

# MBI Interner Newsletter

11. Jahrgang - Ausgabe 37 - Februar 2020

## Inhalte

Editorial

Personalinformationen / Preise

Betriebsrat / Work Council

Vereinbarkeit Beruf und Familie /Work and Family

Gleichstellung/Equal Opportunity

Projekteinwerbung

Forschungsergebnisse/Research Highlights

EDV/IT

Allgemeines / General

## Editorial

Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,

Ende letzten Jahres wurde in der öffentlichen Debatte über Befristungen der Arbeitsverhältnisse junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gestritten - primär anhand der Situation an den Universitäten. Laut dem *Bundesbericht Wissenschaftlicher Nachwuchs 2017* des BMBF sind an deutschen Universitäten 93% der Nachwuchswissenschaftler\*innen befristet angestellt. In dieser Kategorie werden im Wesentlichen Doktoranden und wissenschaftliches Personal unterhalb der Professur erfasst; die genaue Abgrenzung kann im Einzelfall schwierig sein, daher sind die Zahlen mit etwas Vorsicht zu betrachten. Die entsprechende Zahl für außeruniversitäre Einrichtungen betrug 84%. Für das MBI in den Jahren 2016-2019 betrug diese Zahl 72%, unser Anteil an permanent beschäftigten Forscher\*innen ist daher vergleichsweise hoch. Dennoch ist es der Regelfall, dass wir auch sehr gute Wissenschaftler\*innen nach einigen Jahren am MBI ziehen lassen müssen.

Das hat gute Gründe. Zum einen befinden sich Doktorand\*innen und Postdocs in einer Qualifizierungsphase innerhalb des akademischen Systems. Vielfältige Erfahrungen in verschiedenen Arbeitsgruppen und verschiedenen Ländern sind dabei Erfolgsfaktoren, die bei der wissenschaftlichen Weiterentwicklung und Karriere meist förderlich sind. Es macht daher Sinn, dass „unsere Leute“ an andere Forschungseinrichtungen weiterziehen, falls sie sich nicht für eine Laufbahn im nicht-akademischen Bereich entscheiden. Umgekehrt stehen wir im Austausch mit der internationalen Wissenschaftsgemeinde - und dieser funktioniert insbesondere auch über Köpfe, also indem wir Wissenschaftler\*innen aufnehmen. Diese bringen ihre Erfahrungen und neue Ideen mit und bekommen am MBI die Chance, für ihre nächste Qualifikationsstufe in einem intellektuell und technisch sehr gut ausgestatteten Umfeld wissenschaftlich tätig zu sein. Die wissenschaftlichen Herausforderungen in der Ultrakurzzeitphysik wandeln sich stetig: neue Fragen werden aufgeworfen, neue Themengebiete entstehen, die Untersuchungsmethoden entwickeln sich weiter. Das MBI

## Editorial

Dear Members of the MBI,

at the end of last year, fixed-term employment contracts of young scientists have been publicly debated in the media - the situation at the universities was in the focus of the discussion. According to the *„Bundesbericht Wissenschaftlicher Nachwuchs“ 2017* of the German Federal Ministry of Research and Education, 93% of junior researchers were on temporary contracts. This category counts primarily PhD students and scientific staff below a professorship; the exact discrimination of who is “junior” is difficult and hence these numbers have to be taken with a grain of salt. The respective number for non-university research institutions was 84%. For the years 2016-2019 the MBI value was 72%, i.e. our fraction of scientists on permanent positions is comparatively high. Nevertheless, the default situation also for very good scientists is that we have to let them go after several years of employment at MBI.

There are good reasons for this practice. For one, PhD students and postdocs are in a qualification phase within the academic system. Experience gained in different research groups as well as in different countries are typically success factors in this context. It thus makes sense when “our people” move on to other research institutions if they don't take up positions in industry. Vice versa we are in exchange with the international scientific community - and this exchange is carried out to a large extent “via brains”, i.e. by us taking in scientists from other places. They bring in their experiences and new ideas. At MBI, they get the opportunity to carry out science and thus work on their next qualification step in an intellectually and technically very well equipped institute. The challenges in the field of ultrafast science are changing continuously: new questions are asked, new topical areas are on the rise, the methods of investigation evolve. MBI is part of this continuous change process in science. We can only stay at the cutting edge of science if the vast majority of our scientists move on after having worked at MBI - as sad as it may be if someone leaves who has been an important part of our research team in

# MBI Interner Newsletter

11. Jahrgang - Ausgabe 37- Februar 2020

ist Teil dieses steten Wandels der Wissenschaft. Nur wenn die allermeisten unserer wissenschaftlichen Mitarbeiter\*innen das MBI wieder verlassen, können wir langfristig wissenschaftlich wettbewerbsfähig bleiben - so bedauernd es im Einzelfall auch sein mag, wenn jemand, der in den vergangenen Jahren ein wichtiger Teil unseres Forschungsteams war, das MBI verlässt. Selbstverständlich sehen wir es als unsere Aufgabe, die MBI Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in ihrer Karriere zu fördern und individuellen Rat bezüglich der Optionen für die nächste Station im Arbeitsleben anzubieten.

Nur in wenigen, außergewöhnlichen Fällen können wir wissenschaftliches Personal am MBI dauerhaft einstellen, zum Beispiel um unsere Forschung durch besonders exzellente Wissenschaftlerinnen oder Wissenschaftler zu stärken oder um eine für das MBI wichtige neue Forschungsrichtung etablieren zu können. Dennoch müssen sich selbst in diesen Fällen mittelfristig die Zu- und Abgänge die Waage halten, andernfalls wären nach einiger Zeit alle Stellen besetzt mit der Konsequenz, dass über viele Jahre kaum neue Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an das MBI kommen könnten. Denn auch bei uns gilt: wir müssen die Dinge im Gleichgewicht halten, beständiges Nettowachstum ist keine realistische Option. Nur so können wir allen Wissenschaftler\*innen am MBI sehr gute Rahmenbedingungen für Ihre Forschung und individuelle Weiterqualifizierung bieten und gleichzeitig als Institut im wissenschaftlichen Wettbewerb an vorderster Front bleiben.

