



MBI Interner Newsletter

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

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

Editorial

Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,

Das Jahr 2022 hat weltweit große Veränderungen mit sich gebracht, die nicht nur das MBI vor beispiellose Herausforderungen gestellt haben. Auch wenn die Symptome bei COVID Infektionen in letzter Zeit glücklicherweise etwas milder ausfallen als früher, so ist die Pandemie immer noch sehr präsent, und die Möglichkeit weiterer großer Ausbrüche kann nicht ausgeschlossen werden. Noch dramatischer ist, dass uns das Jahr 2022 gezeigt hat, dass der Krieg in Europa nicht der Vergangenheit angehört, sondern wieder zur Realität geworden ist, mit dramatischen Folgen für Hunderttausende Menschen.

Unter diesen Umständen erscheint es fast unangemessen, die Folgen des Krieges unter dem Gesichtspunkt ihrer Auswirkungen auf das MBI zu diskutieren. Und doch sind die Folgen auch für unser Institut nicht unerheblich. Bereits in diesem Jahr hat das MBI einen massiven Anstieg der Energiekosten zu verzeichnen, wobei sich der Strompreis im Vergleich zum Vorjahr mehr als verdoppelt hat. Und bei der derzeitigen hohen Inflation scheint es nur eine Frage der Zeit zu sein, bis auch die Personalkosten des Instituts ganz erheblich steigen werden. Erschwerend kommt hinzu, dass Institute wie das MBI in Zukunft sehr wahrscheinlich weniger großzügig behandelt werden, wenn es um die Steuerbefreiung für den Kauf von Waren und Geldtransfers im Zusammenhang mit gemeinsamen Berufungen an Universitäten geht.

Der MBI Haushalt ist auf all diese Veränderungen nicht vorbereitet. Einerseits hat das MBI eine gewisse Haushaltssicherheit durch langfristige Finanzierungsgarantien, die im Pakt für Forschung IV verankert sind, der den Leibniz-Instituten bis 2030 jährliche Steigerungen von 3 % zusichert. Allerdings landet nur etwa die Hälfte dieser Gelder tatsächlich am Institut und die andere Hälfte wird zentral für strategische Maßnahmen der Leibniz-Gemeinschaft verwendet. Auf der anderen Seite liegen die aktuellen Kostensteigerungen des MBI weit über den ca. 1,5 % jährlichen Steigerungen, die das Institut durch den Pakt für Forschung und Innovation erhält. Daher steht das MBI derzeit vor finanziellen Herausforderungen, die in seiner Geschichte

Editorial

Dear Members of the MBI,

The year 2022 has brought unprecedented challenges and changes both in the world at large and within MBI. While fortunately the severity of the symptoms have recently been milder than previously, the COVID pandemic is still very much with us and the possibility of further large outbreaks cannot be ruled out. Even more dramatic, 2022 has shown us that war in Europe is not a thing of the past, but once more has become a reality, with dramatic consequences for hundreds of thousands of people.

Under these circumstances it seems almost inappropriate to discuss the consequences of the war only in terms of their consequences for MBI. Yet, these consequences are very substantial. Already this year, MBI has seen massive increases in the cost of energy, with the price of electricity more than doubling compared to last year. And with the current high levels of inflation, it seems to be only a matter of time until the institute will see very substantial increases in its personnel costs. To make matters worse, there are strong indications that institutes like MBI will in future receive a less generous treatment when it comes to tax exemptions for purchasing goods and money transfers connected to joint appointments at universities.

The budget of MBI is not prepared for all these changes. On the one hand, MBI faces budget security, as a result of long-term financing guarantees that are anchored in the Pakt für Forschung IV, which secures 3% annual increases to Leibniz institutes until 2030, with about half of these sums actually landing at the institute, and the other half being used centrally for strategic measures by the Leibniz Gemeinschaft. On the other hand, MBI's current cost increases far exceed these ~1.5% annual increases that it receives through the Pakt für Forschung und Innovation. Therefore, MBI currently faces financial challenges that are unparalleled in its history. There are as yet no indications that the funding agents will play any significant role in meeting these challenges, and it looks that it will be entirely up to the institute itself to navigate this situation as best it can. Fortunately, compared to many other institutes, MBI enters

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

einmalig sind. Es gibt bisher keine Anzeichen dafür, dass die öffentlichen Zuwendungsgeber eine bedeutende Rolle bei der Bewältigung dieser Herausforderungen spielen werden. Das Institut wird ganz allein versuchen müssen, diese Situation so gut wie irgendwie möglich zu meistern.

Glücklicherweise befindet sich das MBI im Vergleich zu vielen anderen Instituten in einer recht guten Verfassung für die Bewältigung der Herausforderungen. Dies gibt uns zumindest etwas Zeit, um uns an die neuen Gegebenheiten anzupassen. Wir alle werden enorme Anstrengungen unternehmen müssen, wenn wir wollen, dass das Institut auf seinem derzeitigen Niveau funktions- und wettbewerbsfähig bleibt. In Zukunft werden wir unsere Einrichtungen wesentlich energie- und damit kosteneffizienter betreiben müssen, und in den letzten Monaten konnten bereits einige gute Fortschritte dazu gemacht werden. Und natürlich müssen wir unsere Forschung zukünftig so betreiben, dass wir weniger auf die institutionelle Finanzierung von Investitionen und Personal angewiesen sind, sondern mehr auf die erfolgreiche Einwerbung von Drittmitteln setzen. Diese Botschaft sollte nicht überraschen - sie ist im Grunde das, was das Direktorium schon seit einigen Jahren immer wieder sagt (siehe z.B. Newsletter 24 vom November 2016). (https://internal.mbi-berlin.de/fileadmin/Daten_intern/workingAtMBI/newsletter/NWS024_2016.pdf)

Neu an der jetzigen Situation ist allerdings, dass das Institut keine Möglichkeiten mehr haben wird, Ausfälle bei der Drittmittelakquise zu kompensieren. Es stehen dem Institut also schwere Zeiten bevor, aber wir sollten diese Zeit auch als Chance begreifen. Die Energie- und Kosteneinsparungen, die uns derzeit aufgezwungen werden, ermöglichen uns eine Entwicklung in Richtung Klimaneutralität, und die größere Abhängigkeit von Drittmitteln bzw. der Zwang, diese einzuwerben, kann den wissenschaftlichen Mitarbeitern des MBI mehr nationale und internationale Sichtbarkeit verschaffen.

