen ist wie auch auf verschiedenen Vogelfedern ein bekanntes Beispiel für strukturelle Farbe, d. h. Farbe entsteht hier nicht durch Pigmente, sondern durch Interferenz an Nanostrukturen.

Die drei jungen Nachwuchsforscherinnen haben die Farbgebung an noch nicht untersuchten Schmetterlingen in den Fokus ihrer Arbeiten gerückt.

Dazu gehörten insbesondere umfangreiche Untersuchungen am Rasterelektronenmikroskop.

Am MBI haben sie die Gelegenheit genutzt, ihre Arbeiten fortzusetzen. Dazu haben sie mit Hilfe eines Spektralphotometers die Reflexion und Absorption der Schmetterlingsflügel in Abhängigkeit von Wellenlänge, Einfallswinkel und Polarisation des Lichtes untersucht. Sie haben aber auch die Beugung an den Nanostrukturen mit denen an einem optischen Gitter verglichen. Außerdem haben die drei Schülerinnen die Wechselwirkung der Nanostrukturen mit Licht mit Hilfe des Softwarepakets Lumerical simuliert.

Höhepunkt aus Sicht des Kollegiums war ein sehr kurzweiliger und interessanter Vortrag, in dem die drei Forscherinnen ihre wissenschaftlichen Ergebnisse präsentierten. Die mittelfristigen wissenschaftlichen Ziele der drei sind klar umrissen – die Forschungsergebnisse sollen veröffentlicht werden. Im nächsten Jahr steht dann das Abitur an und danach die große Frage der Studienplatzwahl. Naturwissenschaftliches Interesse und Begeisterung ist bei allen dreien ganz klar vorhanden. Vielleicht entscheidet sich die eine oder andere ja für ein Studium in diese Richtung.

Uns hat die Zusammenarbeit mit den dreien auf jeden Fall sehr viel Freude bereitet. Wir wünschen ihnen für die Zukunft alles Gute, viel Erfolg mit dem Paper und hoffentlich folgenden Forschungsprojekten.



Youth-researcher awardees were guest at MBI

From July, 10th–21st, *Nicola Holetzke, Johanna Schneider* and *Hanna Westermann* did an internship at MBI. The three young women won this lab time as a prize for their contribution to the regional Youth-researcher-competition in Baden Württemberg.

In the frame of the competition they have investigated how color arises in wings of butterflies. Color in butterflies as well as in bird feathers is a well-known example of structural colors, i. e. color does not arise from pigments but from interference imparted by nanostructures.

The three young scientists spotlighted the origin of color in butterflies that had yet not been investigated.

For their research they, in particular, performed extensive investigations at an electron microscope.

At MBI, they took the opportunity to continue their research. With a spectrophotometer they measured the reflectance and absorbance of the butterfly wings in dependence on wavelength, angle of incidence, and polarization of the light. They also compared diffraction at the nanostructures with those at an optical grating. In addition, the three high-school students have simulated the interaction between nanostructures and light with the software packet Lumerical.

The highlight of their stay (from colleagues' point of view) was a very diverting and interesting seminar talk, in which the awardees have presented their scientific results. The midterm scientific goals of the three are well defined – the results of their research shall be published. Next year, it is time for the university-entrance diploma and afterwards for the important choice of field of study. All three of them are very interested in and show enthusiasm for science. Who knows – maybe one or the other will decide to study a subject related to it.

We took much pleasure in working together with them. We wish them all the best for their future, a lot success with their paper and hopefully following research projects.

Contact: A. Luebcke, Tel. 1247

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Das Labor als zweites Zuhause



Quelle: Adlershof Journal; Photo: Tina Merkau

Erst die Schutzbrille auf, dann kann es mit dem Experimentieren losgehen: Josefin Fuchs vor einem Laserversuchsaufbau.

Wie Josefin Fuchs mit Neugier, Experimentierfreude und Akribie ihre Ausbildung zur Physikalaborantin am MBI meistert.

Neugierig? Das vollständige Interview zwischen Frau Silvia Nitschke, Adlershof Journal, mit unserer Auszubildenden, Josefin Fuchs, ist im Adlershofer Journal nachzulesen oder unter folgendem Link abrufbar:

<http://www.adlershof.de/news/das-labor-als-zweites-zuhause/>

MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 27 - August 2017

Termine - Save the date

Freitag, 1. September 2017 von 8:30 - 17:00 Uhr

MBI - Annual Symposium

Freitag, 1. September 2017

Wechsel des geschäftsführenden Direktors /

Change of Managing Director

Die Funktion des Geschäftsführenden Direktors geht zum 1.9.2017 auf Prof. Stefan Eisebitt über.

Prof. Stefan Eisebitt will serve as the Managing Director of MBI as of September 1, 2017.

Donnerstag & Freitag, 5. und 6. Oktober 2017

Wissenschaftlicher Beirat /

Scientific Advisory Board at Max Born Hall

Dienstag, 10. Oktober 2017

Scientific Symposium on the Occasion of the 60th Birthday of Thomas Elsaesser

Official program 10:00 a.m. to 16:30 p.m.