Dies sind also die zwei Seiten derselben Medaille: nur wenn es der Regelfall bleibt, dass sich Wissenschaftler\*innen am MBI weiter qualifizieren um dann zu neuen Ufern aufzubrechen, können wir nachrückenden jungen Forscherinnen und Forschern die Chance bieten, am MBI in einem wissenschaftlich exzellenten Umfeld zu arbeiten.

Für das Direktorium:  
Stefan Eisebitt

the previous years. Of course, we see it as an important part of our work to foster the careers of our scientists and to help with individual advice regarding the options for the next step in their professional career.

Only in a few exceptional cases is it possible to hire a scientist permanently, for example in order to strengthen our research with a particularly excellent scientist or to establish a new and strategically important research direction at MBI. Even in these cases, however, the arrivals and departures have to be balanced in the mid-term. Otherwise, we would have all positions filled after some time with the consequence that we could not accept new scientists at MBI for many years. We have to keep the situation in equilibrium, a continuous net growth of the institute is not a realistic option. Only in this fashion we can provide very good research conditions for all our scientists, allowing for individual qualification at a high level and ensuring that the institute as a whole can stay at the forefront of science.

These are two sides of the same coin: only if scientists carry out their research at MBI in order to head for new shores in the next step, we will be able to offer the next generation of young researchers the chance to work in an excellent scientific environment at MBI.

For the Board of Directors:  
Stefan Eisebitt

# MBI Interner Newsletter

11. Jahrgang - Ausgabe 37- Februar 2020

## Personalinformationen

Neue Mitarbeiter und Gäste des Max-Born-Instituts  
(Stand: 24.02.2020 - alphabetische Reihenfolge)

Jan Bredereck  
EDV, Windows-Systemadministrator  
Tel. 1553  
E-Mail: jan.bredereck@mbi-berlin.de  
Beginn: 01.02.2020

Rebecca Ann Davenport  
Projektmanagerin EU  
Tel. 1553  
E-Mail: rebecca.davenport@mbi-berlin.de  
Beginn: 24.02.2020

Isabel González Vallejo  
Wissenschaftlerin, C3  
Tel. 1473  
E-Mail: gonzales@mbi-berlin.de  
Beginn: 15.02.2020

Camilo Andrés Granados Buitrago  
Wissenschaftler, A2  
Tel. 1207  
E-Mail: camilo.granados@mbi-berlin.de  
Beginn: 06.01.2020



Prof. Dr. Stefan Haacke  
Gastwissenschaftler, A2  
Tel. 1251  
E-Mail: haacke@mbi-berlin.de  
Beginn: 01.02.2020



Ehsan Hassanpour Yesaghi  
Gastwissenschaftler, A1  
Tel. 1243  
E-Mail: yesagi@mbi-berlin.de  
Beginn: 10.02.2020

Dr. Margarita Khokhlova  
Gastwissenschaftlerin, T1  
Tel. 1251  
E-Mail: khokhlo@mbi-berlin.de  
Beginn: 03.02.2020

Frederic Ussling  
Gastwissenschaftler, A1  
Tel. n.n.  
E-Mail: ussling@mbi-berlin.de  
Beginn: 10.02.2020

Xin Yang  
Gastwissenschaftler, A2  
Tel. n.n.  
E-Mail: xyang@mbi-berlin.de  
Beginn: 24.02.2020

Rudi Tschammer  
Bachelorstudent, A1  
Tel. 1243  
E-Mail: tschamme@mbi-berlin.de  
Beginn: 01.02.2020

Zhilin Wang  
Bachelorstudent, T1  
Tel. n.n.  
E-Mail: zwang@mbi-berlin.de  
Beginn: 01.12.2019

Ausgeschiedene:  
(Stand: 24.02.2020 - alphabetische Reihenfolge)

Natacha Boroukhoff-Lieng	EDV
Dr. Timm Bredtmann	Wissenschaftler, T1
Christoph Egerland	wiss./stud. Hilfskraft, T3
Prof. Dr. Thomas Fennel	Gastwissenschaftler, A1
Bertram Friedrich	Wissenschaftler, B2
Dr. Antonio A. Hernandez Salvador	Wissenschaftler, C3
Nadia Kichler	Gastwissenschaftlerin, A2
Regina Lendt	Technikerin, C1
Jan Ludwig	Gastwissenschaftler, C1
Dr. Roland Müller	Gastwissenschaftler, C2
Prof. Dr. Peter-Viktor Nickles	Gastwissenschaftler, B3
Marty Oelschläger	Doktorand, T3
Dr. Ilie-Eliau Radu	Wissenschaftler, B1
Pedro Rueda Suescun	Doktorand, A3
Ralf Schmude	Verwaltung
Dr. Vishal Shokeen	Wissenschaftler, A2
Nisha Singh	Gastwissenschaftlerin, T5
Saida Walz	Bachelorstudentin, A1
David Weder	Wissenschaftler, B1
Anne Wulfhorst	wiss./stud. Hilfskraft, A1

# MBI Interner Newsletter

11. Jahrgang - Ausgabe 37- Februar 2020

Habilitationen/Abgeschlossene Dissertationen/  
Master- & Diplomarbeiten

## **P. Engl**

Excited state dynamics of the amino acid tryptophan in aqueous solution and its chromophore indole in the gas phase  
Master (Freie Universität, Berlin) 2019

## **E. Escoto**

Regularization strategies for advanced laser pulse shape reconstruction  
Dissertation (Humboldt-Universität zu Berlin) 2020

## **A.-A. Hernández Salvador**

Ultrafast softmode dynamics in ferroelectrics studied with femtosecond x-ray diffraction  
Dissertation (Humboldt-Universität zu Berlin) 2019