Im Hinblick auf die nationale und internationale Sichtbarkeit hat sich das MBI kürzlich von einem seiner sichtbarsten und prominentesten wissenschaftlichen Stars teilweise verabschiedet. Nach fast drei Jahrzehnten im MBI-Direktorium ist Thomas Elsässer Ende September als Direktor der Abteilung C in den Ruhestand getreten. An der erfolgreichen Entwicklung, die das MBI in den letzten 30 Jahren genommen hat, hat wohl niemand einen größeren Anteil als Thomas. Unter seiner Leitung hat sich das MBI zu einem Institut entwickelt, das weltweit als eine der führenden Einrichtungen auf dem Gebiet der Ultrakurzzeit-Wissenschaft gilt, und die in der Abteilung C durchgeführten Forschungen haben den Goldstandard für die Qualität der Forschung gesetzt, die Wissenschaftler am MBI stets anstreben sollten. Im Namen meiner Kollegen im Direktorium möchte ich Thomas für seinen langjährigen Beitrag zur wissenschaftlichen Entwicklung des MBI danken und wünsche ihm viel Erfolg und Freude bei der Fortführung seines ERC Advanced Grant-Projekts, das ihn noch einige Jahre am Institut beschäftigen wird.

this challenging period in very good shape. This gives us at least some time to adjust to our new circumstances. Significant efforts will be required by all if we want the institute to stay operational and competitive at its current level. In the future, we will have to operate our facilities in a manner that is much more energy- and thus cost-effective, and some good progress towards this goal could already be reported in the last few months. And clearly, in the future, we will have to carry out our research in a manner that is less reliant on institutional funding for investment and personnel, and that relies more on the successful acquisition of third-party funds. This message should not come as a surprise – it is in fact what the Direktorium has already been saying for quite a few years now (see e.g. internal newsletter 24 from November 2016, (https://internal.mbi-berlin.de/fileadmin/Daten_intern/workingAtMBI/newsletter/NWS024_2016.pdf))

What is new in the present circumstances is that the institute's possibilities to compensate for failures to acquire third-party funding are more or less reaching their end.

This is a tough period that the institute is facing, but we should also see this period as an opportunity. The energy- and cost-savings that are currently forced upon us allow us to take steps towards climate neutrality, and the increased reliance on third-party funding can bring increased national and international visibility to MBI's scientific staff.

With regards to national and international visibility, MBI recently said a partial goodbye to one of its most visible and prominent scientific stars. After nearly three decades as a member of the MBI Direktorium, Thomas Elsaesser retired as director of Division C at the end of September. Within the successful development that MBI has undergone in the last 30 years, there is probably nobody that can claim to have played a bigger role than Thomas. Under his leadership MBI has grown into an institute that is seen around the world as one of the leading institutions in the field of ultrafast science, and the research carried out in Division C has set the gold standard for the quality of research that scientists at MBI should always aspire to. On behalf of my colleagues in the Direktorium, I want to thank Thomas for his many years of work towards MBI's scientific development, and I wish him success and enjoyment in the continuation of his ERC Advanced Grant project, which will still keep him active at the institute for a couple of years.

And as far as the afore-mentioned challenges that the institute is facing are concerned, we hope that we can soon face these together with Thomas's successor, the new director that will be appointed in Division C.

Für das Direktorium/ On behalf of the Direktorium,
Marc Vrakking

* * *

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

Personalinformationen

Neue Mitarbeiter und Gäste des Max-Born-Instituts (Stand: 11.11.2022 - alphabetische Reihenfolge)

Adson, Kristina	Praktikantin	B3	/	Kristina.Adson@mbi-berlin.de	24.10.2022
Behrends, Robert	studentische Hilfskraft	B1	1342	Behrends@mbi-berlin.de	01.06.2022
Christou, Elena Aethra	studentische Hilfskraft	T1	/	Christou@mbi-berlin.de	15.06.2022
Dávila Lara, Sebastián	studentische Hilfskraft	A2	/	DavilaLara@mbi-berlin.de	15.05.2022
Essow, Jérôme	Techniker	Bt	1528	Jerome.Essow@mbi-berlin.de	01.10.2022
Korell, Kontanze	Gastwissenschaftlerin	B1	1389	Kontanze.Korell@mbi-berlin.de	01.11.2022
Landgraf, Ramona	Projektmanagerin EU	B	/	Ramona.Landgraf@mbi-berlin.de	01.09.2022
Li, Mengjie	Masterstudentin	B1	1352	Mengjie.Li@mbi-berlin.de	15.08.2022
Richter, Johanna	Doktorandin	B1	1342	Johanna.Richter@mbi-berlin.de	01.08.2022
Rudenko, Svitlana	Technikerin	EDV	1541	Svitlana.Rudenko@mbi-berlin.de	07.11.2022
Schneider, Niklas	Studentische Hilfskraft	B2	1393	Niklas.Schneider@mbi-berlin.de	26.09.2022
Thomas, John	wissenschaftliche Mitarbeiter	A1	1287	John.Thomas@mbi-berlin.de	01.10.2022
Volkov, Mikhail	wissenschaftliche Mitarbeiter	A1	1280	Mikhail.Volkov@mbi-berlin.de	01.11.2022
Yi, Sili	Masterstudent	T1	1239	Sili.Yi@mbi-berlin.de	01.10.2022
Zhao, Wenhua	Doktorandin	T3	1213	Wenhua.Zhao@mbi-berlin.de	01.09.2022

Ausgeschiedene Mitarbeiter 11.08.2021 – 11.11.2022

Abdurakhimov, Nursulton	Gastwissenschaftler	A1	31.10.2022
Anus, Muhammad	Masterstudent	A1	15.10.2022
Chen, Cui	Gastwissenschaftler	A3	30.10.2022
Codescu, Marius-Andrei	Doktorand	C1	30.09.2022
DeMichele, Vincenzo	Gastwissenschaftler	A1	31.10.2022
Dutta, Sangita	wissenschaftliche Mitarbeiterin	T5	30.10.2022
Ehrlich, Tilmann	Studentische Hilfskraft	T1	31.10.2022
Esnouf, Tancrede	Praktikant	A2	26.08.2022
Glowinski, Hubert	Gastwissenschaftler	B2	02.10.2022
Jeske, Danny	Wissenschaftler	C	30.09.2022
Jiménez De la Vega, Nayla Esmeralda	Studentische Hilfskraft	A3	30.09.2022
Jonas, Adrian	Gastwissenschaftler	B2	30.09.2022
Jornitz, Markus	Drittmittelsachbearbeiter	Vw	30.09.2022
Kang, Taehee	wissenschaftliche Mitarbeiter	C3	30.09.2022
Koc, Azize	wissenschaftliche Mitarbeiterin	C3	30.09.2022
Li, Xiaochen	Masterstudent	C2	31.10.2022
Mik, Arseniy	Techniker	B3	31.08.2022
Perez-Leija, Armando	Gastwissenschaftler	T3	31.08.2022
Reiss, Howard R.	Gastwissenschaftler	T2	31.08.2022
Smith, Ryan	Gastwissenschaftler	C3	15.08.2022
Zülich, Ole	Bachelorstudent	B1	30.09.2022

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

The annual symposium 2022



The 9th annual symposium took place on the 5th of September 2022

The award committee considered presentations of all prize contenders (only PhD students are eligible) right after the end of our symposium. All talks were very good, but one winner had to be chosen.

