

MBI Interner Newsletter

Inhalte

13. Jahrgang - Ausgabe 45 - Februar 2022

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!

Leben nach Corona?

Vor etwas mehr als zwei Jahren kam meine Sekretärin Ende November in mein Büro und übergab mir meine Reiseunterlagen für die nächste Konferenz. „Herzlichen Glückwunsch“, sagte sie. „Das ist die 25. Geschäftsreise, die ich in diesem Jahr für Dich organisiert habe!“

Und dann kam COVID.... Ende Februar vor zwei Jahren war klar, dass sich das Virus auch bei uns ausbreiten und unser Leben irgendwie beeinflussen würde. Allerdings glaube ich nicht, dass damals irgendjemand vorhersehen und einschätzen konnte, wie einschneidend dieser Einfluss sein würde. COVID hat unseren Wortschatz bereichert. Bis dahin werden wohl die meisten von uns Begrifflichkeiten, wie zum Beispiel „Lockdown“, „Social Distancing“, „Zoom-Meeting“, „Hygieneregeln“ und „Herdenimmunität“ wenig oder überhaupt nicht benutzt haben. Ganz zu schweigen die zahlreichen und verwirrenden neuen Abkürzungen, wie FFP2, 2G, 3G und den vielen weiteren Varianten. Noch gewichtiger ist, dass die Pandemie - ein weiteres Wort, das wir wahrscheinlich vorher nicht oder wenig nutzten - einen enormen Einfluss auf unser berufliches und persönliches Leben nahm.

Beruflich hat die Pandemie die Art und Weise verändert, wie wir unsere Arbeit verrichten können: Viele von uns erledigen einen großen Teil ihrer Arbeitszeit zu Hause, nehmen online an Konferenzen teil und verbringen einen beträchtlichen Teil ihrer Arbeitszeit in Online-Sitzungen.

Insbesondere für unsere Mitarbeiter mit kleinen Kindern jedoch, die sich mit der Schließung von Schulen und Kindertagesstätten konfrontiert sahen, war es enorm herausfordernd, ein für eine qualitativ hochwertige Arbeit erforderliches ruhiges Arbeitsumfeld zu schaffen. Um das dynamische Infektionsgeschehen einzudämmen, wurde unser Alltag und Privatleben erheblich heruntergefahren. Zunächst überwiegend in Form von Einschränkungen in unserem sozialen Leben, dann zunehmend auch in Form von direkten Erfahrungen mit dem

Editorial

Dear Members of the MBI,

Life after Corona?

A little more than two years ago, my secretary came into my office in late November, handed me travel documents for a business trip the next day, and told me “congratulations, this is the 25th business trip that I have arranged for you this year!”.

And then came COVID.... Two years ago, in February, it became clear that the COVID virus was going to reach us and was going to affect our lives in some way. Having said that, I don't think any of us could have anticipated how extensive this influence was going to be. The virus has added words to our vocabulary that most of us never used before, such as “lockdown”, “social distancing”, “Zoom meeting”, “hygiene rules” and “herd immunity”, not to mention the numerous new abbreviations that have entered our lives, such as 2G, 3G (and their variants), FFP2, etc. More importantly, the pandemic (another word we probably didn't use before) has had a tremendous impact on both our professional and personal lives. Professionally, the pandemic changed the way that we could do our work, with many of us spending large fractions of our working time at home, attending conferences online, and quite generally, spending a substantial fraction of our working days in online meetings.

Especially for staff members with small children that faced closure of schools and daycare centers, it has been a challenge to create the quiet working conditions that are needed for high quality work. And the pandemic has significantly impacted our private lives, initially mostly in the form of restrictions in our social lives, but increasingly also in the form of direct experience with the virus, either personally or in our immediate family circle.

And the pandemic is not over yet. At the moment, we are on the tail end of a 4th wave in which the total number of cases has more than doubled, and where quite a significant number of MBI staff have fallen ill themselves. Still, some light is

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 45 - Februar 2022

Virus, entweder persönlich oder in unserem unmittelbaren Familienkreis. Und die Pandemie ist noch nicht vorbei. Im Moment befinden wir uns am Ende der 4. Welle, in der sich die Gesamtzahl der Fälle mehr als verdoppelt hat und in der eine beträchtliche Anzahl von MBI Mitarbeitern erkrankt ist. Dennoch scheint sich langsam etwas Licht am Ende des Tunnels zu zeigen. Einige Anzeichen lassen vermuten, dass wir in diesem Jahr in der Lage sein könnten zu einem gewissen Maß an Normalität zurückzukehren. Bisher hat uns die Pandemie vor allem viel „gekostet“. Und deshalb ist es nun an der Zeit zu sehen, ob wir einen „Return of Investment“ daraus erzielen können. Das sollte durchaus möglich sein, denn die Pandemie bedeutete neben allem anderen nicht zuletzt eine ganz persönliche Lernerfahrung. Waren die 25 Geschäftsreisen wirklich unbedingt nötig, um meine Arbeit vernünftig zu erledigen? Rückblickend betrachtet wahrscheinlich nicht, und ich vermute, dass ich mich solchen Zahlen auch nicht wieder nähern werde.

Im Direktorium sind wir sehr daran interessiert, die richtigen Lehren aus der Pandemie zu ziehen. Aus diesem Grund haben wir Alexander Grimm gebeten, eine Verfahrensweise auszuarbeiten, die uns Aufschluss darüber gibt inwieweit Ihre Erfahrungen dazu beitragen können. Wo lagen Ihrer Meinung nach die Kernprobleme oder umgekehrt, was lief gut, vielleicht sogar besser als zuvor? Welche neuen Erkenntnisse haben Sie durch die Pandemie gewonnen in Bezug auf was Sie benötigen, um optimal arbeiten zu können? Welche Veränderungen in Ihren Arbeitsmethoden erachten Sie als vorteilhaft, und möchten Sie deshalb weiterhin beibehalten? Einige Abteilungen haben bereits einen Feedback ihrer MitarbeiterInnen eingesammelt und zurückgemeldet. Wir werden die Eindrücke und Erfahrungen nun sortieren und sind im Anschluss sehr daran interessiert, diese Fragen mit Ihnen zu diskutieren und Schlussfolgerungen zu ziehen, die für das Institut und Sie persönlich von Vorteil sind.