## **K. Kolatzki**

Aufbau eines Helium-Flüssigstrahls für Attosekunden-Streuexperimente  
Master (Technische Universität Berlin) 2019

## **A. F. Ordonez**

Chiral measurements in the electric dipole approximation  
Dissertation (Technische Universität Berlin) 2019

## **N. Singh**

Development of advanced exchange correlation kernels with time-dependent density functional theory  
Dissertation (Freie Universität Berlin) 2019

## **M. Valent**

10 kHz single-cycle pulse compression and attosecond XUV laser source  
Master (Freie Universität Berlin) 2019

## **D. Weder**

Time-resolved investigation of ultrafast magnetization dynamics  
Dissertation (Technische Universität Berlin) 2019

# MBI Interner Newsletter

11. Jahrgang - Ausgabe 37- Februar 2020

## Preise

### Ernst-Eckhard-Koch Preis 2019 an Felix Willems verliehen

Felix Willems hat den Ernst-Eckhard-Koch Preis 2019 für seine Doktorarbeit zu ultraschneller Magnetisierungsdynamik erhalten.

In seiner Forschung hat Dr. Willems statische Experimente an der Synchrotronstrahlungsquelle BESSY II mit im Femtosekundenbereich zeitaufgelösten Experimenten an einer lasergetriebenen Quelle höherer Harmonischer am MBI kombiniert. Durch seine Messungen sowohl des Real- als auch des Imaginärteils des magnetisch dichroischen Anteils des komplexen Brechungsindex in Eisen, Kobalt und Nickel an den 3p Resonanzen (M-Kanten) hat er die experimentelle Grundlage für eine verbesserte theoretische ab-initio Beschreibung dieser Spektren geschaffen. In Folge war so insbesondere auch eine zeitabhängige theoretische Beschreibung der Antwort magnetischer Systeme auf einen Femtosekunden-Laserpuls möglich. Diese Zeitskala hat F. Willems in seiner Doktorarbeit durch Experimente an einer lasergetriebenen Quelle höherer Harmonischer am MBI erschlossen, die 30 Femtosekunden kurze Pulse weicher Röntgenstrahlung in Resonanz mit den entsprechenden 3p Übergängen liefert. Willems konnte so die dynamische Reaktion von magnetischen Systemen aus mehreren chemischen Elementen verfolgen. Er gewann so neue Einblicke in die mit dem Transport und Umklappen von Spins verknüpften Mechanismen, die während der Manipulation magnetisch geordneter Materialien durch ultrakurze Laserpulse relevant sind.

Dissertation, Felix Alexander Willems, "Ultrafast optical demagnetization dynamics in thin elemental films and alloys: foundations of and results from helicity-dependent and time-resolved XUV spectroscopy", Technische Universität Berlin (2019)

## Prize

### Ernst-Eckhard-Koch Award 2019 for Felix Willems

Felix Willems received the Ernst-Eckhard-Koch Award 2019 for his PhD thesis on ultrafast magnetization dynamics.

In his research, Willems combined static experiments with synchrotron radiation at BESSY II with femtosecond time-resolved experiments on a laser-based high harmonic generation source at MBI. Via measurements of both the real and imaginary part of the magnetic dichroic contribution to the refractive index in iron, cobalt and nickel at the 3p (M-edge) resonances, he has laid the experimental foundation for an improved theoretical ab-initio description of these spectra. This subsequently enabled a time-dependent theoretical description of the magnetic response to an optical stimulus on the femtosecond time scale. This time scale was experimentally accessed in Willems' PhD work via pump-probe experiments using a high harmonic source, providing soft x-ray pulses of 30 femtosecond duration in resonance with the respective 3p core transitions. Willems could probe the dynamic response of multi-element magnetic systems with this approach, providing new insight into spin-flip and interatomic transport related mechanisms active during the manipulation of magnetization via ultrashort laser pulses.

PhD Thesis, Felix Alexander Willems, "Ultrafast optical demagnetization dynamics in thin elemental films and alloys: foundations of and results from helicity-dependent and time-resolved XUV spectroscopy", Technische Universität Berlin (2019)



Copyright: M. Setzpfandt/HZB

Foto: Felix Willems, MBI, (rechts) erhält den Ernst-Eckhard-Koch Preis 2019 gemeinsam mit Simon Krause, TU Dresden, (links), überreicht von Prof. M. Richter.

Photo: Felix Willems, MBI, (right) receives the 2019 Ernst-Eckhard-Koch Award together with Simon Krause, TU Dresden, (left), handed over by Prof. M. Richter.

# MBI Interner Newsletter

11. Jahrgang - Ausgabe 37- Februar 2020

## Preise

### Dr. Arnaud Rouzée wurde mit dem „JCP Editor's Choice Award 2020“ ausgezeichnet

Dr. Arnaud Rouzée wurde mit dem „JCP Editor's Choice Award 2020“ ausgezeichnet. Diese Auszeichnung erhielt er für seine herausragende Arbeit, die 2019 unter dem Titel „Atomic-resolution imaging of carbonyl sulfide by laser-induced electron diffraction“ (Abbildung von Carbonylsulfid mit atomarer Auflösung durch laserinduzierte Elektronenstreuung) im Journal of Chemical Physics veröffentlicht wurde.