The winner this year is Lisa-Marie Kern
Congratulations, Lisa-Marie, for the great talk!

The Organisation Committee

* * *



Optica announces 2023 Fellows Class | Valentin Petrov is new Optica Fellow

Since 1959, over 2,800 members have joined the ranks of Fellow. These members have served with distinction in the advancement of optics and photonics through distinguished contributions to education, research, engineering, business and society.

Fellows are an important part of our community and we greatly appreciate their on-going support of our society and our field. The number of Fellows is limited by the society's bylaws to be no more than 10% of the total membership and the number elected each year is limited to approximately 0.5% of the current membership total.

The Board of Directors of Optica recently elected 109 members from 24 countries to the Society's 2023 Fellow Class. Optica Fellows are selected based on several factors, including outstanding contributions to business, education, research, engineering, and service to Optica and our community.

Valentin Petrov | Citation:

Citation: For outstanding contributions in the fields of mode-locked solid-state lasers, nonlinear frequency conversion, and new laser and nonlinear optical materials

We congratulate!

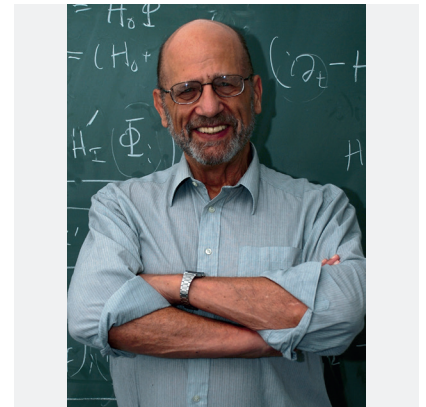
* * *

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

Professor Howard R. Reiss passed away at the age of 93

On August 25, 2022, Professor Howard R. Reiss passed away at the age of 93. For the past 18 years, Prof. Reiss has worked at the MBI, which had become his scientific base. His scientific career spanned over 70 years. His seminal 1962 paper, „Absorption of light by light,“ arguably initiated the field of relativistic quantum electrodynamics in intense laser fields, which today is being experimentally pursued, e.g., by the „Extreme Light Infrastructure (ELI)“. He used the nonrelativistic version of his theoretical framework for the first thorough description in 1980 of above-threshold ionization (ATI), which provided a foundation for today's attosecond science, the latest offspring of strong-field physics.



Life in Strong Laser Fields

In Loving Memory of Professor Howard Reiss

*My Lord, while the Earth is still spinning,
My Lord, while the sun is still bright,
Eternal, be kind and give everyone,
whatever they pray for at night:
Help old sage get wiser,
grant coward the fastest horse,
give contented money...
And don't forget humbly yours.*

From "The Prayer of Francois Villon" by Bulat Okudzhava translated from Russian by M. Ivanov

"This thing all things devours: birds, beasts, trees, flowers; gnaws iron, bites steel; grinds hard stones to meal; slays king, ruins town, and beats high mountain down," – thus spoke Gollum to Bilbo Baggins, and "time" was the answer to his riddle. Time shows no mercy, and late this August, 2022, it has beaten down the high mountain of Professor Howard Reiss.

For the past 18 years, the Max Born Institute for Nonlinear Optics has been his home in more ways than one, as science was Howard's life. Howard came to the MBI in 2004 as a guest scientist and as one of the founders of the field of multiphoton and strong field processes in intense light fields. He was well into his seventies already then, but his energy and tenacity in arguing his physics views was still second to none, and it remained this way until his last days. He was 92 years old.

In 2004, he was already a living legend. After all, Howard's 1962 paper [1] together with his seminal 1980 paper [2] are at the roots of this field. His vision of how one could – no, must – describe atoms and electrons interacting with very intense light fields has been instrumental for its development. His visit to the Soviet Union in 1962, when he managed to tunnel through the newly erected Iron Curtain while being the Chief of the Nuclear Physics Division at the US Naval Ordnance Lab was extraordinary not just because of this highly improbable tunneling event. While in Moscow, he argued how one should – no, must – treat intense light-matter interaction, and his lectures might have stimulated the explosive development of the theory of intense field processes in the Soviet Union in 1960-th [3-9]. Already then, Howard's approach was fully relativistic, taking roots in his earlier work [10-11], well beyond the non-relativistic treatments of intense light-atom interactions that have become standard later, and that are now used by everyone working in the field, me including¹.

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

Armed with the relativistic vision, for the last two decades Howard has persistently argued that non-dipole effects should be important for strong-field ionization in long-wavelength fields. In this, as in other cases, he was not afraid to go against the common wisdom. His stand was difficult, as he was arguing against the time-tested truth engraved in every textbook on light-matter interaction: the longer the laser wavelength, the better is the dipole approximation, the smaller are the non-dipole effects. Howard argued the opposite [12-13]. It must have been very rewarding for him to see that his view, rooted in a general mathematical perspective, has found physical confirmation in several recent experiments [14-18]. The physical basis for this seemingly counter-intuitive fact is the rapidly growing quiver velocity of the electron liberated from the atom and wiggling in the laser field: the quiver velocity scales linearly with the laser wavelength. In the highly popular today mid-IR fields, this velocity does indeed become non-negligible compared to the speed of light at the laser intensities $I \sim 10^{14} \text{ W/cm}^2$, heralding the onset of the Lorentz force and of the non-dipole effects in rather typical experimental conditions.

Going back in time, I have been amazed to discover that already in 1977 Howard was working on what has now become the forefront of the field: strong field processes in solids [19]. The application of his method to solids [19], together with the work of Keldysh [3], lied dormant until Ref. [20] started the boom in 2011, with an avalanche of research to follow.

