

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

## Inhalte

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

## Editorial

Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,

### Alternative Fakten

Einige Akteure in der Politik und im öffentlichen Diskurs arbeiten mit inkorrekten Aussagen, präsentieren Hypothesen als Fakten oder verzerren Argumente ihrer Gegner, indem sie diese aus dem Kontext reißen. Auch ist zu beobachten, dass immer mehr Menschen die Methoden und Ergebnisse der Naturwissenschaften als optionales Glaubenssystem betrachten, das anderen, z. B. esoterischen Überzeugungen gleichgestellt ist.

Als Wissenschaftler und Mitglied einer Gesellschaft, die auf den Prinzipien der Aufklärung gründet und stark vom technologischen Fortschritt profitiert, empfinde ich diese Entwicklung beunruhigend. Aussagen auf Fakten zu stützen, Beobachtungen anzuerkennen, wenn sie unabhängig von bestimmten Umständen und Personen reproduziert werden können, und die Regeln der Logik zu befolgen sind wichtige Zutaten um unsere Welt zu verstehen und wo möglich zu verbessern.

Auch wenn nun vielfach von einer „postfaktischen Ära“ die Rede ist, so sehen dennoch die meisten unserer Mitmenschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler als Vorbilder. Wissenschaftlich belegter Rat ist in wichtigen Angelegenheiten gefragt. Als Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben wir uns Regeln für gute wissenschaftliche Praxis gegeben (z.B. durch die DFG und die Leibniz Gemeinschaft) und wir tun gut daran, diese zu befolgen - unsere individuelle Integrität ist ein sehr hohes Gut in der Wissenschaft und das Fehlverhalten Weniger kann die Wertschätzung der Wissenschaft in der Gesellschaft gefährden.

Es ist unser Ziel im MBI Spitzenforschung auf internationalem Niveau zu betreiben. Als Direktoren versuchen wir, sehr gute Randbedingungen für Forschung zu schaffen und erwarten

## Editorial

Dear Members of the MBI,

### Alternative Facts

Some players in politics and the public discourse work with incorrect statements, present hypotheses as facts or distort arguments of opponents by ripping them out of their context. We also see an increasing fraction of people who consider the methods and results of (natural) sciences as one optional system of belief, on equal footing with e.g. other esoteric views of the world.

As a scientist and as a member of a society that is founded on the principles of „Aufklärung“ and has benefited greatly from technological advancement, I find these developments deeply disturbing. Rooting statements in verifiable facts, accepting evidence if it can be reproduced independently of particular circumstances or people and following the rules of logic are important ingredients in the process of understanding the world and making it a better place.

Despite of the talk of a “post-truth era”, most people do see scientists as role-models in this regard and turn to scientific evidence when seeking advice in important matters. As scientists, we have set ourselves rules of good scientific practice (e.g. by the DFG and the Leibniz Association) and we should be careful to obey these rules - our individual integrity is a most valuable good within the scientific community and malpractice from a few people jeopardizes the standing of science in society.

At MBI, our goal is to do cutting-edge science on the highest international level. As directors, we try to create excellent boundary conditions for research and thus expect the creativity and drive of our skilled staff to result in a high scientific output. Scientific output is our primary “product”, and it is what we are judged by from the outside. While this output is typically measured to a large extent by the quantity, quality and impact

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

umgekehrt, dass die Kreativität und der Enthusiasmus unserer gut ausgebildeten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu einem großen wissenschaftlichen "Output" führt. Wissenschaftliche Resultate sind unser primäres „Produkt“ - wir werden als Institut von außen an diesem Output gemessen. Typischerweise wird diese Leistung vorwiegend anhand der Menge und Qualität von Publikationen sowie deren Resonanz quantifiziert. Hier mag es die Versuchung geben, die Quantität auf Kosten der Qualität zu erhöhen - aber genau dies darf nicht geschehen und insbesondere müssen die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis eingehalten werden. Das bedeutet unter anderem: Nehmen Sie Ihre Verantwortung als Autor oder Koautor von Publikationen für deren Inhalt wahr. Archivieren Sie Ihre Messdaten, damit die Grundlagen Ihrer Schlussfolgerungen nachprüfbar sind. Und selbstverständlich: keine „alternativen Fakten“! Es geht um Ihre individuelle wissenschaftliche Reputation, um die des MBI insgesamt – und in einem größeren Kontext: um die Glaubwürdigkeit von Wissenschaft in der Gesellschaft.

Für das Direktorium:  
Stefan Eisebitt

P.S. Es gibt keine Anzeichen für Fehlverhalten im Sinne „alternativer Fakten“ am MBI –die Primärdatendokumentation ist aber deutlich verbesserungsfähig.

of publications, every scientist at MBI should make sure that from these factors the quality is never compromised, and that we adhere to the rules of good scientific practice. Among other things, this implies: As a (co)author, take responsibility for the content. Archive your primary data so that the basis for your conclusions can be checked. And of course: no "alternative facts"! The scientific reputation not only of the individual, but also of the institute as a whole is at stake – and in a larger context, the credibility of science in society.

For the Board of Directors:  
Stefan Eisebitt

P.S. There is no indication of misconduct along the lines of "alternative facts" at MBI - but the current level of documentation of primary data clearly leaves room for improvement.

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

## Wissenschaftlicher Beirat / Scientific Advisory Board

Die nächste Sitzung des wissenschaftlichen Beirates des MBI wird am 5. und 6. Oktober 2017 stattfinden. Ab 1. März 2017 gehören dem Beirat an:

- **Prof. Dr. Franz X. Kaertner (Vorsitzender)**  
DESY Hamburg, Center for Free-Electron Laser Science & MIT, Department of Electrical Engineering and Computer Science, Cambridge, USA
- **Prof. Giulio Cerullo**  
Politecnico di Milano
- **Prof. Majed Chergui**  
École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
- **Prof. Tony Heinz**  
Columbia University, Department of Physics and Department of Electric Engineering, New York, USA
- **Prof. Jon Marangos**  
Imperial College London, Department of Physics, UK
- **Prof. Dr. Didier Normand**  
IRAMIS, Institut Rayonnement Matière de Saclay, Frankreich
- **Prof. Christoph Quitmann**  
Lund University
- **Prof. Dr. Ursula Roethlisberger**  
École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Institute of Chemical Sciences and Engineering, Schweiz
- **Prof. Dr. Jan Michael Rost**  
Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Dresden

Vertreter der kooperierenden Universitäten

- **Prof. Dr. Oliver Benson**  
Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik
- **Prof. Dr. Ulrike Woggon**  
Technische Universität Berlin, Institut für Optik und Atomare Physik
- **Prof. Dr. Felix von Oppen**  
Freie Universität Berlin, Fachbereich Physik

Vertreter der Zuwendungsgeber aus Bund und Land

- **Dr. Ralph Dieter**  
Bundesministerium für Bildung und Forschung, Ref. 711, Bonn
- **Dr. Katharina Spiegel**  
Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Forschung, Ref. IV, Berlin

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

## Personalinformationen

Neue Mitarbeiter und Gäste des Max-Born-Instituts  
(Stand: 14.02.2017 - alphabetische Reihenfolge)

Dr. Gabrielle Marie Thomas  
Wissenschaftlerin A3  
Tel. 1217  
E-Mail: [thomas@mbi-berlin.de](mailto:thomas@mbi-berlin.de)  
Beginn: 01.02.2017



Dr. Bridgette Cooper  
Gastwissenschaftlerin T1  
Tel. 129  
E-Mail: [cooper@mbi-berlin.de](mailto:cooper@mbi-berlin.de)  
Beginn: 04.02.2017



Adrian Jonas  
Gastwissenschaftler B1  
Tel. n.n.  
E-Mail: [n.n.@mbi-berlin.de](mailto:n.n.@mbi-berlin.de)  
Beginn: 01.02.2017



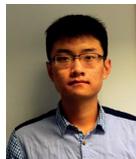
Chong Zhang  
Gastwissenschaftler B2  
Tel. 1341  
E-Mail: [czhang@mbi-berlin.de](mailto:czhang@mbi-berlin.de)  
Beginn: 15.11.2016



Baraa Asfari  
Doktorand A2  
Tel. 1214  
E-Mail: [asfari@mbi-berlin.de](mailto:asfari@mbi-berlin.de)  
Beginn: 01.02.2017



Chao Luan  
Doktorand A2  
Tel. 1212  
E-Mail: [luan@mbi-berlin.de](mailto:luan@mbi-berlin.de)  
Beginn: 01.12.2016



Natacha Boroukhoff-Lieng  
EDV/IT  
Tel. 1553  
E-Mail: [boroukh@mbi-berlin.de](mailto:boroukh@mbi-berlin.de)  
Beginn: 01.01.2017



Klaus Pangritz  
Techniker A3  
Tel. 1274  
E-Mail: [pangritz@mbi-berlin.de](mailto:pangritz@mbi-berlin.de)  
Beginn: 01.01.2017



Seit dem 1. Januar 2017 gibt es mit Frau Jeannine Rehse eine neue Bibliothekarin im MBI. Als Nachfolgerin von Frau Reschke ist Frau Rehse täglich von 9 bis 15 Uhr Ihre Ansprechpartnerin für Bücher- und Recherchefragen.



Ihre Anliegen können Sie gern an [jrehse@mbi-berlin.de](mailto:jrehse@mbi-berlin.de) oder [biblio@mbi-berlin.de](mailto:biblio@mbi-berlin.de) richten. Die Durchwahl bleibt die -1517.

Wir wünschen allen neuen MitarbeiterInnen einen guten Start.