Offensichtlich sehnen wir uns alle nach dem Ende der Pandemie und nach einer Rückkehr zu einem „normaleren“ Leben. Aber lassen Sie uns gemeinsam herausfinden, wie die „neue Normalität“ aussehen sollte, und auf diese Weise ein positives Vermächtnis der Pandemie schaffen.

Für das Direktorium:
Marc Vrakking

slowly beginning to appear at the end of the tunnel, and some indications are becoming visible that suggest that within this year we may be able to return to some level of normalcy.

So far, the pandemic has mostly “cost” us a lot. And therefore it is now time to see if we can get some “return of investment”. And that is possible, because, in addition to everything else, the pandemic also has been a great learning experience. Did I really need those 25 business trips to do my work in a credible way? In retrospect, probably not, and I don’t think I will ever approach these numbers again.

In the Direktorium, we are very interested in learning all the lessons from the pandemic that we possibly can. And that is why we have asked Alexander Grimm to organize a process, where we want everybody to think, discuss and provide feedback on what you individually have learned from the pandemic. What were the main problems that you encountered, or conversely, what went well, maybe even better than before? What novel insights did the pandemic give you on what you need in order to be able to work in an optimal way, and what are changes in your working methods that you consider beneficial and that should be maintained? Some departments have already collected and reported some feedback from their employees. We will now sort through the impressions and experiences and we are very interested in discussing these questions with you, and to draw conclusions from these discussions that are beneficial to the institute and you individually.

Clearly, we are all yearning for the end of the pandemic, and longing for a return to a more “normal” life. But let’s discuss together what the “new normal” should look like, and in this way create a legacy of the pandemic that is not just negative, but positive as well.

For the board of directors
Marc Vrakking

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 45 - Februar 2022

Personalinformationen

Neue Mitarbeiter und Gäste des Max-Born-Instituts (Stand: 10.02.2022 - alphabetische Reihenfolge)

Name	Status	Abteilung	Telefon	E-Mail	Beginn
Abduljaleel, Abdullah	Masterstudent	A2	1239	abduljal@mbi-berlin.de	01.01.2022
Hecht, Linus	Gastwissenschaftler	A1	-	hecht@mbi-berlin.de	01.01.2022
Jotshi, Mehul	Masterstudent	A2	-	jotshi@mbi-berlin.de	01.01.2022
Langbehn, Bruno	Gastwissenschaftler	A1	-	langbehn@mbi-berlin.de	01.01.2022
Molodtsova, Alexadra	Masterstudentin	B1	1374	molodtso@mbi-berlin.de	15.11.2021
Parschat, Amanda	Sachbearb. Einkauf/Fin.	Vw	1504	parschat@mbi-berlin.de	01.01.2022
Seja, Ron	Elektroniker	Bt	1528	seja@mbi-berlin.de	01.12.2021
Singh, Nisha	Gastwissenschaftlerin	T5	-	nsingh@mbi-berlin.de	04.02.2022

Ausgeschiedene Mitarbeiter (Stand: 10.02.2022 - alphabetische Reihenfolge)

Boyko, Andrey	Gastwissenschaftler, A3
Ghafur, Omair	wissenschaftlicher Mitarbeiter, A1
Huynh, Dan-Nha	Gastwissenschaftlerin, T3
Kiel, Thomas	Gastwissenschaftler, T3
Liebich, Wilfried	Gastwissenschaftler, B3
Restaino, Lorenzo	Gastwissenschaftler, A1
Röder, Anja	Gastwissenschaftlerin, A2
Schwöppe, Sebastian	Mitarbeiter Verwaltung
Tanyag, Rico	Gastwissenschaftler, A1

Habilitationen/Abgeschlossene Dissertationen/Master- & Diplomarbeiten

F. Chahrour

Numerical analysis of thermalization effects in multimode nonlinear optical systems

Master Humboldt-Universität zu Berlin (2021)

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 45 - Februar 2022

Dr. Nicole Münnich

ist seit Dezember 2021
Geschäftsführerin des
Forschungsverbundes
Berlin e.V.



Dr. Nicole Münnich

has been engaged as
Managing Director of the
Forschungsverbund Berlin
e.V. since December 2021

Bis dahin leitete sie sechs Jahre lang das Referat „Hochschulen, wissenschaftliche Zentren, Digitalisierung und Künstliche Intelligenz“ und war Stellvertretende Leiterin der Abteilung Wissenschaft und Forschung im Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg. Zuvor arbeitete sie über fünf Jahre in verschiedenen Positionen an der Humboldt-Universität zu Berlin. Sie war u.a. Leiterin des Präsidialbereichs, Referentin der Vizepräsidentin für Haushalt, Personal und Technik sowie Leiterin der Stabsstelle Exzellenzinitiative. Im Rahmen ihrer Promotion im Fach Geschichte an der Universität Leipzig war sie Fellow am Transatlantischen Graduiertenkolleg Berlin-New York, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wurde.

Until then, she headed the “Universities, Scientific Centers, Digitalization, and Artificial Intelligence” unit and was Deputy Head of the Science and Research Department at the Ministry of Science, Research and Culture of the Federal State of Brandenburg for six years. Prior to that, she worked more than five years in various positions at Humboldt-Universität zu Berlin. Her roles included Chief of Staff of the President’s Office, Advisor to the Vice President for Finance, Human Resources and Operations, and Head of the Excellence Initiative staff unit. As part of her doctorate in history at Leipzig University, she was a fellow at the Transatlantic Research Training Group Berlin / New York, which was funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft.