Going back in time... time travel is not really required for the so-called "butterfly effect", when the death of a butterfly in the past, brought on by a careless time traveler, irrevocably changes the future. Trajectories of our lives are indeed altered by chance events. At the turn of this century, the Fates brought Wilhelm Becker and Howard Reiss to the then-young MBI, turning it into one of the world centers for the theory of intense light-matter interaction and laying the first seeds for the major part of the MBI science landscape today. Looking further into the past – who knows if Leonid Keldysh would have written his seminal paper [3] without being stimulated by Howard's visit? And if he did not, the theory landscape of strong-field physics in Soviet Union might have never been the same, I might have never chosen this field for my career, and the Fates might have never brought me to the MBI.

I vividly remember meeting the legendary Howard for the first time about 30 years ago. He has been an imposing figure, in physics and in physical presence. A mere beginner, I approached him with trepidation, only to discover an open and charming person. Intense in science, in life Howard was gentle, a true gentleman, an amazing companion and interlocutor. Besides science, his interests covered art, history, politics, music, prose and poetry. He held well-informed views on any subject we would raise. Without him, not just our lunches but also our days will never be the same. And if this sounds too personal for an obituary, how could it be otherwise when a Legend that one had the privilege to meet on any given day passes away?

Misha Ivanov,
September 9, 2022

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

Betriebsrat

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

am Dienstag, den 06. Dezember 2022 findet um 10:00 Uhr die diesjährige, gemeinsame Betriebs- und Institutsversammlung statt. Dazu laden wir Sie herzlich ein. Wir hoffen auf eine besonders rege Teilnahme, da es sich diesmal nach den Zeiten der Pandemie endlich wieder um eine Präsenz-Veranstaltung handeln wird. Die vorläufige Tagesordnung wurde Ihnen bereits per E-Mail mitgeteilt. Sobald die endgültige Tagesordnung feststeht, werden wir diese in gewohnter Weise per Aushang und E-Mail bekanntgegeben.

Ihre Fragen, Anregungen und Wünsche zur Betriebsversammlung sind uns stets willkommen unter mbi-betriebsrat@mbi-berlin.de sowie auch gerne im direkten persönlichen oder telefonischen Kontakt mit den einzelnen Betriebsratsmitgliedern. Unsere Kontaktdaten finden Sie im Intranet unter: <https://internal.mbi-berlin.de/de/arbeiten-am-mbi/betriebsrat/uebersicht>.

Viele Grüße im Namen des Betriebsrates
Peter Scholze

Works Council

Dear colleagues,

This year's MBI Works Assembly and Institute's meeting will take place on Tuesday, December 6th, 2022 at 10:00 a.m. We hope for a particularly active participation, as this time it will finally be an on-site event again after all these restrictions during the pandemic. The provisional agenda has already been sent to you by email. As soon as the final agenda has been drawn up, we will announce it in the usual way on all notice boards and by email.

Your questions, suggestions and requests for the works assembly meeting are always welcome at mbi-betriebsrat@mbi-berlin.de as well as a face-to-face or telephone contact with the individual works council members.

You can find our contact details on the intranet at:

<https://internal.mbi-berlin.de/de/arbeiten-am-mbi/betriebsrat/uebersicht>.

Best regards on behalf of the works council
Peter Scholze

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

Projekteinwerbungen

Bereich B

Projektbezeichnung: SAW J134/2022
Complex Spin Structures in Time & Space
Laufzeit: 01.01.2023-31.12.2027
Projektleiter: D. Schick
Geldgeber: SAW

Projektbezeichnung: DFG PF933/2-1
Untersuchung der fundamentalen Eigenschaften diskreter drei-dimensionaler Teilskymionen in magnetischen Multilagen und ihrer Rolle in der Dynamik von topologischen Phasenübergängen
Laufzeit: 36 Monate
Projektleiter: B. Pfau
Geldgeber: DFG

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

Forschungsergebnisse

Magnetische Skyrmionen – bereit zum Abheben?

Magnetische Skyrmionen sind extrem kleine und sehr stabile Magnetisierungswirbel, die häufig als „topologische Quasiteilchen“ bezeichnet werden, da ein solches Spin-Ensemble eine besondere Stabilität aufweist. Skyrmionen können bewegt und verschoben werden, ohne dass sie sich in ihrer Form und Größe ändern. In ferromagnetischen Dünnschichten lassen sie sich einfach mit einem elektrischen Stromimpuls oder noch schneller mit einem Laserimpuls erzeugen – allerdings bisher nur an zufälligen Stellen im Material. Skyrmionen sind aus zwei Gründen wissenschaftlich interessant: Zum einen könnten magnetische Skyrmionen als Informationsträger in Informationstechnologien der Zukunft fungieren. Zum anderen bieten Skyrmionen in dünnen magnetischen Filmen ein ideales Testfeld, um die Dynamik von topologisch nicht-trivialen magnetischen Quasiteilchen zu untersuchen. Um auf diesem Gebiet Fortschritte zu erzielen, ist jedoch eine zuverlässige Erzeugung des magnetischen Skyrmions an kontrollierten Positionen absolut erforderlich. Einem Forscherteam unter der Leitung des MBI ist es nun gelungen, die Erzeugung des Skyrmions auf der Nanometerskala zu kontrollieren, und zwar mit zwei unabhängigen Ansätzen: durch He⁺-Ionen-Bestrahlung oder durch die Verwendung von reflektierenden Masken auf der Rückseite des magnetischen Materials.

In den letzten Jahren wurden große Fortschritte bei der Erzeugung, Auslöschung und Bewegung magnetischer Skyrmionen in magnetischen Dünnschichten erzielt. Ein wichtiges Werkzeug zur Untersuchung dieser magnetischen Texturen im Nano- bis Mikrometermaßstab ist deren direkte Abbildung – entweder mit sichtbarem Licht oder mit Röntgenstrahlen. Um aber die dynamischen Eigenschaften des Skyrmions in Verbindung mit seiner räumlichen Struktur untersuchen zu können, muss man ein Video aufnehmen, das aus vielen Einzelbildern besteht. Die direkte Aufnahme eines Skyrmionenfilms auf den relevanten Zeitskalen von Nano- oder sogar Pikosekunden ist jedoch kaum möglich – die für ein Einzelbild erforderliche Aufnahmezeit ist in der Regel zu lang. Dieses Problem wird normalerweise durch sich wiederholende stroboskopische Messungen – so genannte „Pump-Probe-Experimente“ – gelöst, bei denen derselbe Prozess während der Bildaufnahme immer wieder wiederholt wird. Um solche zeitaufgelösten Messungen zu ermöglichen, muss die Dynamik des magnetischen Skyrmions kontrollierbar und deterministisch sein. Ein Forscherteam unter der Leitung des Max-Born-Instituts hat nun zwei Methoden entwickelt, um Skyrmionen zuverlässig an gewünschten Positionen zu erzeugen und ihre Bewegung zu steuern – wesentliche Schritte zur Aufnahme von Videos bewegter Skyrmionen und zum Verständnis topologischer Quasiteilchen.