Ausgeschiedene:  
(Stand 14.02.2017)

Janos Bohus	Gastwissenschaftler B3
Huabao Cao	Gastwissenschaftler B3
Vladimir Chvykov	Gastwissenschaftler B3
Dr. Judith Durá Diaz	Wissenschaftlerin A2
Manuel Fohler	Gastwissenschaftler B4
Martin Galbraith	Wissenschaftler A2
Lena Gwiasda	Verwaltung
Dr. Karol Janulewicz	Gastwissenschaftler B1
Dr. Dmitry Kolker	Gastwissenschaftler A3
Nikita Khodakovskiy	Doktorand B3
Bernd Kinski	Techniker B3
Christian Koschitzki	Doktorand B1
Dr. Philip Kristensen	Gastwissenschaftler A1
Janina Lebendig	Master B1
Dr. Christian Matyssek	Gastwissenschaftler A1
Dr. Durgamadhav Mishra	Gastwissenschaftler B4
Matthias Moferdt	Gastwissenschaftler A1
Emilio Pisanty Alatorre	Doktorand T1
Christoph Pratsch	Gastwissenschaftler B1
Daniel Reiche	stud./wiss. Hilfskraft T3
Dieter Reitze	EDV
Sebastian Ritter	Gastwissenschaftler B1
Nagyimihály Roland Sándor	Gastwissenschaftler B3
Dr. Usman K. Sapaev	Gastwissenschaftler T2
Maxim Sedov	Gastwissenschaftler B1
Dipl.-Phys. Christian Seim	Gastwissenschaftler B1
Dr. Torsten Siebert	Wissenschaftler C1
Simone Tacchini	Master A3
Monika Tischer	Technikerin C2
Torsten Wendav	Gastwissenschaftler A1
Renjie Yun	Gastwissenschaftler T2

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

Habilitationen/Abgeschlossene Dissertationen/  
Master- & Diplomarbeiten

## S. Eilzer

Excitation and acceleration of atoms in tailored strong laser fields  
Dissertation (2016) Technische Universität Berlin

## T. Sproll

Nichtgleichgewichtstransport von Photonen in mesoskopischen Systemen  
Dissertation (2016) Humboldt Universität zu Berlin

## J. Bränzel

Relativistic laser plasma dynamics with ultrathin foils  
Dissertation (2016) Technische Universität Berlin

## D. Reiche

Eddy-currents and the magnetic Casimir-Polder interaction  
Master (2016) Humboldt-Universität zu Berlin

## S. Koenig

Spectroscopic characterization of the stability of laser-induced filaments in air by spatially resolved fluorescence measurement  
Master (2016) Technische Hochschule Wildau

## R. Wehner

Optical characterization of dynamic mechanisms to generate LIPSS  
Master (2016) Technische Hochschule Wildau

## Projekteinwerbungen

### Bereich A

**Projektbezeichnung:** SAW-2017-MBI-4

Attosecond coherent diffractive imaging of collective electron motion in isolated gas-phase nanoparticles

**Laufzeit:** 15.06.2017 - 31.12.2020

**Projektleiter:** D. Rupp

**Geldgeber:** Leibniz Gemeinschaft

### Bereich C

**Projektbezeichnung:** Auftragsmessung

TRUMPF Photonics Inc.

Micro-Photoluminescence measurements at cm-bars

**Laufzeit:** 01.02.2017- 30.06.2017

**Projektleiter:** J.W. Tomm

**Geldgeber:** Industrie

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

## Preise / Prize

### Promotionspreis der Leibniz-Gemeinschaft geht an Dr. Maria Richter vom Max-Born-Institut

Dr. Maria Richter hat in ihrer Doktorarbeit „*Imaging and controlling electronic and nuclear dynamics in strong laser fields*“ neue theoretische und praktische Methoden entwickelt, um ultraschnelle Atom- und Molekülveränderungen in einem intensiven Laserfeld sichtbar zu machen. Normalerweise wird angenommen, dass ein intensives Laserfeld zu einer Ionisation des Atoms führen würde, bei der ein oder mehrere Elektronen aus der Atomhülle austreten

und ein positiv geladenes Ion zurückbleibt. Maria Richter zeigte jedoch mit ihren Berechnungen, dass es anstelle der Elektronenemission zur Bildung eines neuen Systems kommen kann - dem sogenannten „Atom plus superatomares Feld“ -, in dem der elektronische Zustand des Atoms stabil bleibt. Die neue Gestalt des Atoms ist stark verändert im Vergleich zu den Atomzuständen ohne superatomares Feld (feldfreie Atomzustände). Die neue elektronische Struktur des Atoms in der Laserstrahlung hat Richter für das Kaliumatom berechnet und damit gezeigt, wie diese anschließend mithilfe der Photoelektronenspektroskopie in Experimenten abgebildet werden kann. Damit entwickelte sie Methoden, um die exotischen Laser-veränderten Atomstrukturen eindeutig und direkt mit intensiver Laserstrahlung zu identifizieren. Gleichzeitig präsentiert sie einen neuen Weg, mit dem Ladungen und Energieflüsse in Molekülen kontrolliert werden können, indem die elektronische Struktur mit intensivem Licht reguliert wird. Ihre Erkenntnisse sind wichtige Bausteine zum Verständnis und zur Kontrolle photoinduzierter chemischer, physikochemischer und biophysikalischer Reaktionen in Molekülen, die zum Beispiel für die Stabilität der DNA oder bei der Reaktion des Auges auf das Eintreffen von Licht eine Rolle spielen.

Ihre Ergebnisse hat Maria Richter auf mehreren internationalen Fachkonferenzen präsentiert. Bereits mehr als drei Monate, bevor sie die Dissertation verteidigte, nahm sie ein Stellenangebot als Postdoktorandin von einer weltweit renommierten Arbeitsgruppe am Institut für Chemie an der Universidad Autónoma de Madrid an.

### Dr. Maria Richter of the Max Born Institute receives the Dissertation Award 2016 of the Leibniz Association



Dr. Maria Richter developed in her PhD thesis „*Imaging and controlling electronic and nuclear dynamics in strong laser fields*“ new theoretical and practical methods to visualize the ultrafast response of atoms and molecules to strong laser fields. Usually it is assumed that a strong laser field leads to ionization of the atom, where one or several electrons are ejected from the atomic

shell, leaving a positively charged ion behind. However, Maria Richter showed with numerical calculations that instead of the emission of electrons, a new system can form - the so-called „atom plus superatomic field“ -, which supports stable electronic states. The structure of the new atom is strongly modified compared to the field-free atomic structure. The new electronic structure of an atom exposed to a strong laser field has been calculated by Richter in the case of the potassium atom, and with that it has then been shown how the new structure can be imaged in experiments using photoelectron spectroscopy. Thereby she developed methods to identify the exotic laser-dressed atomic structure in a direct and unambiguous fashion with strong fields. Furthermore, she presents a new way to control the charge and energy flow in molecules, by modifying the electronic structure of the molecule with intense laser fields. Her findings are important steps towards a better understanding and control of photo-induced chemical, physicochemical and biophysical reactions in molecules, which, for instance, play a role in the stability of DNA against irradiation or in the first step of vision.

Maria Richter presented her results on several international conferences. More than three months before defending her thesis, she joined a world-renowned research group in the Department of Chemistry at Universidad Autónoma de Madrid.

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

## **Publikationen/Publication:**

M. Richter, F. Bouakline, J. González-Vázquez, L. Martínez-Fernández, I. Corral, S. Patchkovskii, F. Morales, M. Ivanov, F. Martín, O. Smirnova, „**Sub-laser-cycle control of coupled electron-nuclear dynamics at a conical intersection**“, New Journal of Physics, 17, 113023 (2015). DOI: 10.1088/1367-2630/17/11/113023

M. Richter, S. Patchkovskii, F. Morales, O. Smirnova, M. Ivanov, „**The role of the Kramers-Henneberger atom in the higher-order Kerr effect**“. New Journal of Physics, 15, 083012 (2013). DOI: 10.1088/1367-2630/15/8/083012.

F. Morales, M. Richter, S. Patchkovskii, O. Smirnova, „Imaging the Kramers-Henneberger atom“, Proceedings of the National Academy of Sciences, 108, 16906-16911 (2011). DOI: 10.1073/pnas.1105916108.

## Über den Preis:

Der Promotionspreis der Leibniz-Gemeinschaft wird jährlich für die besten Doktorarbeiten aus Leibniz-Instituten in den Kategorien „Geistes- und Sozialwissenschaften“ und „Natur- und Technikwissenschaften“ vergeben.

## About the Prize:

With this Dissertation Award the Leibniz Association annually recognizes the best Ph.D. theses of the past year in the categories "humanities and social sciences" and "natural sciences and engineering".

Für weitere Informationen:/ See for further information:

<http://www.leibniz-gemeinschaft.de/ueber-uns/auszeichnungen/promotionspreis/>

## Kontakt:

Dr. Maria Richter Tel. (030) 6392 1358

## **Thomas Elsaesser and Klaus Reimann honored as „Outstanding Referee“ by the American Physical Society in 2017**

Another lifetime award for *Thomas Elsaesser and Klaus Reimann*. They were awarded as „*Outstanding Referees*“ of the American Physical Society, as chosen by the journal editors.

The highly selective Outstanding Referee program annually recognizes about 150 of the roughly 60,000 currently active referees. The honorees come from over 50 different countries.

*Serguei Patchkovskii* has received this honor in 2016 to complete the follow-up information about this prize.

Congratulation to all for this lifetime award!



## About the prize:

The Outstanding Referee program was instituted in 2008 to recognize scientists who have been exceptionally helpful in assessing manuscripts for publication in the APS journals.

By means of the program, APS expresses its appreciation to all referees, whose efforts in peer review not only keep the standards of the journals at a high level, but in many cases also help authors to improve the quality and readability of their articles – even those that are not published by APS. The Editors select the honorees based on the quality, number, and timeliness of their reports, without regard for membership in the APS, country of origin, or field of research. The decisions are difficult and there are many excellent referees who are still to be recognized!

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

## Vereinbarkeit Beruf und Familie / Reconciliation of work and family life



Liebe Kollegen und Kolleginnen,

Dear colleagues,

### Gesundheitstag

Im Rahmen der Zertifizierung „BerufundFamilie“ wird ein „**Gesundheitstag**“, der Mitte September 2017 stattfinden soll, vorbereitet.