Diese Arbeit wurde gemeinsam mit der Gruppe von J. Küpper am Zentrum für freie Elektronenlaser (CFEL) in Hamburg durchgeführt. Hierbei wurden die Bindungslängen von Carbonylsulfid (OCS) experimentell mit Hilfe der laserinduzierten Elektronenstreuung (LIED) bestimmt. Hierzu wurde das OCS Molekül durch ein intensives und sehr kurzes Laserfeld im mittleren infraroten Spektralbereich ionisiert und die Winkelverteilung der Photoelektronen mit einem neu entwickelten Spektrometer (VMI) im Energiebereich bis zu 500 eV vermessen. Im starken Laserfeld wurde zunächst ein Elektron aus dem OSC gelöst und vom Molekül weg beschleunigt. Anschließend wurde das Elektron vom Laserfeld zum ionisierten Molekül zurückgeführt, wo es dann elastisch gestreut wurde. Die gestreuten Elektronen wurden abermals im Laserfeld beschleunigt, wobei sie sehr hohe kinetische Energien erreichen. Aus der vermessenen Winkelverteilung konnten Rouzée und Mitarbeiter den differentiellen Wirkungsquerschnitt (DCS) des Moleküls bestimmen und daraus die molekularen Bindungslängen mit einer Genauigkeit von weniger als 5 pm extrahieren. Das Experiment konnte mit nur 10 Min. Integrationszeit durchgeführt werden, was einer fast 100-fachen Verbesserung gegenüber vergleichbaren Studien entspricht. Das Experiment eröffnet damit einen neuen Zugang zur Aufnahme sogenannter „molekularer Filme“, in denen die zeitliche Entwicklung molekularer Strukturen während photochemischer Reaktionen mit einer Auflösung von Pico- bis Femtosekunden dargestellt werden kann.

#### Original publication:

Evangelos T. Karamatskos, Gildas Goldsztejn, Sebastian Raabe, Philipp Stammer, Terry Mullins, Andrea Trabattoni, Rasmus R. Johansen, Henrik Stapelfeldt, Sebastian Trippel, Marc J. J. Vrakking, Jochen Küpper, Arnaud Rouzée  
*Atomic-resolution imaging of carbonyl sulfide by laser-induced electron diffraction*  
J. Chem. Phys. 150, 244301 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5093959>  
<https://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.5093959>

Winkelverteilung der Photoelektronen des OSC Moleküls nach Ionisation mit einem 2  $\mu\text{m}$  Laserfeld. Aus dieser Winkelverteilung werden die molekularen Bindungslängen bestimmt.

Photoelectron angular distribution recorded in OCS molecules ionized by a 2  $\mu\text{m}$  laser field and used to retrieve the molecular bond lengths.

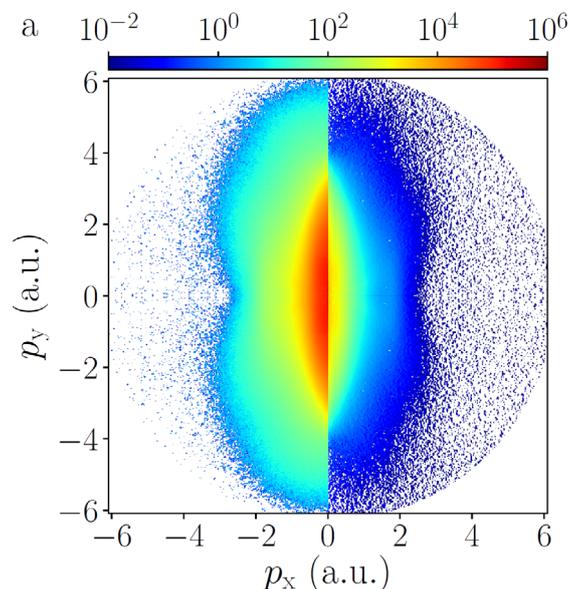
Contact: A. Rouzée, Tel. 1240

## Prize

### Dr. Arnaud Rouzée is the recipient of the 2020 „JCP Editor's Choice Award“

Dr. Arnaud Rouzée has been awarded the 2020 “JCP Editor's Choice Award” that rewards the most outstanding paper published in the Journal of Chemical Physics in 2019 for his work entitled “Atomic-resolution imaging of carbonyl sulfide by laser-induced electron diffraction”.

In this work that was done in collaboration with the group of J. Küpper from the Center for Free Electron Lasers (CFEL) in Hamburg, laser-induced electron diffraction (LIED) was used to determine the bond lengths of the carbonyl sulfide (OCS) molecule. In the experiment, an intense and ultrashort mid-infrared laser field was used to ionize OCS molecules and the angle-resolved photoelectron distribution was recorded using a newly developed velocity map imaging spectrometer designed to reach a maximum kinetic energy of 500 eV. In the strong laser field, an electron was removed from each molecule and accelerated away by the laser field before being driven back to its parent ion, inducing elastic scattering of the electron. The scattered electron was once more accelerated in the laser field, reaching a very high kinetic energy. By extracting the differential electron scattering cross section (DCS) of the molecule from the angular distribution of these high-energy electrons, Rouzée and co-workers were able to extract the molecular bond lengths of the OCS molecule to a precision better than 5 pm. The experiment was done using only 10 minutes of integration time, which is almost a 100-fold improvement with respect to previous studies. Thereby, the experiment opens a new path towards directly recording a so-called “molecular movie”, in which the evolving structure of a molecule during a photochemical reaction is measured with femtosecond and picometer resolution.



# MBI Interner Newsletter

11. Jahrgang - Ausgabe 37- Februar 2020

## Preise

### Prof. Olga Smirnova wurde mit dem Ahmed Zewail Award in Ultrafast Science & Technology 2020 ausgezeichnet

Prof. Dr. Olga Smirnova erhält den „**Ahmed Zewail Award**“ der American Chemical Society (ACS). Der Preis wird vom Ahmed Zewail Endowment Fund der Firma Newport gestiftet. Die Preisträgerin wird für ihre hervorragenden Leistungen in der Attosekunden-Starkfeldphysik einschließlich hohe-Harmonische-Spektroskopie der Elektronendynamik sowie für die Entdeckung von Elektronen-Spin-Polarisation beim optischen Tunneln ausgezeichnet.



Olga Smirnova erhält ihre Auszeichnung Ende März beim „ACS Spring 2020 National Meeting“ in Philadelphia.