Eine erste Methode beruht auf der gezielten Bestrahlung einer dünnen magnetischen Schicht mit einem fokussierten Helium-

Research Highlights

Magnetic skyrmions – ready for take-off?

Magnetic skyrmions are extremely small and stable swirls of magnetization, often referred to as ‘topological quasi-particles’ since an emerging stability embraces this spin ensemble. As such, skyrmions can be manipulated while retaining their shape. In ferromagnetic thin films, they can conveniently be created with an electrical current pulse or, even faster, with a laser pulse – albeit, so far, only at random positions in the material. Skyrmions are scientifically interesting from two perspectives: On the one hand, magnetic skyrmions are envisioned as information carriers in future information technology. On the other hand, skyrmions in thin magnetic films may act as an ideal test bed to study the dynamics of topologically non-trivial magnetic quasi-particles. However, to make progress in this field, reliable generation of the magnetic skyrmion at controlled positions is required. A team of researchers, led by the Max Born Institute, has now achieved full nanometer-scale control of the skyrmion generation by two independent approaches employing He⁺-ion irradiation or using backside reflective masks.

In recent years, great advances have been reported in generating, annihilating, and moving magnetic skyrmions in magnetic thin films. A prime tool for investigating these nano- to micrometer-scale magnetic textures is to directly image them – either with visible light or x-rays. If we want to study the dynamical properties together with spatial characteristics, we must record a movie consisting of many image frames. However, directly recording a skyrmion movie on the relevant timescales of nano- or even picoseconds is hardly possible – the acquisition time required for a single frame is typically too long. This problem is commonly solved by employing repetitive stroboscopic measurements – so called “pump-probe experiments” – where the same process is repeated over and over while being imaged. To enable such time-resolved measurements, the dynamics of the magnetic skyrmion has to be controllable and deterministic. A team of researchers led by the MBI has now established two methods to reliably create skyrmions at desired positions and to guide their motion – essential steps towards recording videos of moving skyrmions. A first method relies on irradiation of the magnetic film hosting the skyrmions with a focused helium-ion beam to flexibly create patterns of different shapes and sizes in the magnetic material. Importantly, this local modification with very light ions only affects the magnetic properties of the material while the film remains structurally intact. Employing helium ions, it is possible to predefine positions where skyrmions appear after triggering their creation with a short pulse of electrical current or laser light (see Fig. 1, where skyrmions are nucleated in two rows of isolated dots). In particular, the magnetic modification turns out to be gentle enough to even allow for a controlled detachment

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

ionenstrahl, um flexibel Muster verschiedener Formen und Größen im magnetischen Material zu erzeugen. Wichtig ist, dass diese lokale Modifikation durch die sehr leichten Ionen nur die magnetischen Eigenschaften des Materials beeinflusst, während die Schicht strukturell intakt bleibt. Durch den Einsatz von Heliumionen ist es möglich, Positionen zu definieren, an denen Skyrmionen nukleieren, nachdem ihre Entstehung durch einen kurzen elektrischen Strom- oder Laserpuls ausgelöst wurde (siehe Abb. 1, wo Skyrmionen in zwei Reihen isolierter Punkte entstehen). Insbesondere erweist sich die magnetische Modifikation als sanft genug, um sogar eine kontrollierte Ablösung des Skyrmions von seinem Entstehungsort und seine anschließende ungehinderte Bewegung zu ermöglichen. Durch die Kombination einer solchen Entstehungsstelle der Skyrmionen mit einem vorgezeichneten Bewegungspfad konnte das Team außerdem zeigen, dass sich ein magnetisches Skyrmion, das durch elektrische Strompulse erzeugt und bewegt wird, sich kontinuierlich über Dutzende von Mikrometern in einem so genannten magnetischen Racetrack hin- und herbewegt – wobei jegliche unerwünschte Seitwärtsbewegung, die für stromgetriebene Skyrmionen typisch ist, vollständig unterdrückt wird.

In einem zweiten Ansatz zur kontrollierten Erzeugung von Skyrmionen entwarfen die Forscher reflektierende, nanostrukturierte Masken auf der Rückseite des magnetischen Materials. Diese Masken ermöglichen es, die Anregungsamplituden, die erreicht werden, wenn der Laser auf den Magnetfilm trifft, mit einer Präzision im Nanometerbereich zu kontrollieren. Dadurch entstehen erlaubte und verbotene Bereiche, in denen Skyrmionen entstehen können (siehe Abb. 1, wo Skyrmionen auf einem quadratischen Gitter nukleiert werden). Da die Masken auf der dem Laser abgewandten Seite der Probe präpariert werden, bleibt der Zugang zum Magnetfilm auf der Vorderseite frei, z. B. zur Untersuchung der Skyrmionen. Die Verwendung von reflektierenden Masken, die einen ungehinderten Zugang zur Magnetschicht erlauben, kann leicht auf die Untersuchung anderer laser-induzierter Schaltphänomene übertragen werden, um die geschalteten Bereiche im Nanometerbereich zu kontrollieren.

Die Ergebnisse dieser Studien können sich auch auf die Erforschung neuer Computer- und Datenspeicherkonzepte auswirken. In den letzten Jahrzehnten stieg die Nachfrage nach immer höheren Datenspeicherdichten und effizienten Rechenkapazitäten, was ein großes industrielles Interesse an der Erforschung magnetischer Effekte hervorgerufen hat, die auf ultraschnellen und ultrakleinen Skalen für technologische Anwendungen auftreten. Ein möglicher Kandidat als Informationsträger der nächsten Generation ist das magnetische Skyrmion. Mit dem Gewinn an Kontrolle über die Skyrmion-Erzeugung und -Bewegung und dem Potenzial für eine weitere Miniaturisierung könnte die Technologie letztlich den Weg für mögliche zukünftige Anwendungen in Skyrmionen-Racetrackspeichern, Schieberegistern und Logikgattern ebnen.

of the skyrmion from its generation site and its subsequent unimpeded motion. Moreover, by combining such a skyrmion creation site with a guiding channel, the team was able to show continuous motion of a magnetic skyrmion driven by electrical current pulses over tens of micrometers back and forth in the so-called magnetic racetrack – fully suppressing any undesired sideways motion, which is intrinsic to current-driven skyrmions. In a second approach to predefine skyrmion nucleation sites, the researchers designed nanopatterned reflective masks on the backside of the magnetic material. These masks allow to control the excitation amplitudes reached when hitting the magnetic film with a laser, resulting in nanometer-scale precision on the spatial distribution of magnetic skyrmions created (see Fig. 1, where skyrmions are nucleated on a square grid). As the masks are prepared on the backside of the magnetic film opposite to the laser-illuminated surface, the approach retains free frontside access to the magnetic film for, e.g., detection of the skyrmions. The application of this backside mask approach with its unhindered access to the magnetic film can easily be transferred to other photo-induced switching phenomena in order to add nanometer control on the switched areas.