In Vorbereitung dessen ist eine Online-Umfrage vorgesehen, die im März 2017 veröffentlicht wird.

Ich möchte alle Kolleginnen und Kollegen bitten, sich rege daran zu beteiligen, damit der „Gesundheitstag“ die Themen aufgreift, die **SIE** wünschen.

### Notfallmappe

Weiterhin möchte ich darauf aufmerksam machen, dass eine überarbeitete Version der Notfallmappe (nur in Deutsch) zu finden ist unter:

[http://intern.mbi-berlin.de/de/gender\\_equality/ge\\_audit/Notfallmappe\\_Max\\_Born\\_Institut.pdf](http://intern.mbi-berlin.de/de/gender_equality/ge_audit/Notfallmappe_Max_Born_Institut.pdf).

Kontakt: M. Rink, Tel. 1551

### Health Day Event

in the context of the auditing „reconciliation of work and family life,“ a „**health day event**“ is planned. It will take place on mid-September this year.

In preparation thereof we conduct an online questionnaire which is scheduled for March 2017. In this questionnaire you will have the opportunity to list health themes which matter to you. I would like to ask all of you for active participation. Your involvement will be of great importance for the success of this day.

### The „Notfallmappe“ (emergency case folder)

Furthermore, I would like to inform you that a revised version of the emergency case folder (only in German) is available. Please visit our website:

[http://intern.mbi-berlin.de/de/gender\\_equality/ge\\_audit/Notfallmappe\\_Max\\_Born\\_Institut.pdf](http://intern.mbi-berlin.de/de/gender_equality/ge_audit/Notfallmappe_Max_Born_Institut.pdf).

Contact: M. Rink, Tel. 1551

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

## Gleichstellung

### Girlsday am 27.4.2017

Ich benötige immer noch große Unterstützung von Euch, liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des MBI.

Ich möchte hiermit Frau Oßwald, Herrn Noll und Herrn Engel und den Kollegen der Werkstatt danken, dass ich überhaupt schon ein Programm (siehe unten) zusammenstellen und dies auf der Webseite des Girls'Day-Tages einstellen konnte.

Dieses Programm hat bereits nach 2 Tagen schon 5 Anmeldungen bekommen, was doch für ein großes Interesse spricht. Nun müssen wir diese Punkte noch detaillierter ausarbeiten.

Und ich benötige wieder HelferInnen, die die Mädchen von einer Station zur anderen führen und auch beim Catering mithelfen. Daher nochmal die Bitte an alle. Bitte sendet mir eine Mail, wenn Ihr dabei sein möchtet, 20 Mädchen erneut einen unvergesslichen Tag am MBI zu bieten und möglichem Nachwuchs einen Einblick in die spannende Forschungsarbeit des MBI zu geben.

Bei Fragen stehen die Gleichstellungsbeauftragten und Vertreterin gerne zur Verfügung.



Kontakt: M. Rink, Tel. 1551, A. Lübcke, Tel. 1247

### Text auf der Webseite des Girls' Day

<https://www.girls-day.de/aktool/ez/eventvcard.aspx?id=67520&skin=uo>

### Forschung zwischen Monsterwellen und unsichtbaren Lichtblitzen

Es ist heute allgemein akzeptiert, dass das Photon, das Lichtteilchen, eine ähnliche Rolle für die Zukunftstechnologien des 21<sup>sten</sup> spielen wird, wie es das Elektron im vergangenen Jahrhundert für die Elektronik und Elektrotechnik getan hat.

Laser sind Lichtquellen ganz besonderer Art. Die Kontrolle der Kohärenz, d.h. der erzwungene Gleichtakt der Lichtwellen, hat die Erzeugung von Licht revolutioniert und neuen Methoden der Optik in Forschung und Technologie zum Durchbruch verholfen.

Laser sind unverzichtbare Werkzeuge beim Speichern und Übertragen von Information, in der Messtechnik, in der medizinischen Diagnostik und in der modernen Fertigungstechnik vom Schiffs- und Flugzeugbau bis hin zum Computerchip.

Die Ultrakurzzeitspektroskopie hat große Bedeutung in der Grundlagenforschung erlangt und breite Anwendung in der Messtechnik gefunden. Es ist dieses Forschungsgebiet mit und an ultrakurzen und ultraintensiven Lasern sowie laserbasierten, gepulsten Lichtquellen, welches die Mission des MBI definiert. Am Girlsday könnt ihr einen kleinen Einblick in diese Forschungsgebiete bekommen. Ihr werdet einem Laser-Experiment zuschauen und dabei auch einen Einblick in ein

Forschungslabor bekommen. In einem anderen Labor könnt ihr sehen, wie dünne Beschichtungen hergestellt und diese bzgl. der magnetischen oder topografischen Eigenschaften mit Mikroskopen angesehen werden können. Dabei könnt ihr auch selber kleinere Messungen an einem Rasterkraftmikroskop vornehmen.

Bevor die Experimente im Labor durchgeführt werden können, müssen natürlich auch die theoretischen Grundlagen dazu entwickelt werden. In einem Vortrag mit anschließenden selbstständigen Arbeiten am Computer werdet ihr erfahren, welche Bedeutung bestimmte Simulationsprogramme haben. Dabei könnt ihr anhand von Bewegungen dreidimensionaler Moleküle am Computer selbst diese Programme austesten.

Weiterhin werdet ihr zusammen mit einem Wissenschaftler mit Hilfe eines Konstruktionsprogrammes gemeinsam eine Pinzette konstruieren und anschließend am Computer simulierte Tests auf Verformung, Materialspannungen und Biegsamkeit durchführen.

Zum Schluss werdet ihr die Werkstatt kennenlernen, die die Wissenschaftler bei dem Aufbau der notwendigen Laborgeräte unterstützen. Ihr könnt hier ein kleines Andenken - ein Armband - selber erstellen.

## Forschungsergebnisse

### Verstärkung relativistischer Elektronenpulse durch direkte Beschleunigung im Laserfeld

Eine gezielte und direkte Beschleunigung von Elektronen in extrem starken Laserfeldern würde es ermöglichen neuartige, ultra-kompakte Beschleuniger zu realisieren. Um dieses Ziel zu erreichen, muss jedoch die intrinsische Bewegung von Elektronen im elektromagnetischen Wechselfeld eines Laserpulses gleichgerichtet und vom Feld entkoppelt werden. Diese grundlegende Herausforderung wird weltweit intensiv erforscht. In Experimenten am Max-Born-Institut ist es nun Forschern gelungen, ein Konzept der direkten Laserbeschleunigung zu realisieren und theoretisch im Detail nachzuvollziehen. Dieses Konzept eröffnet die Möglichkeit, relativistische und ultra-kurze Elektronenpulse auf extrem kleinen Beschleunigungsdistanzen unterhalb eines Millimeters zu erzeugen. Solche Elektronen und darauf basierende Röntgenquellen haben vielfältige Anwendungsgebiete in der Spektroskopie und Strukturanalyse, in medizinisch-biologischer Forschung und für die Nanotechnologie.

Wie Elektronen in sehr starken Laserfeldern zu relativistischen Energien beschleunigt werden können, berührt eine grundlegende Frage der Physik der Licht-Materie Wechselwirkung. Zwar wird ein freies, ruhendes Elektron von den elektrischen und magnetischen Feldern eines Laserpulses zu Oszillationen mit extrem hohen Geschwindigkeiten getrieben, aber mit dem Abklingen des Lichtfeldes kommt das Elektron wieder zu Ruhe und ein netto Energieübertrag durch die direkte Beschleunigung in einem Laserfeld findet nicht statt. Dieses grundlegende Prinzip, das gerne in Physikprüfungen diskutiert wird, ist jedoch an bestimmte Voraussetzungen der räumlichen Ausdehnung und Intensität des Laserpulses gebunden. Falls aber diese Voraussetzungen verletzt werden, z.B. durch Fokussierung des Lasers oder die Anwesenheit von starken elektrostatischen Feldern in einem Plasma, können Elektronen durch die Wechselwirkung mit einem Laserpuls tatsächlich beschleunigt werden.

Weltweit widmen sich viele Forschungsgruppen derzeit der Frage, mit welcher Geschwindigkeit Elektronen aus einem extrem starken Laserfeld extrahiert werden können und wie man mit ultra-kurzem Laserpulsen entsprechend kurze Elektronenpulse hoher Ladungsdichte erzeugen kann.

In einem Lichtfeld mit „relativistischer“ Intensität ( $I > 10^{18}$  W/cm<sup>2</sup>), oszillieren die Elektronen mit Geschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit und ihre kinetische Energie liegt im Bereich von Megaelektronenvolt (MeV) bis Gigaelektronenvolt (GeV) bei ( $I > 10^{22}$  W/cm<sup>2</sup>). Diese starken Lichtfelder erreicht man durch die Fokussierung von sehr

## Research Highlights

### Amplification of relativistic Electron Pulses by Direct Laser Field Acceleration

Controlled direct acceleration of electrons in very strong laser fields can offer a path towards ultra-compact accelerators. Such a direct acceleration requires rectification and decoupling of the oscillating electromagnetic laser field from the electrons in a suitable way. Researchers worldwide try to tackle this challenge. In experiments at the Max Born Institute direct laser acceleration of electrons could now be demonstrated and understood in detail theoretically. This concept is an important step towards the creation of relativistic and ultra-short electron pulses within very short acceleration distances below one millimeter. Resulting compact electron and related x-ray sources have a broad spectrum of applications in spectroscopy, structural analysis, biomedical sciences and for nanotechnology.