* * *

Preis



Prize

Martin Moerbeck-Bock - Outstanding Reviewers OPTICA Publishing Group 2021

The „Outstanding Reviewer“ recognition is given annually to the top reviewers for their outstanding peer review efforts over the past year chosen by the Editors-in-Chief of all journals of the Optica Publishing Group. They are pleased to announce that Martin Moerbeck-Bock is one of the 2021 recipients of this recognition.

Die Auszeichnung als herausragender Gutachter wird jährlich von den Herausgebern der Optica Publishing Group Zeitschriften verliehen, um die besten Gutachter für ihre herausragenden Bemühungen als Peer-Reviewer im letzten Jahr zu würdigen. Martin Moerbeck-Bock ist einer der Preisträger des Jahres 2021.

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 45 - Februar 2022

Betriebsrat

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

Im Frühjahr 2022 läuft nach vier Jahren die reguläre Amtszeit des Betriebsrats ab. Deutschlandweit stehen deshalb im Zeitraum vom 1. März bis zum 31. Mai 2022 die Betriebsratswahlen an. In zehntausenden Betrieben und Einrichtungen werden die Beschäftigten ihre Vertreterinnen und Vertreter für den Betriebsrat wählen.

Um die ordnungsgemäße Durchführung der Wahl im Max-Born-Institut zu sichern, hat der Betriebsrat des MBI in seiner Sitzung am 15. Dezember 2021 einen Wahlvorstand bestellt. Dem Wahlvorstand gehören Dr. Daniel Schick (B1), Janett Feickert (C1) und Johann Frank (Werkstatt) an. Als Ersatzmitglieder wurden Katrin Herrmann (A2), Jan Brederock (IT) und Ulrike Hanke (Vw) benannt. Daniel Schick wird den Vorsitz des Wahlvorstandes übernehmen.

Die weiteren Schritte zur Vorbereitung und Durchführung der Wahl sowie die Feststellung des Wahlergebnisses und die Leitung der konstituierenden Sitzung des neu gewählten Betriebsrates liegen nun in der Verantwortung des Wahlvorstandes. Wir danken allen Kolleginnen und Kollegen herzlich dafür, dass sie diese – für die Belegschaft des Instituts wichtige - Aufgabe übernehmen und wünschen dazu viel Erfolg. Ganz besonders wünschen wir, dass der Wahlvorstand die Unterstützung erfährt, auf die er zur Erfüllung der anspruchsvollen Aufgabe angewiesen ist.

Da wir gerade beim Thema Betriebsratswahlen sind: Ohne eine ausreichende Zahl von Kandidatinnen und Kandidaten ist eine demokratische Wahl schlichtweg nicht vorstellbar. Davon abgesehen, hat es sich in der zurückliegenden Amtsperiode als nutzbringend erwiesen, dass alle im Institut vorkommenden Berufsgruppen im Betriebsrat vertreten waren. So konnten die durchaus unterschiedlichen Interessen der verschiedenen Berufsgruppen optimal vertreten und Kompromisse gefunden werden. Es ist zu wünschen, dass dieses auch in der kommenden Amtsperiode der Fall ist.

Haben Sie vielleicht schon das eine oder andere Mal darüber nachgedacht, sich ehrenamtlich im Betriebsrat zu engagieren? Könnten Sie sich vorstellen, bei der Wahl zu kandidieren? Dann haben Sie bitte keine Scheu, Kontakt mit uns aufzunehmen. Wir stehen gerne für Ihre Fragen und Anliegen zur Verfügung.

Viele Grüße im Namen des Betriebsrates
Peter Scholze

Works Council

Dear colleagues,

In spring 2022, the *four-year term of the regular term of office of the works council* expires. For this reason, the works council elections are due in Germany from March 1 to May 31, 2022. In tens of thousands of companies and institutions, employees will elect their representatives for the works council.

In order to ensure that the election in the Max Born Institute is carried out properly, the current works council of MBI appointed an election committee at its meeting on December 15, 2021. The election committee includes Dr. Daniel Schick (B1), Janett Feickert (C1) and Johann Frank (workshop). Katrin Herrmann (A2), Jan Brederock (IT) and Ulrike Hanke (Vw) were named as substitute members. Daniel Schick will take over the chairmanship of the election committee.

The further steps for the preparation and implementation of the election, the determination of the election results as well as the chairing of the constituent meeting of the newly elected works council are now the responsibility of the election committee. We would like to thank all of our colleagues for their commitment and taking on this important task. We wish them every success and hope that the election committee receives all the support it depends on to carry out the demanding task.

Anyway, as we talk about this matter: A democratic election does not appear feasible without a sufficient number of candidates. We like to point out that in the past term of office it has proven to be utmost beneficial that a significant proportion of the entire staff groups of the institute were represented on the works council. In this way the very different interests of the various professional groups could be optimally represented and some constructive compromises were found. It would be best for sure if that could also be the case for this forthcoming time.

Have you perhaps already thought about volunteering on the works council at one point or another? Could you imagine to stand in the next election? If so, please do not hesitate to contact us. We are happy to answer your questions and concerns.

Kind regards on behalf of the Works Council
Peter Scholze

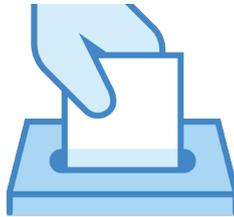
MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 45 - Februar 2022

Wahl der Gleichstellungsbeauftragten und deren Vertreterin am 22.06.2022

Die Amtszeit von uns, Margret Rink und Azize Koc, geht am 30.6.2022 zu Ende.