The results of these studies may also impact research on novel computing and data storage concepts. Over the past decades, we have observed a demand for ever increasing data-storage densities and efficient computing capacities, evoking huge industrial interest in exploring magnetic effects which are active on ultrafast and ultrasmall scales for technological applications. One possible candidate as next-generation information carrier is the magnetic skyrmion. With the achieved level of control for skyrmion generation and motion and the potential for even further miniaturization, the technology may ultimately pave the way for possible future devices, such as skyrmion racetrack memories, shift registers, and skyrmion logic gates.

Original publication:

Deterministic Generation and Guided Motion of Magnetic Skyrmions by Focused He⁺-Ion Irradiation

Lisa-Marie Kern, Bastian Pfau, Victor Deinhart, Michael Schneider, Christopher Klose, Kathinka Gerlinger, Steffen Wittrock, Dieter Engel, Ingo Will, Christian M. Günther, Rein Liefferink, Johan H. Mentink, Sebastian Wintz, Markus Weigand, Meng-Jie Huang, Riccardo Battistelli, Daniel Metternich, Felix Büttner, Katja Höflich, and Stefan Eisebitt

Nano Lett. 2022, 22, 10, 4028–4035

<https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.nanolett.2c00670>

Original publication:

Tailoring optical excitation to control magnetic skyrmion nucleation

L.-M. Kern, B. Pfau, M. Schneider, K. Gerlinger, V. Deinhart, S. Wittrock, T. Sidiropoulos, D. Engel, I. Will, C. M. Günther, K. Litzius, S. Wintz, M. Weigand, F. Büttner, and S. Eisebitt

Phys. Rev. B 106, 054435 (2022)

<https://journals.aps.org/prb/abstract/10.1103/PhysRevB.106.054435>

Contact: B. Pfau, Tel. 1321, L.-M. Kern, Tel. 1390, S. Eisebitt, Tel. 1300

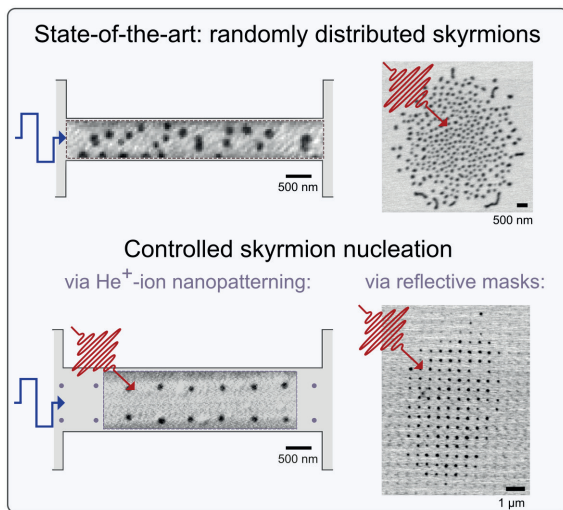


Abbildung 1: Von zufällig verteilten Skyrmionen zur Positionskontrolle im Nanometerbereich in magnetischen Dünnschichten: Zwei Ansätze, entweder durch Helium-Ionen-Bestrahlung oder durch reflektierende Masken, ermöglichen die räumliche Kontrolle der Skyrmionen-Erzeugung und -Bewegung auf der Nanometerskala. Der Schwarz-Weiß-Kontrast stellt die Magnetisierung der dünnen Magnetschicht dar, die in Bezug auf die Ebene entweder "nach oben" oder "nach unten" zeigt. Die Skyrmionen erscheinen als schwarze Punkte auf dem Hintergrund des ansonsten gleichmäßig magnetisierten (weißen) Dünnsfilms. Die Skyrmionen werden entweder durch elektrischen Strom (blauer Pfeil) oder durch Laserpulse (roter Pfeil) erzeugt. Bei unstrukturierten dünnen Schichten verteilen sie sich zufällig in der Schicht, während sie sich bei den beschriebenen Strukturierungsmethoden an vordefinierten Positionen in einem quadratischen Gitter bilden.

Figure 1: From randomly distributed skyrmions to nanometer position control in magnetic thin films: Two approaches either employing helium-ion irradiation or back-side reflective masks allow for spatial control of skyrmion creation and motion on the nanometer scale. The black–white contrast represents the film's magnetization pointing either "up" or "down" with respect to the plane. The skyrmions appear as black dots on the background of the otherwise homogeneously magnetized (white) thin film. The skyrmions are created either by electric current (blue arrow) or laser pulses (red arrow). In case of unpatterned thin films, they randomly distribute in the film, while they form at predefined positions in a square lattice using the described patterning methods.

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

Forschungsergebnisse

Über welche Distanz kann sich ein Proton in Wasser bemerkbar machen?