Was Olga motiviert und was ihre Kolleginnen dazu sagen, finden Sie unter folgendem Link:

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/cen-09801-awards#>

#### Über den Preis:

Der Preis wird für herausragende und kreative Beiträge zu grundlegenden Entdeckungen oder Erfindungen in ultraschnellen Wissenschaften und Technologien in den Bereichen Physik, Chemie, Biologie oder verwandten Bereichen vergeben. Die Preisträger haben eigenständige und erkenntnisreiche Forschungsarbeiten durchgeführt, die einen erheblichen Einfluss auf das Gebiet der ultraschnellen Wissenschaft und Technologie hatten.

## Prize

### Prof. Olga Smirnova receives the 2020 Ahmed Zewail Award in Ultrafast Science & Technology

Prof. Olga Smirnova is honored with the „**Ahmed Zewail Award**“ in Ultrafast Science & Technology, sponsored by Ahmed Zewail Endowment Fund of the Newport Corp, for her pioneering contributions in attosecond strongfield physics, including attosecond high harmonic spectroscopy of electron dynamics and the discovery of electron spin polarization during optical tunneling.

Olga will receive her award at the annual ACS meeting in March 2020 in Philadelphia.

Please visit the following link to learn more about Olga's motivation for her work and what her colleagues say about it:

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/cen-09801-awards#>

#### About the Prize:

The prize is awarded for outstanding and creative contributions to fundamental discoveries or inventions in ultrafast science and technology in the areas of physics, chemistry, biology, or related fields. The recipients have conducted original and insightful research that has had a significant impact on the field of ultrafast science and technology.

# MBI Interner Newsletter

11. Jahrgang - Ausgabe 37- Februar 2020

## Projekteinwerbungen

### Bereich A

**Projektbezeichnung:** SAW K266/2019 LAPTON

SAW 2020 On-chip Laser-written Photonic Circuits for Classical and Quantum Applications

Partner: HU und IZM

**Laufzeit:** 01.06.2020 - 30.05.2023

**Projektleiter:** A. Mermillod - Blondin

**Geldgeber:** Leibnitz Gemeinschaft

**Projektbezeichnung:** DFG/NSFC M-0040 China

Chinesisch-Deutsches Mobilitätsprogramm

High Average and Peak power 2-Micron thin-Disk Lasers Based on Novel Tm- and Ho-doped or Tm, Hocodoped Broadband Materials

**Laufzeit:** 01.01.2020 - 31.12.2022

**Projektleiter:** V. Petrov

**Geldgeber:** DFG

### Bereich T

**Projektbezeichnung:** DFG EL 1068/1-1

Das Verständnis von Spin-Transfer-Drehmomenten mithilfe von ab-initio Simulationen

**Laufzeit:** 19.12.2019 - 18.12.2022

**Projektleiter:** P. Elliott

**Geldgeber:** DFG

**Projektbezeichnung:** AvH RUS 1189188

AvH RUS 1189188, Margarita Khokhlova, Stipendium\*

**Laufzeit:** 23.01.2020 - 22.01.2021

**Projektleiter:** M. Ivanov

**Geldgeber:** AvH

\*Dr. Margarita Khokhlova, Atom- und Molekülphysik, Laserphysik, Imperial College London, London, Vereinigtes Königreich ist Humboldt-Stipendiatin bei Prof. Dr. Mikhail Ivanov für die kommenden zwei Jahre.

[https://www.humboldt-foundation.de/pls/web/pub\\_hn\\_query.humboldtianer\\_details?p\\_externe\\_id=3052670&p\\_lang=en&p\\_pattern=](https://www.humboldt-foundation.de/pls/web/pub_hn_query.humboldtianer_details?p_externe_id=3052670&p_lang=en&p_pattern=)

# MBI Interner Newsletter

11. Jahrgang - Ausgabe 37- Februar 2020

## Forschungsergebnisse

### Lichtimpulse bewegen Spins von Atom zu Atom

Forscher am MBI und Max-Planck-Instituts für Mikrostrukturphysik haben durch die Kombination von Experiment und Theorie die Frage gelöst, wie Laserpulse die Magnetisierung durch ultraschnellen Elektronentransfer zwischen verschiedenen Atomen manipulieren können.

Wenige Nanometer dünne Filme aus magnetischen Materialien sind ideale Testobjekte, um grundlegende Fragestellungen des Magnetismus zu untersuchen. Darüber hinaus haben solche dünnen magnetischen Filme wichtige technologische Anwendungen. Sie werden beispielsweise in magnetischen Massendatenspeichern eingesetzt, z.B. in den magnetischen Festplatten, die in Cloud-Datenspeichertzentren verwendet werden. Während in der heutigen Technologie die Magnetisierung in diesen dünnen Filmen durch externe Magnetfelder manipuliert wird, ist es auch möglich, die Magnetisierung mit Hilfe von Laserpulsen zu beeinflussen. Wenn man magnetische Materialien ultrakurzen Lichtpulsen mit einer Dauer von nur wenigen zehn Femtosekunden (1 Femtosekunde = 1 Millionstel einer Milliardstel Sekunde) aussetzt, beobachtet man, dass sich die Magnetisierung verändert. In einfachen Proben-systemen entspricht diese Änderung oft einer einfachen Abnahme der Magnetisierungsamplitude. In komplexeren Materialsystemen kann der Lichtpuls die Magnetisierung jedoch auch dauerhaft umkehren. In solchen Fällen spricht man von optischer Magnetisierungsumschaltung, mit offensichtlichen Anwendungspotenzialen. Die bemerkenswerte Geschwindigkeit dieses Schaltvorgangs ist jedoch noch nicht verstanden. Aus diesem Grund untersuchen Forschungsgruppen weltweit die mikroskopischen Prozesse, die dem „Femtomagnetismus“ zugrunde liegen.