Wir stellen uns nicht mehr als Kandidatinnen auf. Daher benötigen wir neue Kolleginnen, die für das Amt der Gleichstellungsbeauftragten oder Vertreterin kandidieren wollen.



Claudia Brigel hat bereits ihre Bereitschaft erklärt, die Wahlkommission zu leiten und damit die Wahl vorzubereiten.

Für die Übergabe der Aufgaben an die zukünftige Gleichstellungsbeauftragte und ihre Vertreterin wäre es gut, wenn sich die Kolleginnen möglichst früh zu einer Kandidatur bereit erklären würden. Je eher, umso besser. Daher die Bitte an alle Kolleginnen:

Meldet Euch, wenn Ihr Fragen habt. Stellt Euch als Kandidatinnen auf.

Die Aufgaben der Gleichstellungsbeauftragten und deren Vertreterin am MBI sind weiterhin sehr wichtig.

Election of the Equal Opportunities Officer and her Deputy on 06/22/2022

The term of office of both of us, Margret Rink and Azize Koc, will end on June 30, 2022.

We will no longer stand as candidates. Therefore, we need new colleagues who want to run for the office of Equal Opportunities Officer or her Deputy.

Claudia Brigel has already declared to chair the election commission and to take care of the procedure.

In order to hand over the tasks to the future Equal Opportunities Officer and her Deputy, it would be best if the female colleagues declare their willingness to run for the office as early as possible. In other terms „the sooner the better“. Hence, the request to all colleagues:

Get in touch if you have any questions and please position yourself as a candidate.

The tasks of the Equal Opportunities Officer and their representative at the MBI are still very important.

Vereinbarkeit Beruf und Familie



Comptability of work and family life

Umfrage zur Zertifizierung bis zum 30.04.2022

In 2021 fanden diverse Workshops statt, die letztendlich zur Bestätigung und erneuten Zertifizierung durch das Audit „berufundfamilie“ führten. Dabei wurde auch eine neue Zielvereinbarung abgeschlossen und dazugehörige Aufgabenfelder definiert.

Eine Maßnahme besteht in der erneuten Befragung aller MBI Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zur Vereinbarkeit von Beruf und Familie. Die Ergebnisse können dann mit der Befragung von 2018 verglichen und mögliche Entwicklungen können beobachtet werden.

Diese Umfrage wird digital und wieder anonymisiert erfolgen und in Deutsch und Englisch bereitgestellt. Über eine rege Teilnahme würden wir uns (M. Rink, A. Grimm) sehr freuen.

In diesem Zusammenhang möchte ich auch nochmal darauf hinweisen, dass die Intranetseiten zur Gleichstellung/Chancengleichheit/Audit komplett aktualisiert wurden und dort viele aktuelle Informationen zu finden sind:

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

Kontakt: M. Rink, Tel. 1551, A. Koc, Tel 1472, A. Grimm, Tel. 1500

Survey for certification until 04/30/2022

Various workshops took place in 2021, which ultimately led to confirmation and re-certification by the „berufundfamilie“ audit. A new target agreement was also concluded and the associated areas of responsibility defined.

One measure is the renewed survey of all MBI employees on the compatibility of work and family. The results can then be compared with the 2018 survey and any further developments can be observed.

This survey will again be digital and anonymous and provided in a German and English version.

We (Margret Rink, Alexander Grimm) would be very happy about a lively participation.

In this context, I would also like to point out again that the intranet pages on equality/equal opportunities/audit have been completely updated and a lot of new information can be found there:

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

Contact: M. Rink, Tel. 1551, A. Koc, Tel 1472, A. Grimm, Tel. 1500

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 45 - Februar 2022

Projekteinwerbungen

Bereich A

Projektbezeichnung: K380/2021
Raman-induced Attosecond Electronic Coherences
Laufzeit: 01.06.2022 - 31.05.2025
Projektleiter: A. Rouzée
Geldgeber: SAW

Projektbezeichnung: DFG SFP 1477 S02
Starkfeld-Lichtwellenelektronik in Festkörpern
Laufzeit: 01.01.2022 - 31.12.2026
Projektleiter: M. Ivanov
Geldgeber: DFG

Projektbezeichnung: DFG SFP 1477 S03
Nanoplasmadynamik und -bearbeitung von festen Dielektrika
auf der Subzyklenzeitskala
Laufzeit: 01.01.2022 - 31.12.2026
Projektleiter: A. Rouzée
Geldgeber: DFG

Bereich B

Projektbezeichnung: DFG SFB TRR 227/2 TPA02
Ultraschnelle Spindynamik in heterogenen magnetischen
Systemen
Laufzeit: 01.01.2022 - 31.12.2025
Projektleiter: C. Korff-Schmising / S. Eisebitt
Geldgeber: DFG

Bereich T

Projektbezeichnung: P118/2021
Ultrafast charge, spin, and nuclear dynamics in complex
magnetic materials
Laufzeit: 01.01.2022 - 31.12.2029
Projektleiter: S. Sharma
Geldgeber: SAW

Projektbezeichnung: DFG TRR 227/2 TPA04
Ultraschnelle Spindynamik verbunden mit Kerndynamik in 2D
und 3D
Laufzeit: 01.01.2022 - 31.12.2025
Projektleiter: S. Sharma
Geldgeber: DFG

Forschungsergebnisse

Erzeugung einzelner Lichtschwingungen im Terahertz-Bereich durch Elektronenverschiebung in Quantenstrukturen

Zeitabhängige elektrische Ströme senden elektromagnetische Wellen aus – dieser elementare physikalische Vorgang ist die Grundlage der drahtlosen Telekommunikation. Die Übertragung dieses Effekts auf die ultrakurzen Längen- und Zeitskalen der Quantenwelt ermöglicht die Erzeugung intensiver Terahertz (THz)-Impulse in asymmetrischen Halbleiter-Quantenstrukturen. Die Impulse besitzen eine Dauer von ca. 1 ps mit einer einzigen Schwingung des elektrischen Feldes. Ihre zeitliche Form kann über den nichtlinearen Erzeugungsmechanismus maßgeschneidert werden.