The way electrons can be accelerated up to relativistic kinetic energies in strong laser fields is a fundamental issue in the physics of light-matter interaction. Although the electromagnetic fields of a laser pulse force a free electron previously at rest to oscillations with extremely high velocities, these oscillations cease again when the light pulse has passed by. A net energy transfer by such a direct acceleration of a charged particle in the laser field cannot take place. This fundamental principle - often discussed in physics exams - is valid for certain boundary conditions of the spatial extent and intensity of the laser pulse. Only for particular, different boundary conditions, electrons can indeed receive a net energy transfer via acceleration from the strong laser field. These conditions can be set e.g. by focusing of the laser pulse or the presence of strong electrostatic fields in a plasma.

Worldwide scientists are looking for solutions how fast electrons can be extracted from extremely strong laser fields and how one can obtain short electron pulses with a high charge density via ultra-short laser pulses.

In light fields of relativistic intensity ( $I > 10^{18}$  W/cm<sup>2</sup>) electrons oscillate with velocities close to the speed of light. The corresponding kinetic energy reaches values from MeV to GeV (at  $I > 10^{22}$  W/cm<sup>2</sup>). Strong light fields are realized by focusing ultra-short laser pulses with high energy down to areas of few micrometers. The resulting spatial intensity distribution does already enable the acceleration of the electrons up to high kinetic energies. This process is known as ponderomotive acceleration. It is an essential process for the interaction between strong light fields and matter. Various theoretical studies, however, have predicted that the number of electrons and their kinetic energy can be further significantly increased

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

kurzen Laserpulsen mit hohen Pulsenergien auf Raumbereiche von einigen Mikrometern. Die dadurch entstehende räumliche Intensitätsverteilung ermöglicht bereits eine Beschleunigung von Elektronen zu hohen kinetischen Energien. Das Prinzip ist als „ponderomotive“ Beschleunigung bekannt und stellt einen elementaren Prozess bei der Wechselwirkung von starken Lichtfeldern und Materie dar. Verschiedene theoretische Studien haben vorhergesagt, dass darüber hinaus die Anzahl und Energie der Elektronen durch eine zusätzliche direkte Beschleunigung im Laserfeld deutlich gesteigert werden kann, aber nur, wenn die Elektronen-Licht Wechselwirkung gezielt unterbrochen wird. Diese Überlegungen waren der Ausgangspunkt für die Experimente von Julia Braenzel und ihren Kollegen am Max-Born-Institut.

In den Experimenten am MBI wurden die Elektronen von dem Lichtpuls zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt mittels einer für das Laserlicht undurchlässigen Separator-Folie entkoppelt. So konnte gezeigt werden, dass sich dadurch die Zahl an Elektronen mit hohen Geschwindigkeiten erhöhen lässt. Mit einem 70 TW Ti:Saphir Laser (2 J @ 35 fs) und 30 bis 100 nm dünnen Targetfolien aus PVF-Kunststoff konnten  $< 10^9$  Elektronen mit kinetischen Energien im MeV - Bereich erzeugt werden, die durch die ponderomotive Kraft in die Ausbreitungsrichtung des Lasers emittiert wurden. Während der eigentlichen Wechselwirkung befindet sich die Folie in einem fast vollionisierten Zustand, das heißt, sie ist zu einem Plasma geworden.

Für hinreichend geringe Foliendicken unter 100 nm kann ein Teil des Laserlichts dieses Plasma passieren und dadurch werden die hinter der Folie bereits emittierten Elektronen von dem transmittierten Lichtpuls überholt. Quasi intrinsisch synchronisiert werden die „langsamen“ Elektronen in das transmittierte, immer noch relativistische Laserfeld ( $< 8 \times 10^{18}$  W/cm<sup>2</sup>) injiziert. Wird nun eine zweite dünne Folie als Separator in einem geeigneten Abstand hinter der ersten Folie platziert, kann eine Verstärkung des Elektronensignals in einem ganz bestimmten Energiebereich festgestellt werden. Abbildung 1a zeigt schematisch den zeitlichen Ablauf im Experiment und in Abbildung 1b wird die resultierende Elektronenverteilung verglichen, die man ohne und mit zusätzlicher Separator Folie erhält. Die Separator-Folie ist undurchlässig für das transmittierte Laserlicht aber durchlässig für die schnellen Elektronen, daher lassen sich die Elektronen vom Lichtfeld entkoppeln. Der Zeitpunkt an welchem die Wechselwirkung der Elektronen mit dem transmittierten Laserpuls unterbrochen wird, ist durch den Abstand zwischen den Folien vorgegeben.

Die in der Gruppe von Matthias Schnürer durchgeführten Experimente zeigen, dass die Verstärkung des Elektronensignals bei einem ganz bestimmten Abstand maximal wird und für sehr große Abstände gänzlich verschwindet. Das

by a direct acceleration in the laser field, but only if the electron-light interaction is interrupted in a properly tailored way. These considerations were the starting point for the experiments by Julia Braenzel and her colleagues at the Max Born Institute.

In the experiments at MBI the electrons were decoupled from the light pulse at a particular moment in time, using a separator foil that is opaque for the laser light but can transmit fast electrons. We could show that this method leads to an increase of the number of electrons with high velocities. At first, a 70 TW Ti:Sapphire laser pulse (2 J @ 35 fs) irradiates an 30 - 100 nm thin target foil consisting of a PVF-polymer. In the laser propagation direction, about  $10^9$  electrons are accelerated up to several MeV energy via the ponderomotive force. During this interaction the foil is almost fully ionized and transformed into plasma.

For sufficiently thin target foil thicknesses below 100 nm a fraction of the incident laser light can be transmitted through the plasma. The transmitted light starts to overtake the electrons already emitted in this direction. This corresponds to a quasi-intrinsically synchronized injection of slow electrons into the transmitted, but still relativistic laser field ( $< 8 \times 10^{18}$  W/cm<sup>2</sup>). If a second thin separator foil is placed at the correct distance behind the first one, amplification in the electron signal for a particular energy interval is observed. Fig. 1a) shows a schematic of the temporal evolution in the experiment and Fig. 1b) presents a direct comparison of the detected electron spectral distribution for a single foil and a double foil configuration, where the second foil acts as a separator. This foil is opaque for the laser light but is transparent for the fast electrons and hence enables a decoupling of both. The time at which the interaction between electrons and transmitted light is interrupted depends on the distance between the two foils.

The experiments carried out in the group of Matthias Schnürer demonstrate that an amplification of the electron signal can be obtained and is maximized for a particular distance. The amplification vanishes for very big distances. Numerous measurements as well as numeric simulations confirmed the hypothesis that electrons with high kinetic energy can indeed be extracted out of the light field if they are decoupled appropriately. If the separator foils is located at an optimized position, slow electrons with kinetic energies below 100 keV are accelerated to about ten times higher kinetic energies. This effect leads to a concentration of electrons in a narrow energy interval. In contrast to experiments using the different mechanism of laser wake field acceleration, where the production of GeV electrons has already been demonstrated, the direct laser acceleration demonstrated here can be scaled up to high laser intensities and high plasma densities. Beyond the fundamental insight in laser-matter interactions the direct laser acceleration demonstrated in this work holds promise

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

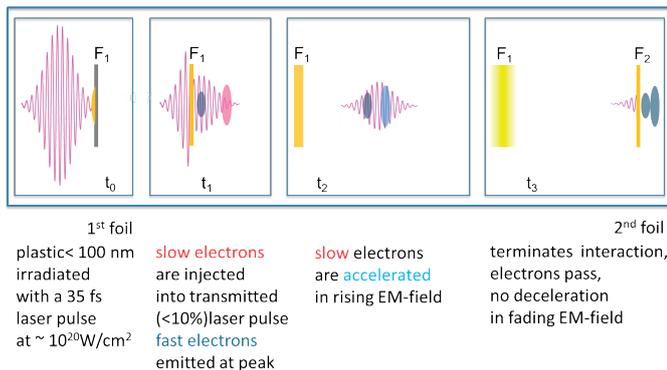
theoretische Konzept, Elektronen durch eine rechtzeitige Entkopplung vom Laserpuls nach erfolgter Beschleunigung auf hohen kinetischen Energien zu belassen, wurde durch zahlreiche Messreihen und numerische Simulationen bestätigt. Die Experimente und das analytische Modell zeigen, dass langsame Elektronen mit kinetischen Energien unter 100 keV durch die Anwesenheit der zweiten Folie auf etwa eine Größenordnung höhere Energie beschleunigt werden. Dieser Effekt führt zu einer Verdichtung der Elektronen in einem engen Energiebereich. Anders als bei der sogenannten „Kielwellenbeschleunigung“, mit der bereits die Erzeugung von GeV-Elektronen mit einer lasergetriebenen Plasmawelle demonstriert wurde, kann die direkte Laserbeschleunigung zu sehr hohen Laserintensitäten und Plasmadichten skaliert werden. Neben grundlegenden physikalischen Einsichten ergeben sich daher auf der Basis dieses Konzeptes auch zukünftige Anwendungen im Bereich laserbasierter Quellen relativistischer Elektronen.

for the future realization of compact sources of relativistic electrons.

**Originalpublikation:** Phys. Rev. Lett. 118, 014801 (2017) doi:10.1103/PhysRevLett.118.014801  
 „Amplification of Relativistic Electron Bunches by Acceleration in Laser Fields“  
 J. Braenzel, A.A. Andreev, F. Abicht, L. Ehrentraut, K. Platonov, and M. Schnürer  
<http://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.118.014801>

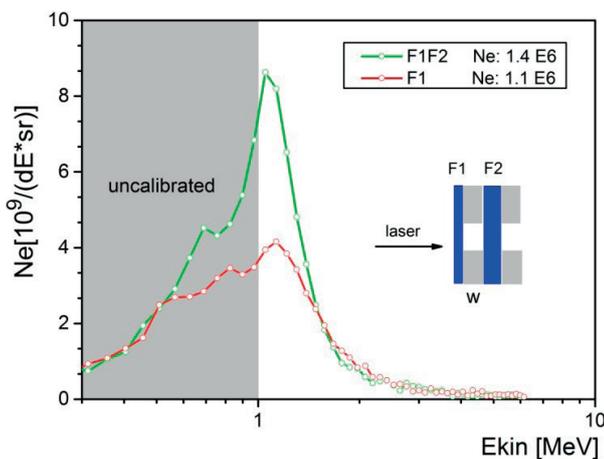
Contact: J. Bränzel Tel. 1338, M. Schnürer Tel. 1315

Intense laser – foil interaction,  
 electron acceleration in partly transmitted laser pulse  
 and light – electron separation with a 2<sup>nd</sup> foil



**Abb. 1a:** Schematische Darstellung des realisierten Prinzips einer direkten Elektronenbeschleunigung im Laserfeld und deren Umsetzung im Experiment.