Die Protonenhydratation, d. h. die Abschirmung eines überschüssigen Protons durch eine bestimmte Anzahl von Wassermolekülen, ist ein eingehend bearbeitetes Forschungsthema. Die Protonenhydratation spielt eine zentrale Rolle in den Transportmechanismen der Energiekonversion in Brennstoffzellen und der Signalübertragung durch Transmembranproteine in lebenden Organismen. Allerdings wird die wässrige Solvation überschüssiger Protonen in Lösung intensiv diskutiert, weil sie als komplexe, stark mit ihrer Umgebung wechselwirkenden Quantenobjekte schwer zu untersuchen sind. Ein Konsortium aus Forscherteams des Max-Born-Instituts, der Universität Hamburg, der Universität Stockholm, der Ben-Gurion-Universität des Negev und der Universität Uppsala hat nun wichtige Erkenntnisse über die elektronische Struktur hydratisierter Protonenkomplexe in Lösung gewonnen, die über die traditionellen Eigen- oder Zundel-Bilder hinausgehen. Bei letzteren bilden vier bzw. zwei Wassermoleküle den hydratisierten Protonenkomplex. Im Gegensatz dazu haben die Forscher durch den Einsatz modernster Flüssigkeitsflachstrahl-Technologie zur Messung der Sauerstoff-Röntgenspektren an der Synchrotronstrahlungsquelle BESSY-II entdeckt, dass die elektronische Struktur der drei innersten Wassermoleküle in einem H_7O_3^+ -Komplex durch das Proton drastisch verändert wird und darüber hinaus die erste Hydrathülle aus fünf weiteren Wassermolekülen um diesen inneren H_7O_3^+ -Komplex das Proton über sein langreichweitiges elektrisches Feld wahrnimmt. Schulbücher der Chemie lehren uns, dass es in wässriger Lösung keine reinen Protonen gibt, da die Affinität von flüssigem Wasser für Protonen außerordentlich hoch ist. Am bekanntesten ist das Oxonium-Ion H_3O^+ , bei dem sich ein Proton mit einem Wassermolekül zu einer eigenständigen Spezies verbindet. In der Mitte des 20. Jahrhunderts wurden zwei größere hydratisierte Protonenkomplexe mit charakteristischen, wohldefinierten Strukturen postuliert, einer von Manfred Eigen und der andere von Georg Zundel. Als Anerkennung für ihre bahnbrechenden Arbeiten wurden die Ionen nach ihnen benannt: Das Eigen-Kation H_9O_4^+ besteht aus einem zentralen Oxonium-Ion, das über Wasserstoffbrücken zu drei Wassermolekülen den Komplex $\text{H}_3\text{O}^+(\text{H}_2\text{O})_3$ bildet. Das Zundel-Kation H_5O_2^+ besteht aus einem Proton, das sich zwei stark gebundene Wassermoleküle teilen und so das Motiv $\text{H}_2\text{O}\cdots\text{H}^+\cdots\text{OH}_2$ bilden. Nach heutiger Auffassung stellen das Eigen- und das Zundel-Ion Grenzstrukturen des hydratisierten Protons in flüssigem Wasser dar, wobei die tatsächliche Struktur von protoniertem Wasser noch immer umstritten ist. Bislang war die elektronische Struktur hydratisierter Protonenkomplexe in Lösungen bei Raumtemperatur schwer fassbar, obwohl die elektronische Struktur wichtige Informationen über

Research Highlights

How far can a proton make its presence felt when embedded in water?

Proton hydration, i.e. the involvement of a certain number of water molecules in solvating an excess proton, has been an intensively investigated research topic. It plays a pivotal role in the mediation (transport) mechanisms of energy conversion and signal transduction, ranging from hydrogen fuel cells to transmembrane proteins. However, aqueous solvation of excess protons has also to date been intensely debated because, being a complex quantum object with strong interactions to its surrounding, it is hard to probe. A collaboration of research teams from the Max Born Institute, the University of Hamburg, Stockholm University, Ben Gurion University of the Negev and Uppsala University have obtained key insight into the electronic structure of hydrated proton complexes in solution, that goes beyond the traditional Eigen or Zundel pictures, where four or two water molecules constitute the hydrated proton complex. Using state-of-the-art liquid flatjet sample delivery technology for measurements of the oxygen K-edge spectra at the BESSYII facility, it has been found that not only the electronic structure of three most inner water molecules in an H_7O_3^+ complex is drastically modified by the proton, but that the first hydration shell around this inner H_7O_3^+ complex, made up by a further 5 water molecules, senses the electric field of the proton by Coulomb interactions.

Textbook chemistry teaches us that bare protons do not exist in aqueous solution, because of the extraordinarily large proton affinity of liquid water. The hydronium ion, H_3O^+ , is what is most familiar: one proton combines with one water molecule into a distinguished own species. In the middle of the 20th century two larger hydrated proton complexes with characteristic well-defined structures have been postulated, one by Manfred Eigen and the other one by Georg Zundel. As an acknowledgement to these pioneering scientists, these have been named after them: the Eigen cation H_9O_4^+ consists of a central H_3O^+ hydrogen-bonded to three water molecules – $\text{H}_3\text{O}^+(\text{H}_2\text{O})_3$; the Zundel cation H_5O_2^+ has a proton shared between two strongly bound water molecules – $\text{H}_2\text{O}\cdots\text{H}^+\cdots\text{OH}_2$. The modern view is that both the Eigen and Zundel ions represent limiting structures of the hydrated proton in liquid water, with the actual structure of protonated water still under debate.

Until now, the electronic structure of hydrated proton complexes under room temperature solution conditions has been elusive, even though the electronic structure would provide vital information on all water molecules that are directly affected by the presence of a proton, providing an electronic structural picture that clearly in its refinement will go beyond the two limiting Eigen and Zundel geometries. Ideally one would need a local probe of electronic charge densities, i.e. a probe such as provided by the electronic orbital structure of

alle Wassermoleküle liefern würde, die direkt von der Anwesenheit eines Protons betroffen sind. Ein solches elektronisches Strukturbild sollte deutlich über die beiden begrenzten Eigen- und Zundel-Geometrien hinausgehen. Idealerweise hätte man eine lokale Sonde der elektronischen Ladungsdichten in den Wassermolekülen, die unmittelbar an der Hydratation des Protons beteiligt sind. Durch die Bildung von Wasserstoffbrückenbindungen unterschiedlicher Stärke dürfte sich die elektronische Struktur dieser mit dem Proton direkt interagierenden Wassermolekülen tiefgreifend ändern.

Die Ergebnisse, die an in Acetonitril gelösten Säure-Wasser-Gemischen erzielt wurden, legen eine allgemeine Hierarchie für die Protonenhydratation nahe: Das Proton interagiert mit drei Wassermolekülen und bildet einen H_7O_3^+ -Komplex. Die Hydratschale dieses Komplexes wird durch das elektrische Feld der positiven Ladung des Protons beeinflusst. Diese Schlussfolgerungen lassen sich aus dem Fehlen einer ausgeprägten Vorkante und einer starken Nachkante im Sauerstoff-Röntgenspektrum von H_7O_3^+ ziehen, da Wassermoleküle eine deutliche Vorkante und eine viel kleinere Nachkante aufweisen. Die neuen Forschungserkenntnisse haben direkte Auswirkungen auf das Verständnis der Protonenhydratation von Protonen in wässriger Lösung über Protonenkomplexe in Brennstoffzellen bis hin zur Wasserstruktur-Hydratationstaschen von Protonenkanälen in Transmembranproteinen. Die technologischen Fortschritte in der Spektroskopie mit weichen Röntgenstrahlen ebnen den Weg für weitere Entwicklungen in der stationären und ultraschnellen Röntgenspektroskopie, um die elektronische Struktur von Protonenkomplexen zu untersuchen und zu verstehen, wie elementare Schritte des Protonentransports die elektronischen Ladungsdichten in diesen Komplexen beeinflussen.