THz-Wellen sind ein wichtiges analytisches Werkzeug in Forschung und Technologie, ihre Anwendungen reichen von der Material- und Gewebecharakterisierung bis zur Sicherheitskontrolle am Flughafen. Ultrakurze THz-Impulse von wenigen Pikosekunden Dauer werden mit hohen Amplituden des elektrischen Feldes in der zeitaufgelösten Spektroskopie kondensierter Materie eingesetzt. Darüber hinaus spielen sie eine Schlüsselrolle in Telekommunikationssystemen für extrem hohe Datenübertragungsraten. Die Ausnutzung des Potentials von THz-Methoden und -Technologien erfordert die Entwicklung effizienter und kompakter THz-Quellen.

Wissenschaftler des MBI und des PDI haben jetzt ein neues Konzept zur Erzeugung ultrakurzer THz-Wellenzüge demonstriert, das auf der optischen Steuerung von Elektronenbewegungen in einem hochkompakten Quantenbauelement beruht [Optica 8, 1638 (2021)]. Ein optischer Anregungsimpuls im mittleren Infrarot erzeugt einen zeitabhängigen elektrischen Strom in einer Halbleiter-Nanostruktur, die 20 asymmetrische Quantentröge enthält. Dieser Strom emittiert THz-Impulse, die aus einer einzelnen Lichtschwingung bestehen und eine Maximalamplitude des elektrischen Feldes von einigen Kilovolt/cm aufweisen. Die zeitliche Struktur der Impulse kann über die Anregungsbedingungen des Quantenbauelements maßgeschneidert werden.

Der grundlegende Mechanismus der THz-Erzeugung ist in Abb. 1 dargestellt. Elektronen sind in einem quasi-zweidimensionalen Quantentrog eingeschlossen, der entlang der Stapelachse der Al_xGa_{1-x}As-Halbleiterschichten (c-Achse) asymmetrisch ist. Auf Grund der geringen Breite des Quantentrogs entstehen die Quantenzustände 1 und 2 der Elektronen, die jeweils der Minimalenergie von Elektronen in den entsprechenden sog. Subbändern entsprechen. Die asymmetrische Form des Potentials entlang der c-Achse führt zu räumlich gegeneinander verschobenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Elektronen in den beiden Subbändern. Eine Anregung von Elektronen aus Subband 1 in Subband 2 mittels eines ultrakurzen Lichtimpulses im mittleren Infrarot verschiebt den Schwer-

Research Highlights

Ultrafast and coupled – atomic vibrations in the quantum material boron nitride

A time-dependent electric current emits an electromagnetic wave, a basic physical effect exploited in telecom antennas. Transferring this mechanism to the ultrashort length and time scales of the quantum world allows for generating intense picosecond terahertz (THz) pulses in asymmetric semiconductor quantum structures. The THz pulses display a single oscillation of the electric field and can be tailored via the nonlinear generation process.

THz waves are an important analytical tool in science and technology, with applications ranging from materials and tissue characterization to security checks at airports. Ultrashort THz pulses with a duration of a few picoseconds ($1 \text{ ps} = 10^{-12} \text{ s}$) and high electric-field amplitudes are used in time-resolved spectroscopy of condensed matter. Moreover, they play a key role in telecommunication at ultrahigh data transmission rates. The strong potential of THz methods and technology calls for the development of efficient and compact THz sources.

Scientists from the MBI and the PDI have now demonstrated a novel concept for generating ultrashort THz waveforms by tailoring electronic currents in a compact optically driven quantum device [Optica 8, 1638 (2021)]. A mid-infrared driving pulse generates a time-dependent electric current in a highly compact semiconductor structure consisting of 20 asymmetric nanometer-thick quantum wells. This current emits THz pulses, which consist of a single THz oscillation cycle with a peak electric field amplitude of up to several kilovolts/cm. The time structure of the THz pulses can be tailored via the excitation conditions of the quantum device.

The basic mechanism of THz generation is illustrated in Figure 1. Electrons are spatially confined in a quasi-two-dimensional potential well, which is asymmetric along the stacking axis (c axis) of the Al_xGa_{1-x}As semiconductor layers. Due to the narrow width of the potential well, electron quantum states 1 and 2 with different (minimum) energies arise, the so-called subbands. The asymmetric shape of the potential along the c axis results in spatially shifted probability distributions of electrons in the two subbands. Upon electron excitation from subband 1 to subband 2 by a mid-infrared pulse, the overall electron density experiences a time-dependent spatial shift of several nanometers within the asymmetric well. This transient spatial charge shift is equivalent to a time-dependent current. According to the basic laws of electrodynamics, this so-called shift current emits an electric field. For a femtosecond duration of the driving pulse, the frequency of the emitted field is in the THz range.

Figure 2 displays the emitted THz electric field as a function of time, as measured for different strengths of the mid-infrared

punkt der gesamten Dichteverteilung der Elektronen um einige Nanometer, was einem zeitabhängigen elektrischen Strom entspricht. Nach den Gesetzen der Elektrodynamik emittiert dieser sog. Verschiebestrom ein elektrisches Feld. Bei Verwendung eines Femtosekunden-Impulses zur Anregung liegt die Frequenz des emittierten Feldes im THz-Bereich.