**Fig. 1a:** Schematic of the direct electron acceleration in a laser field and its realization in the experiment.



**Abb. 1b:** In Laserpropagationsrichtung detektierte Elektronen von einem Einzel- (F1) und Doppelfolientarget (F1F2), bei der die zweite Folie als Separator wirkt. Die verwendeten Kunststofffolien haben eine Schichtdicke von F1=35nm und F2=85 nm.  $N_e$  gibt die integrierte Elektronenanzahl für den gesamten Detektionsbereich (0,2-7,5 MeV) bzgl. der Spektrometerapertur an.

**Fig. 1b:** Detected electrons in the laser propagation direction from a single (F1) and double foil (F1F2) target configuration, where the second foils acts as a separator. The plastic foils used were about F1=35nm and F2=85 nm thick.  $N_e$  values represent the integrated electron numbers for the whole detection range (0,2-7,5 MeV) with respect to the spectrometer aperture.

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

## Forschungsergebnisse

### Ein vereinheitlichtes Zeit- und Frequenzbild zur Erklärung ultraschneller atomarer Anregung in starken Laserfeldern

Obwohl mit dem Keldysh Parameter, der bereits in den 1960er Jahren durch den namengebenden russischen Physiker eingeführt wurde, eine klare Unterscheidung zwischen dem Multiphotonen- und Tunnelbild vorgenommen wurde, ist es eine offene Frage geblieben, ob, insbesondere bei der Beschreibung der Anregung von Atomen durch intensive Laserfelder, die beiden scheinbar unvereinbaren Ansätze ineinander überführt werden können.

Der Multiphotonencharakter äußert sich z.B. im Auftreten resonanter Erhöhungen in der Anregung, sobald ein ganzzahliges Vielfaches der Photonenenergie der Anregungsenergie atomarer Zustände entspricht. Man muss jedoch berücksichtigen, dass sich die atomaren Niveaus mit zunehmender Laserintensität zu höheren Energien verschieben. Das führt dazu, dass auch bei festgehaltener Frequenz der Laserstrahlung resonante Effekte durch eine Erhöhung der Laserintensität auftreten. Diese erfolgen periodisch, immer dann, wenn die Energieverschiebung der Niveaus um eine Photonenenergie zugenommen hat. Diese Bereiche werden als channel closing bezeichnet (Abschluss eines Multiphotonenprozesses mit fester Photonenzahl), da gleichzeitig mit der erhöhten Anregung die Ionisation unterdrückt wird.

Im Tunnelbild wird das Laserfeld als elektromagnetische Welle betrachtet, von der nur das oszillierende elektrische Feld berücksichtigt wird. Anregung kann dabei als ein Prozess verstanden werden, bei dem das gebundene Elektron zunächst durch einen Tunnelprozess in der Nähe des Maximums eines Feldzyklus instantan freigesetzt wird. Das Elektron nimmt aber in vielen Fällen nicht genügend Driftenergie aus der Oszillation im Laserfeld auf, um sich am Ende des Laserpulses aus dem Coulombfeld seines Rumpfions zu befreien, was zur Ionisation des Atoms führen würde. Stattdessen findet es sich in einem angeregten Rydbergzustand wieder. Im Tunnelbild sind keine resonanten Effekte in der Anregung möglich, da das Laserfeld für den Tunnelprozess als statisch angenommen wird und dadurch die Frequenz des Lichtes zunächst unerheblich ist.

In der Studie wurde nun erstmalig die Ausbeute an angeregten Argon- und Neonatomen als Funktion der Laserintensität sowohl im Multiphotonen- als auch im Tunnelbereich direkt gemessen. Im Multiphotonenbereich wurden ausgeprägte resonante Erhöhungen in der Anregungswahrscheinlichkeit detektiert, insbesondere in der Nähe der regelmäßigen channel closings, während im Tunnelbereich die Anregungswahrscheinlichkeit

## Research Highlights

### Unified time and frequency picture of ultrafast atomic excitation in strong fields

The insight that light sometimes needs to be treated as an electromagnetic wave and sometimes as a stream of energy quanta called photons is as old as quantum physics. In the case of interaction of strong laser fields with atoms the dualism finds its analogue in the intuitive pictures used to explain ionization and excitation: The multiphoton picture and the tunneling picture.

In a combined experimental and theoretical study on ultrafast excitation of atoms in intense short pulse laser fields scientists of the Max Born Institute succeeded to show that the prevailing and seemingly disparate intuitive pictures usually used to describe interaction of atoms with intense laser fields can be ascribed to a single nonlinear process. Moreover, they show how the two pictures can be united. The work appeared in the journal Physical Review Letters and has been chosen to be an Editors' suggestion for its particular importance, innovation and broad appeal. Beside the fundamental aspects the work opens new pathways to determine laser intensities with high precision and to control coherent Rydberg population by the laser intensity.

Although the Keldysh parameter, introduced in the 1960's by the eponymous Russian physicist, clearly distinguishes the multiphoton picture and the tunneling picture, it has remained an open question, particularly in the field of strong field excitation, how to reconcile the two seemingly opposing approaches.

In the multiphoton picture the photon character shines through as resonant enhancement in the excitation yield whenever an integer multiple of the photon energy matches the excitation energy of atomic states. However, the energy of atomic states is shifted upwards with increasing laser intensity. This results in resonant-like enhancements in the excitation yield, even at fixed laser frequency (photon energy). In fact, the enhancement occurs periodically, whenever the energy shift corresponds to an additional photon energy (channel closing).

In the tunneling picture the laser field is considered as an electromagnetic wave, where only the oscillating electric field is retained. Excitation can be viewed as a process, where initially the bound electron is liberated by a tunneling process, when the laser field reaches a cycle maximum. In many cases the electron does not gain enough drift energy from the laser field to escape the Coulomb potential of the parent ion by the end of the laser pulse, which would lead to ionization of the atom. Instead, it remains bound in an excited Rydberg state.

# MBI Interner Newsletter

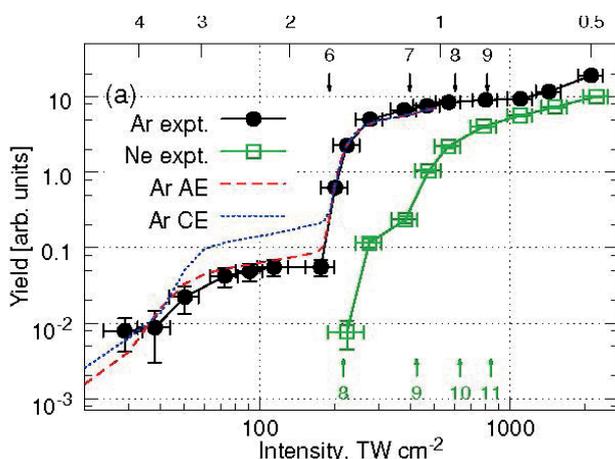
8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

keine resonanten Strukturen mehr zeigt. Allerdings konnte Anregung auch bei hohen Laserintensitäten jenseits der Intensitätsschwelle zur vollständigen Ionisation beobachtet werden.

Die numerische Lösung der zeitabhängigen Schrödinger-Gleichung zur Beschreibung der untersuchten Atome im starken Laserfeld führte in beiden Bereichen zu einer exzellenten Übereinstimmung der Theorie mit den experimentellen Daten. Eine genauere Analyse der Ergebnisse zeigt, dass man die beiden Bilder als eine komplementäre Beschreibung im Frequenz- und Zeitraum von ein und demselben nichtlinearen Prozess ansehen kann. Im Zeitbild betrachtet kann man annehmen, dass in den Maxima der Feldzyklen periodisch Elektronenwellenpakete erzeugt werden. Im Multiphotonenbereich zeigt sich, dass diese Wellenpakete hauptsächlich im Laserpulsmaximum erzeugt werden und nur dann genau konstruktiv interferieren, wenn die Intensität in der Nähe der channel closings liegt. Damit ergeben sich reguläre Erhöhungen in der Anregungswahrscheinlichkeit jeweils quasi im Abstand der Photonenenergie. Im Tunnelbereich werden die Wellenpakete zwar auch periodisch bei den Maxima der Feldzyklen erzeugt, allerdings hauptsächlich im ansteigenden Teil des Laserpulses, sodass sie irregulär interferieren, was zu einem irregulären Verhalten in der Anregungswahrscheinlichkeit führt. Diese weniger ausgeprägten schnellen Änderungen werden im Experiment nicht aufgelöst und daher ein glattes Anregungsspektrum detektiert.

**Originalpublikation:** Phys. Rev. Lett. 118, 013003 (2017) doi:10.1103/PhysRevLett.118.013003  
„Unified Time and Frequency Picture of Ultrafast Atomic Excitation in Strong Laser Fields“

H. Zimmermann, S. Patchkovskii, M. Ivanov, and U. Eichmann



In the tunneling picture there is no room for resonances in the excitation since tunneling proceeds in a quasi-static electric field, where the laser frequency is irrelevant.

In the study the excitation yield of Ar and Ne atoms as a function of the laser intensity has been directly measured for the first time, covering both the multiphoton and tunneling regimes. In the multiphoton regime pronounced resonant enhancements in the yield have been observed, particularly in the vicinity of the channel closings, while in the tunneling regime no such resonances appeared. However, here excitation has been observed even in an intensity regime which lies above the threshold for expected complete ionization.