Forscher des MBI und Max-Planck-Instituts für Mikrostrukturphysik haben jetzt in einer kombinierten experimentellen und theoretischen Forschungsarbeit einen neuen mikroskopischen Prozess beobachten können, der erst vor kurzer Zeit theoretisch vorhergesagt wurde. Der Prozess, der als Optischer Intersite-Spin-Transport (OISTR) bezeichnet wird, kann auftreten, wenn geeignete Atome unterschiedlicher Art in einem Festkörper benachbart sind. Unter entsprechenden Bedingungen löst ein Lichtpuls eine Verschiebung von Elektronen von einem Atom zum Nachbaratom aus. Wichtig ist, dass dies überwiegend mit Elektronen einer bestimmten Spinorientierung geschieht und somit die lokale Magnetisierung beeinflusst. Dieser Prozess findet während der optischen Anregung statt und ist nicht von Sekundärmechanismen abhängig. Es ist daher der schnellste denkbare Prozess, der zu einer lichtinduzierten Änderung des Magnetismus führt.

Ein Atom weist eine Magnetisierung auf, wenn es über eine unterschiedliche Anzahl an Spin-up- und Spin-down-Elektronen verfügt. Umso größer dieser Unterschied ist, desto größer ist

## Research Highlights

### Light Moves Spins Around

Combining experiment and theory, researchers from the MBI and the Max Planck Institute of Microstructure Physics have disentangled how laser pulses can manipulate magnetization via ultrafast transfer of electrons between different atoms.

Few nanometerthin films of magnetic materials are ideal test objects to study fundamental problems in magnetism. Furthermore, such thin magnetic films have important technological applications. For example, they are used in magnetic mass data storage devices, e.g., in the magnetic hard drives used in cloud data storage centers. While in current technology the magnetization in these thin films is manipulated via magnetic fields, it is also possible to influence the magnetization using laser pulses. When exposed to ultrashort light pulses of only a few tens of femtosecond duration (1 femtosecond = 1 millionth of one billionth of a second), it is observed that the magnetization below the laser spot changes. In simple systems, this change often corresponds to a simple decrease in the magnetization magnitude. In more complex material systems, however, the light pulse can also permanently reverse the magnetization. In such cases, one speaks of all-optical magnetization switching, with obvious potential for application. The remarkable speed of this switching process is not yet understood. For this reason, research groups around the world are investigating the microscopic processes underlying „femtomagnetism“.

Researchers from the Max Born Institute in Berlin and the Max Planck Institute for Microstructure Physics in Halle, combining experimental and theoretical work, have now witnessed a new microscopic process “at work”, which was predicted only recently. The process, called optical intersite spin transport (OISTR), can occur when suitable atoms of different types are adjacent in a solid. Under suitable conditions, a light pulse triggers a displacement of electrons from one atom to its neighbor. Importantly, this happens predominantly with electrons of a particular spin orientation and thus influences the local magnetization.

This process takes place during optical excitation and does not depend on secondary mechanisms. It is, therefore, the fastest process imaginable leading to a light-induced change in magnetism.

An atom in a solid that is magnetized can be pictured as having separate reservoirs of spin-up and spin-down electrons, which are filled to a different extent. For a Cobalt (Co) and Platinum (Pt) atom which are neighbors of each other in a CoPt alloy, this is sketched in Figure 1. The difference in the number of spin-up and spin-down electrons (drawn in red and blue) determines the amount of magnetization of the atom. If the magnetization is reduced, the number of the two spin types has to equalize. A well-known process to level both reservoirs at one atom is a

# MBI Interner Newsletter

11. Jahrgang - Ausgabe 37- Februar 2020

auch sein magnetisches Moment. Vereinfacht stellt man sich an jedem Atom zwei Reservoirs für die Elektronen der beiden Spinorientierungen vor, die unterschiedlich hoch gefüllt sind. Für ein Kobalt-(Co) und ein Platin-(Pt)Atom, die in einer CoPt-Legierung Nachbarn sind, ist dies in Abbildung 1 skizziert. Wird die Magnetisierung verringert, muss sich auch die Anzahl der beiden Spin-Typen ausgleichen. Ein bekannter Prozess für diesen Ausgleich beider Reservoirs an einem Atom ist der Spin-Flip, bei dem beispielsweise ein Spin-up-Elektron zu einem Spin-down-Elektron wird - in der Abbildung dargestellt durch einen Sprung vom blauen in das rote Reservoir. Diese Spin-Flips treten verstärkt an schweren Atomen wie Pt auf, wo der Spin besonders empfindlich auf die Bewegung des Elektrons reagiert - Physiker sprechen von einer großen Spin-Bahnkopplung. Der bei diesem Spin-Flip-Prozess emittierte Drehimpuls wird von der gesamten Anordnung der Atome im Festkörper absorbiert.

In der vorliegenden Studie, die in der Fachzeitschrift Nature Communications veröffentlicht wurde, haben die Forscher zwei Modellsysteme untersucht, eine reine Co-Schicht und eine CoPt-Legierung. Das Team bestimmte experimentell die Veränderung in der Absorption von ultrakurzen Pulsen weicher Röntgenstrahlung mit kontrollierter Wellenlänge und Polarisation, die durch einen vorhergehenden anregenden Laserpuls induziert wurde. Anschließend wurden die experimentellen Ergebnisse mit theoretischen Berechnungen, wie in Abbildung 2 dargestellt, verglichen. Auf diese Weise konnten die zeitlichen Änderungen der Elektronenanzahl mit Spin-up und Spin-down, die durch den anfänglichen Laserpuls ausgelöst wurden, für die Co- und Pt-Atome getrennt bestimmt werden.