Abbildung 2 zeigt den Zeitverlauf des emittierten THz-Feldes für verschiedene Anregungsstärken im mittleren Infrarot. Alle THz-Impulse bestehen aus einem einzigen Oszillationszyklus. Der genaue zeitliche Verlauf ändert sich jedoch mit der Anregungsstärke auf Grund des nichtlinearen Charakters des Erzeugungsprozesses. Dieses Verhalten kann ausgenutzt werden, um die THz-Wellenzüge in einem breiten Parameterbereich maßzuschneidern. Die Gesamteffizienz der THz-Erzeugung liegt im Bereich einiger Prozent des Anregungsfeldes, wodurch diese Methode besonders interessant wird für die effiziente Erzeugung variabler THz-Impulse in hochkompakten optoelektronischen Lichtquellen, die etwa bei Repetitionsraten im Gigahertzbereich arbeiten.

Kontakt: M. Runge, Tel. 1471, T. Kang, Tel. 1576, K. Reimann, Tel. 1476, M. Wörner, Tel. 1470, T. Elsaesser, Tel. 1400

driving pulse. All THz pulses are monocycles, i.e., the THz field oscillates only once during the pulse. The shape of the THz waveforms changes with the strength of the driving pulses, due to the nonlinear character of the generation process. This fact can be exploited to tailor the THz waveforms in a wide parameter range. The overall THz generation efficiency of up to several percent of the driving mid-infrared field makes this scheme particularly interesting for generating versatile THz pulses in highly compact optoelectronic sources working at, e.g., gigahertz repetition rates.

Original publication:

Mono-cycle terahertz pulses from intersubband shift currents in asymmetric semiconductor quantum wells

Matthias Runge, Taehee Kang, Klaus Biermann, Klaus Reimann, Michael Woerner, Thomas Elsaesser

Optica 8, 1638-1641 (2021) <https://doi.org/10.1364/OPTICA.438096>

<https://www.osapublishing.org/optica/fulltext.cfm?uri=optica-8-12-1638&id=466178>

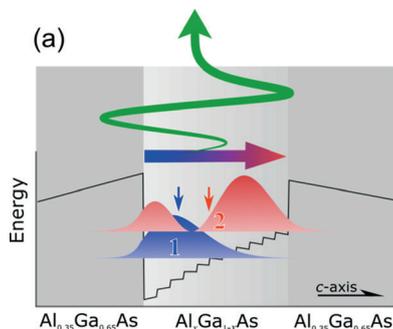


Abb. 1.

Ultraschnelle Erzeugung von Verschiebestromen in asymmetrischen Halbleiter-Quantentrögen und optische Geometrie. (a) Elektronen sind in 13 nm breiten Quantentrögen aus $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ eingeschlossen. Durch Variation des Al-Gehalts erhält man ein asymmetrisches ("dreieckiges") Potential zwischen zwei Barrieren. Der Quanteneinschluss führt zur Ausbildung diskreter Elektronen-Energiezustände 1 und 2 entlang der c-Achse. Die farbigen Konturen zeigen die räumlich gegeneinander verschobenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Elektronen im Zustand 1 (blau) und im Zustand 2 (rot). Der blaue und der rote Pfeil markieren den Schwerpunkt der jeweiligen Verteilung. Elektronen werden durch einen ultrakurzen Infrarotimpuls aus Zustand 1 in Zustand 2 transferiert, was zu einer zeitabhängigen Verschiebung des Ladungsschwerpunktes führt. Dies entspricht einem zeitabhängigen Verschiebestrom, der einen THz-Monozyklus emittiert. (b) Optische Geometrie der THz-Quelle. Ein Stapel von 20 Quantentrögen befindet sich an der Unterseite der Prismenstruktur. Sie werden durch einen Femtosekundenimpuls im mittleren Infrarot angeregt (roter Wellenzug, links). Die in Vorwärtsrichtung emittierten THz-Impulse (grüner Wellenzug, rechts) werden im Experiment charakterisiert. Die Höhe des Prismas beträgt 350 μm .

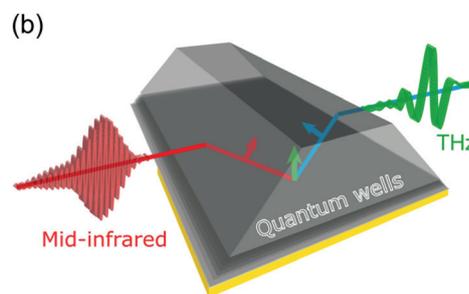


Fig. 1.

Ultrafast shift current generation in asymmetric semiconductor quantum wells and optical geometry. (a) Electrons are confined within a 13-nm wide quantum well made from $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$. By varying the aluminum content one obtains an asymmetric ('triangular') potential, sandwiched between potential barriers. Quantum confinement leads to the formation of discrete energy levels 1 and 2 of electrons along the c axis. The contours are the spatially shifted probability distributions of electrons in the ground state (blue) and in the first excited state (red). The blue and red arrows mark the centers of gravity of the respective distribution. Electrons are promoted from state 1 to state 2 by an ultrashort mid-infrared pulse, resulting in a time-dependent spatial shift of electron position, which represents a time-dependent electric current. This so-called shift current emits a mono-cycle THz pulse. (b) Optical geometry of the THz source. 20 quantum wells are stacked at the bottom of a prism structure. They are excited by a femtosecond mid-infrared pulse (red transient, left). The THz pulses emitted in forward direction (green transient, right) are analyzed in the experiment. The height of the prism structure is approximately 350 μm .

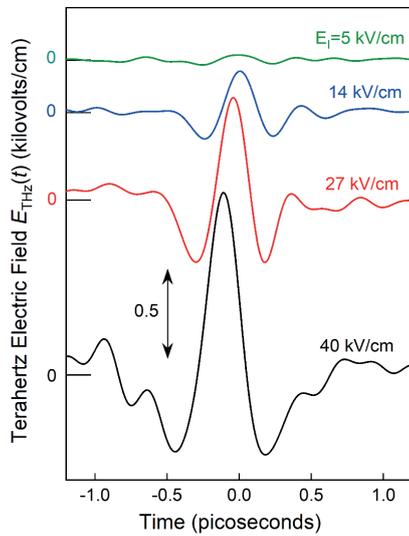


Abb. 2. Terahertz-Wellenzüge, die mit Verschiebestromen in asymmetrischen Quantentrögen erzeugt wurden. Gezeigt ist der Zeitverlauf der elektrischen THz-Feldes E_{THz} , der eine zentrale Oszillation aufweist. Diese Zeitstruktur verändert sich mit der Amplitude des treibenden elektrischen Feldes E_1 und führt u.a. zur zeitlichen Verschiebung des maximalen THz-Feldes mit E_1 .