The numerical solution of the time dependent Schrödinger equation for the investigated atoms in a strong laser field provided excellent agreement of the theory with the experimental data in both regimes. A more detailed analysis revealed that both pictures represent a complementary description in the time and frequency domain of the same nonlinear process. If one considers excitation in the time domain one can assume that electron wave packets are created periodically at the field cycle maxima. In the multiphoton regime it can be shown that the wave packets are created predominantly close to the maximum intensity of the pulse and thus interfere constructively only if the intensity is close to a channel closing. With this, regular enhancement in the excitation spectrum results effectively only at the photon energy separation. In the tunneling regime the wavepackets are also created periodically at the field cycle maxima, however, predominantly at the rising edge of the laser pulse which, in turn, leads to an irregular interference pattern and consequently, to irregular variations in the excitation spectrum. These rapid variations are not resolved in the experiment and the detected excitation spectrum is smooth.

Contact: S. Patchkovskii Tel. 1241, U. Eichmann Tel. 1371

**Fig.1:** Yield of excited atoms as a function of the laser intensity. At a laser intensity of  $200 \text{ TW/cm}^2$ , in the vicinity of a 6 photon channel closing, a strong resonant enhancement of a factor 100 is visible. For the argon data, the theoretical curve is also displayed (red dashed curve), which is in excellent agreement with the experimental data.

**Abb.1:** Ausbeute an angeregten Atomen als Funktion der Laserintensität. Bei einer Laserintensität von  $200 \text{ TW/cm}^2$ , in der Nähe des "channel closings" für 6 Photonen, zeigt sich eine starke resonante Erhöhung der Anregung um einen Faktor 100. Für die Argondaten ist die theoretische Vorhersage gezeigt (rote gestrichene Kurve), die in exzellenter Übereinstimmung mit den experimentellen Daten ist.

## Forschungsergebnisse

### Extrem kleine Atombewegungen werden mittels ultrakurzer Röntgenblitze aufgezeichnet

Periodische Atombewegungen auf einer Längenskala von einem Milliardstel eines Millionstels eines Meters ( $10^{-15}$  m) werden mittels ultrakurzer Röntgenimpulse abgebildet. Bei dieser neuen experimentellen Technik werden regelmäßig angeordnete Atome in einem Kristall durch einen Laserimpuls in Schwingungen versetzt, die mit Hilfe einer Reihe von Schnappschüssen über die geänderte Röntgenabsorption beobachtet werden.

Ein Kristall ist eine regelmäßige, periodische Anordnung von Atomen oder Ionen, welche über Kräfte zwischen deren Elektronen zusammengehalten werden. Die Atomkerne können Schwingungen um ihre Gleichgewichtspositionen ausführen. Die räumliche Auslenkung der Kerne bei solchen Schwingungen ist viel kleiner als der Abstand zwischen benachbarten Atomen. Dennoch hat die Schwingungsbewegung eine Rückwirkung auf die Elektronen, indem sie deren räumliche Verteilung moduliert und damit die elektronischen und optischen Eigenschaften des Kristalls verändert. Diese Prozesse laufen auf einer Zeitskala deutlich unterhalb einer Pikosekunde ( $1 \text{ ps} = 10^{-12} \text{ s}$ ) ab. Um solche Effekte zu verstehen und auch anzuwenden, etwa in akusto-optischen Bauelementen, ist eine direkte Abbildung des filigranen Zusammenspiels zwischen Kern- und Elektronenbewegungen auf der Subpikosekunden-Zeitskala wünschenswert.

In der neuesten Ausgabe der Fachzeitschrift Physical Review B (Rapid Communication) berichten Forscher vom Max-Born-Institut in Berlin (Deutschland), vom Empa (Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology in Dübendorf (Schweiz)) und dem National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg (USA) über ein neuartiges Experiment, das es erlaubt, einerseits kohärente Atomschwingungen in kleinen  $\text{LiBH}_4$  Kristallen gezielt anzuregen, und andererseits diese über die modifizierte Röntgenabsorption auszulesen [Abb. 1.]. In den Experimenten regte ein optischer Lichtimpuls (Wellenlänge 800 nm) mittels impulsiver Ramanstreuung ein optisches Phonon an [movie]. Die Atombewegungen dieser Schwingung verändern periodisch die Abstände zwischen  $\text{Li}^+$  und  $(\text{BH}_4)^-$  Ionen. Diese Distanzänderungen modulieren wiederum die räumliche Verteilung der Elektronen im Kristall und damit das Röntgen-Absorptionsspektrum  $\text{Li}^+$ -Ionen. Auf diese Weise transformieren sich die Atomschwingungen in eine oszillatorische Modulation der Röntgenabsorption an der sogenannten Li K-Kante bei Photonenergien von 60 eV. Ultrakurze Röntgenblitze messen damit die Veränderungen der Röntgenabsorption zu verschiedenen Verzögerungszeiten zwischen Anreg- und Abtastimpulsen. Aus dieser Reihe

## Research Highlights

### Ultrasmall atom motions recorded with ultrashort x-ray pulses

Periodic motions of atoms over a length of a billionth of a millionth of a meter ( $10^{-15}$  m) are mapped by ultrashort x-ray pulses. In a novel type of experiment, regularly arranged atoms in a crystal are set into vibration by a laser pulse and a sequence of snapshots is generated via changes of x-ray absorption.

A crystal represents a regular and periodic spatial arrangement of atoms or ions which is held together by forces between their electrons. The atomic nuclei in this array can undergo different types of oscillations around their equilibrium positions, the so-called lattice vibrations or phonons. The spatial elongation of nuclei in a vibration is much smaller than the distance between atoms, the latter being determined by the distribution of electrons. Nevertheless, the vibrational motions act back on the electrons, modulate their spatial distribution and change the electric and optical properties of the crystal on a time scale which is shorter than 1 ps ( $10^{-12}$  s). To understand these effects and exploit them for novel, e.g., acoustooptical, devices, one needs to image the delicate interplay of nuclear and electronic motions on a time scale much shorter than 1 ps.

In a recent Rapid Communication in Physical Review B, researchers from the Max Born Institute in Berlin (Germany), the Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology in Dübendorf (EMPA) (Switzerland), and the National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg (USA) apply a novel method of optical pump - soft x-ray probe spectroscopy for generating coherent atomic vibrations in small  $\text{LiBH}_4$  crystals, and reading them out via changes of x-ray absorption. In their experiments, an optical pump pulse centered at 800 nm excites via impulsive Raman scattering a coherent optical phonon with Ag symmetry [movie]. The atomic motions change the distances between the  $\text{Li}^+$  and  $(\text{BH}_4)^-$  ions. The change in distance modulates the electron distribution in the crystal and, thus, the x-ray absorption spectrum of the  $\text{Li}^+$  ions. In this way, the atomic motions are mapped into a modulation of soft x-ray absorption on the so-called Li K-edge around 60 eV. Ultrashort x-ray pulses measure the x-ray absorption change at different times. From this series of snapshots the atomic motions are reconstructed.

This novel experimental scheme is highly sensitive and allows for the first time to kick off and detect extremely small amplitudes of atomic vibrations. In our case, the  $\text{Li}^+$  ions move over a distance of only 3 femtometers =  $3 \times 10^{-15}$  m which is comparable to the diameter of the  $\text{Li}^+$  nucleus and 100000 times smaller than a distance between the ions in the crystal. The experimental observations are in excellent agreement with

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

von Schnappschüssen können dann die Atombewegungen rekonstruiert werden.

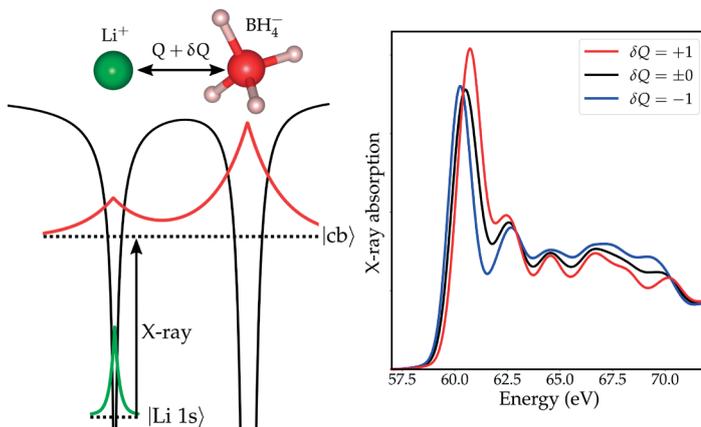
Das neue experimentelle Konzept ist extrem empfindlich und erlaubte zum ersten Mal Atomschwingungen mit extrem kleinen Amplituden anzustoßen und zu vermessen. Im vorliegenden Fall bewegten sich die  $\text{Li}^+$ -Ionen nur eine Strecke von 3 Femtometern =  $3 \times 10^{-15}$  m, eine Länge, die etwa dem Durchmesser eines  $\text{Li}^+$  Atomkerns entspricht. Diese Strecke ist damit 100000 mal kleiner als der Abstand zwischen den Ionen im Kristall. Die experimentellen Beobachtungen sind in exzellenter Übereinstimmung mit einer detaillierten Theorie der Röntgenabsorption. Diese neue Methode auf der Femtosekunden-Zeitskala birgt ein vielversprechendes Potential, um das Zusammenspiel zwischen Kern- und Elektronenbewegungen in kondensierter Materie abzubilden und zu verstehen, eine wesentliche Voraussetzung für weitergehende Theorien und Anwendungen in verschiedenen Technologien.

in-depth theoretical calculations of transient x-ray absorption. This new type of optical pump-soft x-ray probe spectroscopy on a femtosecond time scale holds strong potential for measuring and understanding the interplay of nuclear and electronic motions in liquid and solid matter, a major prerequisite for theoretical simulations and applications in technology.