Der Vergleich zwischen dem einfachen System, das ausschließlich Co-Atome enthält (linke Tafeln in Abbildung 2), und der Legierung, die sowohl Co- als auch Pt-Atome enthält (rechte Tafeln), zeigt ausgeprägte Unterschiede im Absorptionsverhalten, die durch die theoretischen Berechnungen unabhängig voneinander vorhergesagt werden. Diese Unterschiede kommen zustande, da bei der CoPt-Legierung ein zusätzlicher Prozess stattfinden kann, bei dem Elektronen von den Pt- zu den Co- Atomen transferiert werden. Es stellt sich heraus, dass es sich dabei bevorzugt um Spin-down-Elektronen handelt, da die Anzahl der freien Plätze für diese Spinrichtung an den Co-Atomen signifikant größer ist. Am Co-Atom erhöhen die transferierten Elektronen also das Niveau der Spin-down-Elektronen (rot in Abbildung 2), wodurch sich die Füllhöhe dem des Spin-up-Reservoir angleicht und das magnetische Moment des Co-Atoms reduziert wird. Dieser OISTR-Prozess zwischen Pt und Co geht mit einem Ausgleich der Elektronenreservoirs lokal an den Pt-Atomen durch Spin-Flips einher. Diese Spin-Flips erfolgen effizient an den schwereren Pt-Atomen mit ihrer großen Spin-Bahn-Kopplung und nur in wesentlich geringerem Maße an den leichteren Co-Atomen.

Die detaillierten Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Fähigkeit zur optischen Manipulation der Magnetisierung über

spin-flip, in which, for example, a spin-down electron turns into a spin-up electron - represented by a jump from the blue bucket into the red bucket in Figure 1. These spin-flips predominantly occur at heavy atoms like Pt, where the spin reacts particularly sensitive on the motion of the electron - physicists speak of a large spin-orbit coupling. The angular momentum emitted in this spin-flip process is absorbed by the entire array of atoms in the solid.

In the present study, published in the journal Nature Communications, the researchers have investigated two model systems, a pure Co layer and a CoPt alloy. The team monitored the absorption of ultrashort pulses of soft x-rays with controlled wavelength and polarization after a laser pulse excitation and compared their experimental findings to theoretical calculations as shown in Figure 2. In this way, the changes in the numbers of electrons with spin-up and spin-down triggered by the initial laser pulse could be studied separately for the Co and Pt atoms. The comparison between the simple system containing exclusively Co atoms (left panels in Figure 2) and the alloy, containing both Co and Pt atoms (right panels) shows pronounced differences in the absorption behavior, which are independently predicted by the theoretical calculations. These differences come about as in the CoPt alloy an additional process can take place in which electrons are transferred between the different types of neighboring atoms.

Due to the laser pulse, electrons within the solid are transferred from the Pt atoms to the Co atoms. It turns out that these are preferentially spin-down electrons because many empty states for spin-down electrons are available at the receiving Co site. At the Co atom, the transferred electrons, thus, increase the level of the spin-down electrons (red in Figure 2), making it more similar to the spin-up reservoir and hence reducing the magnetic moment of the Co atom. This OISTR process between Pt and Co is accompanied by a leveling of the electron reservoirs locally at the Pt atoms via spin flips. This spin-flip happens efficiently at the heavy Pt atoms exhibiting large spin-orbit-coupling and only to a much lesser extent at the lighter Co atoms.

The detailed results of the study show that the ability to optically manipulate magnetization via optical intersite spin transport depends crucially on the available empty states for spin-up and spin-down electrons of the atoms involved. These states can be tailored by bringing the right types of atoms together in novel materials. The understanding of the microscopic mechanisms involved in the optical manipulation of the magnetization, thus, paves the road to a rational design of new functional magnetic materials, allowing for ultrafast control of magnetization via laser pulses.

# MBI Interner Newsletter

11. Jahrgang - Ausgabe 37- Februar 2020

den optischen Intersite-Spin-Transport entscheidend von den freien Zuständen für Spin-up- und Spin-down-Elektronen der beteiligten Atome abhängt. Diese Zustände können durch Zusammenbringen der richtigen Atomarten in neuartigen Materialien maßgeschneidert werden. Das Verständnis der mikroskopischen Mechanismen, die an der optischen Manipulation der Magnetisierung beteiligt sind, ebnet somit den Weg zu einem logischen Design neuer funktioneller magnetischer Materialien und ermöglicht somit eine Kontrolle der Magnetisierung durch Laserpulse auf ultrakurzen Zeitskalen.

## Original publication:

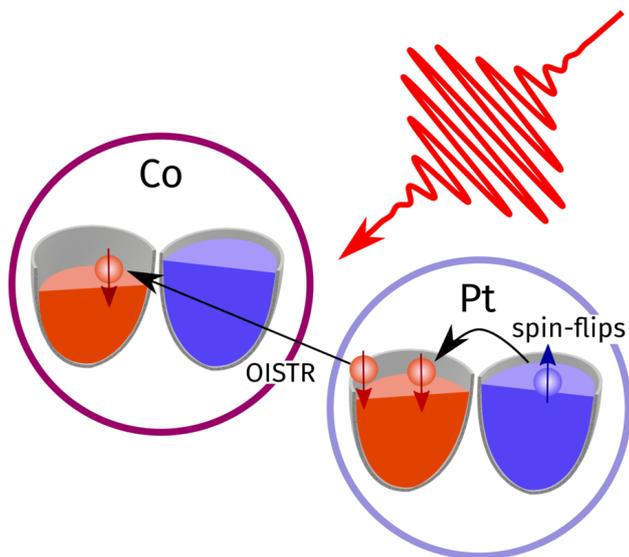
F. Willems, C.von Korff Schmising, C. Strüber, D. Schick, D. W. Engel, J. K. Dewhurst, P. Elliott, S.Sharma and S. Eisebitt

Optical inter-site spin transfer probed by energy and spin-resolved transient absorption spectroscopy