Fig 2. Terahertz waveforms emitted by shift currents in asymmetric quantum wells. The THz electric field E_{THz} is plotted as a function of time. It displays a single main oscillation. The time structure of the THz transients changes with the electric-field amplitude E_1 of the driving pulses, as is evident from the time shift of the maximum THz field with E_1 .

Forschungsergebnisse

Vorhang auf für quantenmechanische Verschränkung im Attosekundenlaserlabor

Die Quantenmechanik ist berühmt dafür, dass ihre Vorhersagen das intuitive menschliche Denken heraus- und manchmal überfordern, das sich durch die Art und Weise entwickelt hat, wie wir die alltägliche Welt um uns herum erleben. Unter anderem können Quantenobjekte sowohl teilchen- als auch wellenförmigen Charakter aufweisen, können interferieren und in Form von Quantenüberlagerungen auftreten. Die wohl größte Herausforderung stellt die Tatsache dar, dass die Quantenmechanik nicht unserer intuitiven Vorstellung von lokalem Realismus entspricht, d. h. der Vorstellung, dass die Ergebnisse von Messungen an Objekten Eigenschaften widerspiegeln, die diesen Objekten innewohnen. Die quantenmechanische Verschränkung stellt einen Zusammenbruch des lokalen Realismus dar und führt die Nichtlokalität ein, was bedeutet, dass die Ergebnisse von Messungen an einem Objekt A („Alice“) durch Messungen an einem Objekt B („Bob“) beeinflusst werden können, ohne dass es eine Wechselwirkung zwischen den Objekten A und B gibt.

Verschränkung tritt immer dann auf, wenn ein Quantensystem in zwei Teilsysteme aufgeteilt wird. Häufige Situationen sind die spontane parametrische Abwärtskonversion, bei der ein eintreffendes Pumpphoton in ein Paar von Signal- und Idler-Photonen aufgespalten wird, und die Photoionisation, bei der ein neutrales Atom oder Molekül durch Lichtabsorption in ein Ion und ein Photoelektron aufgespalten wird. Anschließend kann die Wellenfunktion des Gesamtsystems als Summe einer oder mehrerer Produktwellenfunktionen geschrieben werden, die die einzelnen Teile beschreiben. Wenn die Wellenfunktion nur als ein einziges Produkt geschrieben werden kann, dann haben Messungen, die an Teil A („Alice“) durchgeführt werden, keinen Einfluss auf Messungen, die an Teil B („Bob“) durchgeführt werden. Wenn die Wellenfunktion des zusammengesetzten Systems jedoch nur als Summe solcher Produkte geschrieben werden kann, dann ist das System verschränkt, und es ergibt sich das bemerkenswerte Ergebnis, dass Messungen an „Bob“ (mit unterschiedlichen möglichen Ergebnissen entsprechend der quantenmechanischen Wahrscheinlichkeit jedes dieser Ergebnisse) das Ergebnis nachfolgender Messungen an „Alice“ bestimmen, selbst wenn „Alice“ und „Bob“ nicht interagieren.

Aufgrund der obigen Ausführungen ist zu erwarten, dass die Quantenverschränkung in der Attosekundenforschung ($1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$), dem zu Beginn dieses Jahrhunderts entstandenen neuen Zweig der Laserphysik, in dem die zeitabhängige Dynamik von Elektronen auf ihrer natürlichen Zeitskala von unter einer Femtosekunde ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) untersucht wird,

Research Highlights

Center stage for quantum mechanical entanglement in an attosecond laser laboratory

Quantum mechanics is famous for the way that its predictions challenge intuitive human thinking developed through the way that we experience the everyday world around us. Among other things, quantum objects can display both particle- and wave-like character, can interfere and can occur in the form of quantum superpositions. Arguably the biggest challenge of all is brought about by the fact that quantum mechanics does not adhere to our intuitive notion of local realism, that is, the notion that the results of measurements on objects reflect properties that are inherent to these objects. Quantum-mechanical entanglement represents a breakdown of local realism, and introduces the existence of non-locality, implying that the outcomes of measurements on an object A (“Alice“) can be influenced by measurements on an object B (“Bob“), without there being any interaction between objects A and B.

Entanglement naturally arises when a quantum system is split into two sub-systems. Common situations are spontaneous parametric down-conversion, where an incoming pump photon is split into a pair of signal and idler photons, and photoionization, where light absorption splits a neutral atom or molecule into an ion and a photoelectron. Afterwards, the wave function of the total system can be written as a sum of one or more product wave functions describing the individual parts. If the wavefunction can be written as just a single product, then measurements that are performed on part A (“Alice“) do not affect measurements that are performed on part B (“Bob“). However, if the wavefunction of the composite system can only be written as a sum of such products, then the system is entangled and the remarkable result emerges that measurements on “Bob“ (with different outcomes possible according to the quantum-mechanical probability of each of these outcomes) will determine the outcome of subsequent measurements on “Alice“, even if “Alice“ and “Bob“ do not interact.

Based on the above, we may expect quantum entanglement to be a common feature within attosecond science ($1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ s}$), the new branch of laser physics that emerged in the early part of this century, where the time-dependent dynamics of electrons is studied on its natural, sub-femtosecond ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) timescale. The generation of attosecond laser pulses via high-harmonic generation necessarily produces laser pulses with photon energies that exceed the binding energy of every conceivable atom, molecule or material, and therefore, photoionization is a common aspect of attosecond experiments. Still, up to now the possible role of entanglement in attosecond experiments did not receive any significant attention.