Kontakt: C. Kleine, Tel. 1410, E.T.J. Nibbering Tel. 1477

the water molecules actively involved in the hydration of the proton. This probe goes clearly beyond a mere determination of local electronic density change from two O-H bonds and two lone pairs, as is the case of the H_2O molecule, to three O-H bonds and only one lone pair, as happens for H_3O^+ . In fact, by the formation of hydrogen bonds of different strengths, the electronic orbital structure is expected to change profoundly for all water molecules directly interacting with the proton.

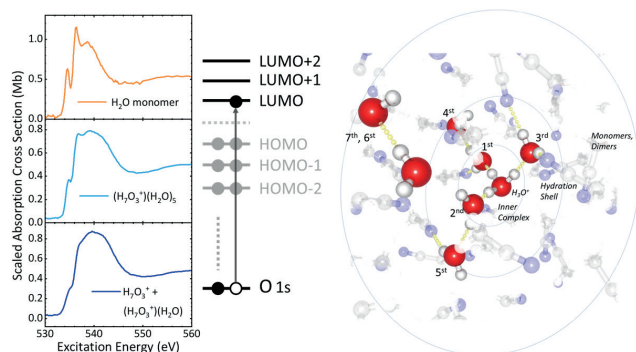
The results obtained on acid/water mixtures dissolved in acetonitrile suggest a general architectural hierarchy for proton hydration, a proton strongly interacting with three water molecules as H_7O_3^+ , and one hydration shell affected by the electric field of the positive charge of the proton. This can be concluded from the absence of a distinct pre-edge band and a strong post-edge band in the oxygen K-edge spectrum of H_7O_3^+ , whereas water molecules have a clear pre-edge and a much smaller post-edge band. These findings will have direct repercussions in the understanding of proton hydration, ranging from protons in bulk aqueous solution, to proton complexes that are anticipated to occur in hydrogen fuel cell devices, and in hydration pockets in transmembrane protein proton channels. These achievements in soft-X-ray spectroscopy pave the way towards further developments in steady-state and ultrafast soft-X-ray spectroscopy for probing the electronic structure of proton complexes and how elementary steps in proton transport will affect the electronic charge densities accommodating the dislocation of protons.

Original publication:

From Local Covalent Bonding to Extended Electric Field Interactions in Proton Hydration

M. Ekimova, C. Kleine, J. Ludwig, M. Ochmann, T. E. G. Agrenius, E. Kozari, D. Pines, E. Pines, N. Huse, Ph. Wernet, M. Odelius and E. T. J. Nibbering
Angewandte Chemie International Edition 61, e202211066 (2022).

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.202211066>



Oxygen K-edge spectra of the water monomer, and of hydrated proton complexes formed by mixing HI and H_2O in 1 : 8 and 1 : 3.5 mixing ratios respectively, showing the distinct difference in the pre-, main and post-edge band features of monomer water molecules, of hydration shell water molecules and of the inner H_7O_3^+ complex.

Sauerstoff-Röntgenabsorptionsspektren des Wassermonomers und des hydratisierten Protonenkomplexes, der durch Mischung von HI und H_2O im Verhältnis 1 : 8 bzw. 1 : 3.5 erzeugt wurde. Die Spektren des Wassermonomers, der Wassermoleküle der Hydrathülle und des inneren H_7O_3^+ -Komplexes zeigen deutliche Unterschiede in der Vor-, Haupt- und Nachkante.

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

Allgemein/General

Die *Berlin Science Week* ist ein jährliches Wissenschaftsfestival, das in diesem Jahr vom 1. bis 10. November stattfand. Mit diesem Veranstaltungsformat möchte die *Berlin Science Week* den Wissenschaftsstandort Berlin in den Fokus der Öffentlichkeit rücken und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und Interessierte aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Kunst und Gesellschaft zusammenbringen. Mit über 200 Präsenz- und Onlineveranstaltungen war am Sonntag, 6. November auch der Forschungsverbund mit seinen sieben Instituten dabei.

In 2022 feiern die sieben Forschungsinstitute ihre 30 Jahre exzellenter Zusammenarbeit mit ihrer hoch diversen Forschung im Verbund. Unter dem Motto ***Celebrating the Diversity of Science*** haben MitarbeiterInnen aller Institute ein umfangreiches Programm „Ein Fest der Wissenschaft am POP Kudamm - Den ganzen Tag!“ präsentiert. Wir danken Poonam Singh, Lisa-Marie Koll, Kelvin Yao und Martin Borchert für diesen exzellenten Beitrag und vor allem für ihren außergewöhnlichen Einsatz.



Berlin Science Week 2022 - Internationales Wissenschaftsfestival

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

Allgemein/General



Summer BBQ MBI 2022 • Sommerfest MBI 2022

If you do not like your photo, please contact me

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

Die Adlershofer Firmenstaffel



Unser gut gelauntes MBI Team in 2022:

Von li nach re: Peter Scholze, Julia Michel, Jens W. Tomm

Das war der 10. Staffellauf



MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 48 - November 2022

Termine - Save the date

Mittwoch, 14. Dezember 2022
(ab 14 Uhr im Max-Born-Saal)
Weihnachtsfeier/Christmas Party



Dienstag, 6. Dezember 2022
MBI Betriebsrat- und Institutsversammlung
MBI Works Assembly and Institute's Meeting

Mittwoch, 18. Januar 2023
MBI Tag / MBI Day

Donnerstag, 27. April 2023
Girls's Day



Samstag, 17. Juni 2023
Lange Nacht der Wissenschaften/Long Night of Science



N.N.
MBI Symposium

Donnerstag/Freitag 21. September/22. September 23
Wissenschaftlicher Beirat/Scientific Advisory Board

July 30 - August 4, 2023, Berlin, Germany
The 15th Femtochemistry Conference (FEMTO 15)
Conference Site: Henry Ford Building
Freie Universität Berlin
<https://femto15.mbi-berlin.de/conference>



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.