**Original publication:** Physical Review B 95, 081101 (R) (2017)  
Ultrafast modulation of electronic structure by coherent phonon excitations  
J. Weisshaupt, A. Rouzée, M. Woerner, M. J. J. Vrakking, T. Elsaesser, E. L. Shirley, and A. Borgschulte  
<https://journals.aps.org/prb/abstract/10.1103/PhysRevB.95.081101>

Contact:

M. Wörner Tel.1470, J. Weisshaupt Tel. 1471, A. Rouzée Tel. 1240, M. Vrakking Tel. 1200, T. Elsässer Tel. 1400

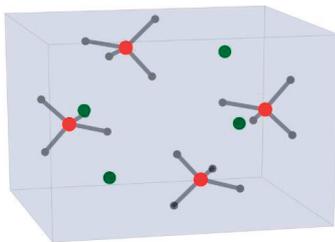
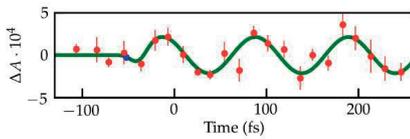


**Abb. 1:** In einem Röntgen-Absorptionsexperiment regt Licht ein stark gebundenes Rumpfelektron in einen Leitungsbandzustand des Kristalls an, wie auf der linken Seite der Abbildung gezeigt. Das Rumpfelektron des Li Atoms (grüne Wellenfunktion) wird ins Leitungsband (rote Wellenfunktion) angeregt, welches sowohl mit dem Li Kern als auch mit Borhydridgruppe wechselwirkt. Dieser Zustand reagiert sehr empfindlich auf Abstandsänderungen zwischen den An- und Kationen (siehe auch Abb. 2(b) und 3(d) im Hauptartikel). Auf der rechten Seite sieht man das Lithium K-Kanten-Röntgenabsorptionsspektrum für verschiedene, übertrieben große Schwingungsauslenkungen.

**Abb. 1:** In an x-ray absorption experiment light excites a strongly bound core electron into a conduction band state. On the left of the figure such a transition is shown. An electron which is strongly bound to a Lithium nucleus (green) is excited into a conduction band state (red) that interacts with both the Lithium nucleus and Borohydride group. This conduction band state is therefore sensitive to a modulation of the distance  $Q$  between Lithium nucleus and Borohydride group and as a result the x-ray absorption process is sensitive to such a modulation (cf. Figs. 2(b) and 3(d) in the main article). On the right side of the figure the Lithium K-edge x-ray absorption spectrum for different strongly exaggerated displacements is shown.

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017



**Movie:** Was passiert in der Einheitszelle von  $\text{LiBH}_4$  Kristallen nachdem eine impulsive Ramananregung mit einem Femtosekunden-Laserimpuls erfolgt ist? Oberes Teilbild: Gemessene, transiente Absorptionsänderung  $\Delta A(t)$  (Symbole) als Funktion der Verzögerungszeit zwischen infraroten Anreg-Lichtimpulsen und Abtast-Impulsen im weichen Röntgenbereich bei Photonenergien von  $\hbar\omega = 61.5$  eV [siehe auch Abb. 3(a) im Hauptartikel]. Die untere Box zeigt die Atome in der Einheitszelle von  $\text{LiBH}_4$  Kristallen mit roten Boratomen, grauen Wasserstoffatomen und grünen Lithiumatomen. Der sich bewegende blaue Punkt im oberen Teilbild ist synchronisiert mit den sich bewegenden Atomen in der unteren Box. Die Amplitude der Bewegung ist um den Faktor 30000 überzeichnet, um die konzertierte Bewegung sichtbar zu machen. Die rötliche Farbe der Einheitszelle zeigt während des Impulsüberlapps die Intensität der infraroten Anreg-Lichtimpulse.

[http://www.mbi-berlin.de/de/current/index.html#2017\\_02\\_01](http://www.mbi-berlin.de/de/current/index.html#2017_02_01)

Movie: What happens in the unit cell of crystalline  $\text{LiBH}_4$  after impulsive Raman excitation with a femtosecond laser pulse? Upper panel: measured transient absorption change  $\Delta A(t)$  (symbols) as we vary the time delay between infrared pump pulses and soft x-ray probe pulses at photon energy of  $\hbar\omega = 61.5$  eV [cf. Fig. 3(a) in the main article]. The lower box shows the atoms in the unit cell of  $\text{LiBH}_4$  with red boron atoms, gray hydrogen atoms, and green Li atoms. The moving blue circle in the upper panel is synchronized with the moving atoms in the lower panel. The amplitude of the motion is strongly exaggerated (i.e. times 30000) to visualize the pattern of the motion. The reddish color of the unit cell indicates the intensity of the infrared pump pulse.

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

## Forschungsergebnisse

### Gitter aus Nanofallen und Verringerung der Linienbreite in einem Raman-aktiven Gas

Periodische Atombewegungen auf einer Längenskala von Die Verringerung der Emissionslinienbreite eines Moleküls ist eines der Hauptziele der Präzisionsspektroskopie. Ein Ansatz dafür basiert auf der Kühlung von Molekülen bis in die Nähe des absoluten Nullpunkts. Eine alternative Möglichkeit ist die Lokalisierung der Moleküle auf der Subwellenlängenskala. Ein neuartiger Ansatz in dieser Richtung wurde kürzlich von einem gemeinsamen Team des Max-Born-Instituts (A. Husakou) und des Xlim Instituts in Limoges vorgeschlagen. Dieser Ansatz verwendet zur Lokalisierung eine stehende Welle in einer gasgefüllten Hohlleiter. Sie erzeugt für Raman-aktive Moleküle ein Gitter aus tiefen Fallen auf Nanometer-Skala, was zu einer Verringerung der Linienbreite um den Faktor 10 000 führt.

Die Strahlung, die von Atomen und Molekülen emittiert wird, wird üblicherweise durch die Bewegung der Emitter spektral verbreitert, ein Effekt, der Dopplerverbreiterung genannt wird. Die Überwindung dieses Effekts ist eine schwierige Aufgabe, insbesondere für Moleküle. Eine Möglichkeit, die molekulare Bewegung zu reduzieren, besteht darin, tiefe Potentialfallen mit kleinen Dimensionen zu erzeugen. Bisher wurde dies - allerdings mit begrenztem Erfolg - dadurch erreicht, dass z.B. mehrere gegenläufige Strahlen in einem komplizierten Aufbau angeordnet wurden.

Die Forscher der Kooperation zwischen Max-Born-Institut und Xlim-Institut zeigen, dass die Subwellenlängen-Lokalisierung und die Verringerung der Linienbreite in einer sehr einfachen Anordnung durch Selbstorganisation von Raman-aktivem Gas (molekularem Wasserstoff) in einer kristallinen, photonischen Hohlleiter möglich sind. Raman-Streuung wandelt das Pumplicht in sogenannte Stokes-Seitenbänder um. Durch Reflexionen an den Faserenden laufen diese Seitenbänder in der Faser hin und her und bilden ein stationäres Interferenzmuster: eine stehende Welle mit alternierenden Bereichen von hohem und niedrigem Lichtfeld [Abb. 1]. In den Hochfeldregionen ist der Raman-Übergang gesättigt und nicht aktiv. Die Moleküle haben eine hohe potentielle Energie, da sie teilweise im angeregten Zustand sind. In der Niedrigfeldregion sind die Moleküle Raman-aktiv. Sie haben eine niedrige Potentialenergie, da sie nahe am Grundzustand sind. Diese Niedrigfeldregionen bilden ein Gitter von etwa 40 000 schmalen, starken Fallen, die lokalisierte Raman-aktive Moleküle enthalten. Die Größe dieser Fallen beträgt etwa 100 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ), was viel kleiner ist als die Lichtwellenlänge von 1130 nm. Daher haben die emittierten Stokes-Seitenbänder eine sehr schmale Spektralbreite von nur 15 kHz - 10 000 mal schmaler als die doppelverbreiterten Seitenbänder unter den gleichen Bedingungen!

Die Selbstorganisation des Gases manifestiert sich auch auf der makroskopischen Skala. Zunächst zeigen die

## Research Highlights

### Lattice of nanotraps and line narrowing in Raman gas

Decreasing the emission linewidth from a molecule is one of the key aims in precision spectroscopy. One approach is based on cooling molecules to near absolute zero. An alternative way is to localize the molecules on subwavelength scale. A novel approach in this direction uses a standing wave in a gas-filled hollow fibre. It creates an array of deep, nanometer-scale traps for Raman-active molecules, resulting in linewidth narrowing by a factor of 10 000.

The radiation emitted by atoms and molecules is usually spectrally broadened due to the motion of the emitters, which results in the Doppler effect. Overcoming this broadening is a difficult task, in particular for molecules. One possibility to overcome the molecular motion is by building deep potential traps with small dimensions. Previously, this was done e.g. by arranging several counterpropagating beams in a complicated setup, with limited success.

In a cooperation effort of the Max Born Institute (A. Husakou) and Xlim Institute in Limoges, researchers show that subwavelength localization and line narrowing is possible in a very simple arrangement due to self-organization of Raman gas (molecular hydrogen) in a hollow photonic crystal fibre. Due to Raman scattering, the continuous-wave pump light transforms into the so-called Stokes sideband, which travels back and forth in the fibre due to reflections from fibre ends and forms a stationary interference pattern - a standing wave with interchanging regions of high and low field [Fig. 1]. In the high-field regions, the Raman transition is saturated and is not active, and the molecules have high potential energy since they are partially in the excited state. In the low-field region, the molecules are Raman-active, and they have low potential energy since they are close to the ground state. These low-field regions form an array of roughly 40 000 narrow, strong traps, which contain localized Raman-active molecules. The size of these traps is around 100 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ), which is much smaller than the light wavelength of 1130 nm. Therefore the emitted Stokes sidebands have a very narrow spectral width of only 15 kHz - this is 10 000 times narrower than the Doppler-broadened sidebands for the same conditions!