Nature Communications 11 (2020) 871

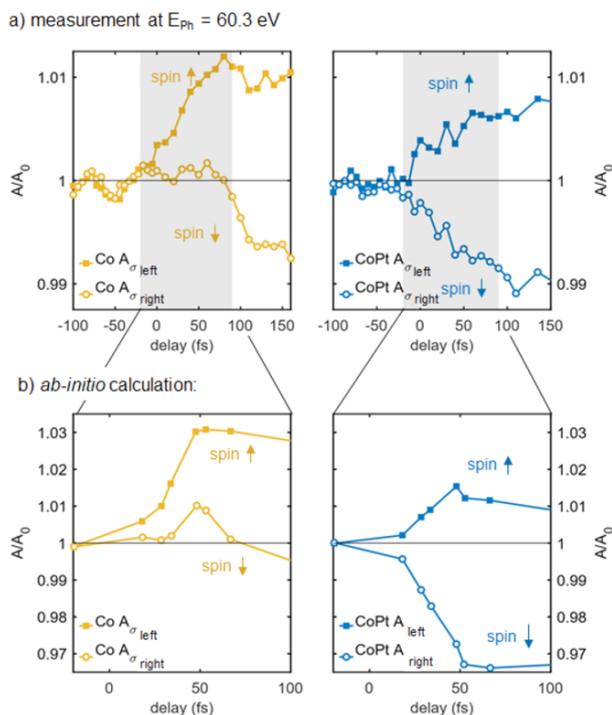
<https://www.nature.com/articles/s41467-020-14691-5>

Contact: F. Willems, Tel. 1374



**Abbildung 1:** Einfaches Bild der Elektronenreservoirs von magnetischen Atomen in einer CoPt-Legierung. Bei Kobalt (Co) ist die Anzahl der Spin-down-Elektronen (rot) um die Co-Atome deutlich geringer als die der Spin-up-Elektronen (blau). Folglich ist der verfügbare Raum zur Aufnahme weiterer Spin-down-Elektronen größer. Ausgelöst durch die optische Anregung (roter Puls) können Spin-down-Elektronen vom Platin (Pt) zu den Co-Atomen übertragen werden (OISTR-Prozess), was das Reservoir füllt und zu einer Entmagnetisierung in Co führt. An den schwereren Pt-Atomen lassen sich aufgrund der hohen Spin-Bahn-Wechselwirkung bereits in den ersten 10-100 Femtosekunden nach der optischen Anregung effiziente Spin-Flips beobachten, die die Anzahl der Spin-down- und Spin-up-Elektronen schnell ins Gleichgewicht bringen.

**Figure 1:** Simple picture of the electron reservoirs of magnetic atoms in a CoPt-alloy. In Cobalt (Co), the number of spin-down electrons (red) around the Co atoms is significantly lower than that of the spin-up electrons (blue). Consequently, the available space to take up further spin-down electrons is larger. Triggered by the optical excitation, spin-down electrons can be transferred from the Platinum (Pt) to the Co sites (OISTR process), which fills the respective reservoir and leads to demagnetization in Co. At the Pt atoms, because of the high spin-orbit coupling strength, efficient spin-flips can be observed already in the first 10-100 femtoseconds after optical excitation, quickly equilibrating the number of spin-down and spin-up electrons.



**Abbildung 2:** Gemessene (a) und berechnete (b) ultraschnelle Änderungen der helizitätsabhängigen Absorption an der Co-Resonanz bei einer Photonenenergie von 60,3 eV für einen Co-Film (gelb) und eine CoPt-Legierung (blau). Rechtszirkular polarisiertes Licht misst vorwiegend die relativen Änderungen der Besetzungen von Spin-down-Elektronen. Die Verringerung der Absorption ist folglich ein direktes Maß für das ultraschnelle und effiziente Auffüllen unbesetzter Spin-down-Zustände von Co. Diese Füllung erfolgt in den ersten 10-100 Femtosekunden mittels optisch übertragener Spin-down-Elektronen von den Pt-Atomen.

**Figure 2:** Measured (a) and calculated (b) ultrafast changes of the helicity dependent absorption at the Co resonance at a photon energy of 60.3 eV for a Co film (yellow) and a CoPt alloy (blue). Right circularly polarized radiation, probes predominantly the relative changes in the occupations of spin-down electrons. Reduction of absorption is consequently a direct measure of an ultrafast and efficient filling of unoccupied spin-down states of Co. This filling occurs via optically transferred spin-down electrons originating from Pt.

# MBI Interner Newsletter

11. Jahrgang - Ausgabe 37- Februar 2020

## Gleichstellung

### Girls' Day 2020 - am 26. März 2020



Der neue Girls' Day-Plan und erste Hinweise dazu stehen unter:

<https://internal.mbi-berlin.de/working-at-the-mbi/equal-opportunity/equality>

## Allgemein/General

### DPG - Physikerin der Woche 2020

Seit Januar 2018 stellt die DPG (Deutsche Physikalische Gesellschaft) wöchentlich eine Physikerin in einem kurzen Bericht vor. In der Kalenderwoche 5 (Januar 2020) war Dr. Elisa Palacino Gonzáles mit ihrem Projekt dabei.

### DPG - „Physikerin der Woche“

Since January 2018 the DPG highlights each week one woman in physics who works in Germany or one German woman in physics who works abroad. In the calendar week 5 (January 2020) Dr. Elisa Palacino Gonzáles presented her project.



Weitere Informationen finden Sie unter folgendem Link:  
For more information please click the following link:

[https://www.dpg-physik.de/vereinigungen/fachuebergreifend/ak/akc/publikationen/physikerin-der-woche/physikerin-der-woche-2020?set\\_language=de](https://www.dpg-physik.de/vereinigungen/fachuebergreifend/ak/akc/publikationen/physikerin-der-woche/physikerin-der-woche-2020?set_language=de)

# MBI Interner Newsletter

11. Jahrgang - Ausgabe 37- Februar 2020

## Termine - Save the date

### Donnerstag, 26. März 2020

Girls' Day

### Samstag, 6. Juni 2020

Lange Nacht der Wissenschaften

### Donnerstag & Freitag, 24. und 25. September 2020

Wissenschaftlicher Beirat / SAB

Kein Herauskopieren, kein Vervielfältigungs- und Verbreitungsrecht der Bilder und Texte oder anderweitige Nutzung aus unserem MBI Internen Newsletter.

Copying, reproduction and distribution of any pictures or any other material of this Internal MBI Newsletter is prohibited.