The self-organization of the gas manifests also on the macroscopic scale. First, the calculations show that the Raman process mainly happens exactly in the fibre section where the standing wave is formed, as shown in the top panel of Fig. 1. Second, the macroscopic gradient of the potential leads to the gas flow towards the fibre end, which is observed by eye in the experiment. This strong localization and the linewidth narrowing can find various uses, e.g. in spectroscopy. However, it can also be used as well as a method to periodically modulate the density of the gas, which is naturally suited for developing

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

Berechnungen, dass der Raman-Prozess hauptsächlich genau in dem Faserabschnitt stattfindet, in dem die stehende Welle gebildet wird, wie im oberen Teil von Abb. 1 gezeigt ist. Weiterhin führt der makroskopische Gradient des Potentials zur Strömung des Gases zu den Faserenden, was mit bloßem Auge im Experiment beobachtet werden kann. Diese starke Lokalisierung und die Verengung der Linienbreite können zu verschiedenen Anwendungen z.B. in der Spektroskopie führen. Es kann aber auch als ein Verfahren zur periodischen Modulation der Gasdichte verwendet werden, was für die Entwicklung von quasi-phasenangepassten Anordnungen für weitere nichtlineare Prozesse geeignet ist wie z.B. zur effektiven Erzeugung von hohen Harmonischen.

quasi-phase-matching schemes for other nonlinear processes, such as effective generation of high harmonics.

Originalpublikation: Nature Communications 7, 12779 (2016) doi:10.1038/ncomms12779  
„Raman gas self-organizing into deep nano-trap lattice“  
M. Alharbi, A. Husakou, M. Chafer, B. Debord, F. Gérôme und F. Benabid  
<http://www.nature.com/articles/ncomms12779>

Contact: A. Husakou Tel. 1280

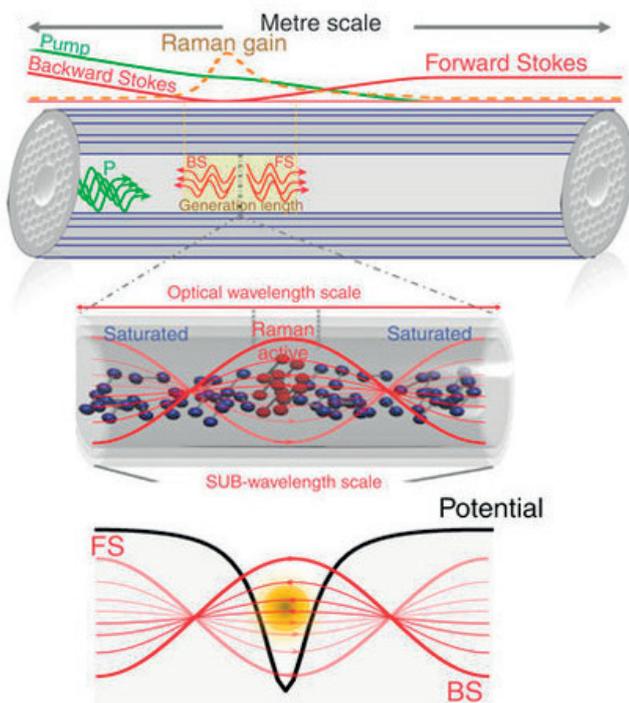


Fig. 1: On the macroscopic scale, the pump light transforms into forward-propagating Stokes (FS) radiation, which is partially reflected from the fibre end and becomes backward-propagating Stokes radiation (BS) which is also amplified by the pump. In the region where both FS and BS are strong, they form interference pattern of standing wave, which is shown on the microscopic scale. In the low-field regions (denoted by red-color molecules) the molecules are in the ground state and strongly trapped, as shown by the potential in the bottom panel. Exactly these trapped molecules are Raman-active, leading to line narrowing.

Abb. 1: Das Pumplicht wandelt sich auf der makroskopischen Skala in nach vorne gerichtete Stokes-Strahlung (FS) um, die teilweise vom Faserende reflektiert wird und zu rückwärts gerichteter Stokes-Strahlung (BS) wird. Letztere wird ebenfalls durch das Pumplicht verstärkt. In dem Gebiet, in dem sowohl FS als auch BS stark sind, bilden sie ein Interferenzmuster der stehenden Welle, das auf der mikroskopischen Skala dargestellt ist. In den Niedrigfeldbereichen (durch rotgefärbte Moleküle gekennzeichnet) befinden sich die Moleküle im Grundzustand und sind stark lokalisiert, wie das Potential im unteren Teil zeigt. Genau diese "gefangenen" Moleküle sind Raman-aktiv, was zur Verringerung der Linienbreite führt.

## Allgemein/General

### Jahrestagung Leibniz

Auf ihrer Jahrestagung am 22. November 2016 gedachte die Leibniz-Gemeinschaft dem 300. Todestag und feierte den 370. Geburtstag ihres Namensgebers – des Universal-Gelehrten Gottfried Wilhelm Leibniz.

In Ihrer Rede betonte Bundeskanzlerin Merkel die Freiheit der Forschung. Auch hob sie die Bedeutung der wissenschaftlichen Einrichtungen hervor und bekräftigte, wie wichtig die Expertise der Wissenschaft für die Politik sei – und wie dies umgekehrt zur Attraktivität Deutschlands als Wissenschaftsstandort beitrage.

Hier zur vollständigen Ansprache der Kanzlerin bei der Festveranstaltung:

<http://www.leibniz-gemeinschaft.de/medien/mediathek/>

### Berlin auf Platz 6 der weltweit besten Städte für Studierende

Im internationalen Ranking der besten Städte für Studierende sichert sich Berlin den **sechsten Platz**, wie das veröffentlichte inter-nationale QS Best Student Cities Ranking mitteilt. Damit rückt Berlin im Vergleich zum vergangenen Jahr um drei Plätze vor und bleibt weiterhin die **bestplatzierte deutsche Stadt**. In die diesjährige Bewertung von weltweit über 100 Hochschulstädten flossen Kriterien wie - Lebensqualität und - Lebenshaltungskosten, - Attraktivität für Studierende, und - Einschätzung durch Arbeitgeber ein.

Ein herausragendes Ergebnis erzielt Berlin auch in der Unterkategorie Zukunftspotenzial und belegt hinter New York und London den **dritten Platz**.

Der Regierende Bürgermeister von Berlin, Michael Müller, erklärt:

*„Wir sind stolz auf diese hervorragende Platzierung. Sie bestätigt die hohe Attraktivität unserer Hochschulen und unserer Stadt für Studierende aus der ganzen Welt. Und sie ist uns Ansporn, die Brain City Berlin in den nächsten Jahren konsequent weiterzuentwickeln. Ich freue mich auch sehr, einige unserer Partnerstädte unter den Bestplatzierten zu sehen.“*



Die Top 10 des 2017 QS Best Student Cities Ranking werden vom kanadischen Montreal angeführt, gefolgt von Paris, London, Seoul, Melbourne, Berlin, Tokyo, Boston, München und Vancouver. Die Auswertung wird jährlich von der auf Rankings spezialisierten britischen Agentur QS Quacquarelli Symonds ermittelt. In der aktuell fünften Ausgabe wurden insgesamt 125 Städte weltweit in die Bewertung einbezogen und über 18.000 Studierende befragt.

Die hohe Attraktivität der Berliner Hochschulen wurde erst vor wenigen Tagen auch durch ein weiteres globales Ranking bestätigt. Die am 1. Februar 2017 von Times Higher Education vorgelegte Bewertung der Internationalisierung von Hochschulen sieht die Freie Universität Berlin (1), die Humboldt-Universität zu Berlin (3) und die Technische Universität Berlin (6) unter den zehn internationalsten deutschen Universitäten.

15.02.2017 Presse- und Informationsamt des Landes Berlin

# MBI Interner Newsletter

8. Jahrgang - Ausgabe 25 - Februar 2017

## Termine - Save the date

**Donnerstag, 27. April 2017**

Girl's Day



**Freitag, 5. Mai 2017 und Montag, 8. Mai**

Doktorandinnenseminar der Gleichstellungsbeauftragten des FVB am Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW)

**Freitag, 12. Mai bis Sonntag, 14. Mai 2017**

„I'scientist - The conference on gender, career paths and networking“

Please visit the website: <http://www.iscientist.de/>

More information please contact Katrin Reininger, tel. 1238 and Mara Oßwald, tel. 1413, too.

**Sonntag, 4. Juni 2017**

Soapbox Science in Berlin-Tempelhof

Soapbox Science is a novel public outreach platform for promoting women scientists and the science they do.

Please visit the website:

<http://soapboxscience.org/soapbox-science-2017-berlin/>

**Samstag, 24. Juni 2017 von 17:00 - 24:00 Uhr**

Lange Nacht der Wissenschaften

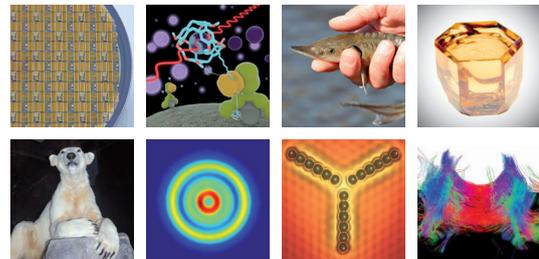
**Donnerstag & Freitag, 5. und 6. Oktober 2017**

Wissenschaftlicher Beirat / Scientific Advisory Board  
at Max-Born Hall



Save the Date

# 25 Jahre



**Festakt zum 25-jährigen Bestehen  
des Forschungsverbundes Berlin**

am Donnerstag, **18. Mai 2017**, 9 Uhr: Festakt im  
Humboldt-Saal in der Urania; anschließend von  
11:30 bis 17 Uhr: Wissenschaftliches Symposium

**Sommerfest für Freunde, Förderer und Mitarbeiter**

Donnerstag, **15. Juni 2017**, ab 18 Uhr bis Mitternacht  
in der Kulturbrauerei (Palais und Kesselhaus)

**Anmeldung: [25jahre@fv-berlin.de](mailto:25jahre@fv-berlin.de)**