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 45 - Februar 2022

ein häufiges Merkmal sein wird. Die Erzeugung von Attosekunden-Laserpulsen mittels Erzeugung hoher Harmonischer führt notwendigerweise zu Laserpulsen mit Photonenenergien, die grösser als die Bindungsenergie jedes denkbaren Atoms, Moleküls oder Materials sind. Daher ist die Photoionisation ein häufiger Aspekt von Attosekunden-Experimenten. Dennoch wurde der möglichen Rolle der Verschränkung in Attosekunden-Experimenten bisher keine große Aufmerksamkeit geschenkt.

Attosekunden-Experimente werden üblicherweise in Form eines Pump-Probe-Experiments durchgeführt, bei dem ein erster Laser (die „Pumpe“) die Dynamik des zu untersuchenden Systems initiiert und ein zweiter Laser (die „Probe“) nach einer variablen Verzögerung das sich entwickelnde System abfragt und eine Messgröße erzeugt, die als Funktion der Pump-Probe-Verzögerung aufgezeichnet werden kann. Auf diese Weise liefern Pump-Probe-Experimente einen Film der sich entwickelnden Dynamik, der wiederholt und langsam (wenn nötig Bild für Bild) betrachtet werden kann, bis die zugrunde liegenden Prozesse verstanden sind. Quantenmechanisch gesehen beruhen Pump-Probe-Experimente auf Kohärenz, d.h. auf der Existenz wohldefinierter Phasenbeziehungen zwischen verschiedenen Teilen des Systems, die sich nach der Wechselwirkung mit dem Pump-Laserpuls bilden. Wie wir in jüngsten theoretischen [1] und experimentellen [2] Arbeiten gezeigt haben, ist der Grad der Kohärenz in Quantensystemen, die Verschränkung aufweisen, deutlich reduziert.

In den Experimenten und in den Berechnungen wurden neutrale Wasserstoffmoleküle (H_2) mit einem Attosekundenpuls ionisiert, wobei ein H_2^+ -Ion im niedrigsten verfügbaren, gebundenen elektronischen Zustand entstand. In diesem Zustand bildete sich ein Vibrationswellenpaket, d.h. eine kohärente Überlagerung von Schwingungszuständen, die die Vibration des Moleküls zwischen einem inneren und einem äußeren Umkehrpunkt beschreibt. Die Vibration wurde mit einem Probelaser im nahen infrarot Spektralbereich nachgewiesen, der das Molekül dissoziierte, wobei ein leicht nachweisbares H^+ -Ion und ein neutrales H-Atom entstanden. Da die Wahrscheinlichkeit dieses Dissoziationsprozesses stark vom Kernabstand zwischen den beiden Protonen abhängt, konnte mit dem Experiment die Vibration des Moleküls beobachtet werden, indem der Anteil der Moleküle in der Nähe des äußeren Umkehrpunkts der Vibration als Funktion der Pump-Probe-Verzögerung gemessen wurde. In Übereinstimmung mit früheren experimentellen Ergebnissen konnten die H_2^+ -Vibrationen leicht gemessen werden, was die Kohärenz zwischen den verschiedenen H_2^+ Vibrationszuständen aufzeigt.

Diese Situation änderte sich radikal, als der Attosekunden-Ionisationspuls durch ein phasengekoppeltes Paar von Attosekunden-Ionisationspulsen mit einer kontrollierten relativen Verzögerung zwischen den beiden Pulsen ersetzt wurde. Bei einigen

Attosecond experiments are commonly performed in the form of a pump-probe experiment, where a first laser (the “pump”) initiates dynamics of interest in the system under investigation and, after a variable delay, a second laser (the “probe”) interrogates the evolving system, producing an observable that can be measured as a function of pump-probe delay. In this manner, pump-probe experiments provide a movie of the evolving dynamics, which can be viewed repeatedly and slowly (frame by frame, if necessary) until the underlying processes are understood. In quantum-mechanical terms, pump-probe experiments rely on coherence, i.e. the existence of well-defined phase relationships between different parts of the system that is formed after interaction with the pump laser pulse. As we have shown in recent theoretical[1] and experimental[2] work, the degree of coherence is significantly reduced in quantum systems that display entanglement.

In the experiments and in the calculations, neutral hydrogen molecules (H_2) were ionized using an attosecond pulse, producing an H_2^+ ion in the lowest-available, bound electronic state. In this state, a vibrational wavepacket was formed, i.e. a coherent superposition of vibrational states, describing the vibration of the molecule between an inner and an outer turning point. The vibration was detected using a near-infrared probe laser, which dissociated the molecule, producing an easily detectable H^+ ion and a neutral H-atom. Given that the probability of this dissociation process strongly depends on the internuclear distance between the two protons, the experiment could observe the vibration of the molecule by monitoring the fraction of molecules near the outer turning point of the vibration as function of pump-probe delay. In line with previous experimental results, the H_2^+ vibrations could readily be measured, demonstrating coherence between the different H_2^+ vibrational states.

This situation radically changed when the attosecond ionization pulse was replaced by a phaselocked pair of attosecond ionization pulses, with a controlled relative delay. For some values of the delay, the H_2^+ vibrations could be observed as before, whereas for other values the vibrations became all but unobservable. An analysis of the time-delays for which the vibrational coherence was (un)observable, revealed that the degree of vibrational coherence in the H_2^+ cation occurred in competition with the degree of entanglement between the H_2^+ ion and the photoelectron produced in the ionization process. In other words, the experiment provided direct evidence that in attosecond pump-probe experiments involving ionization, entanglement between the ion and the photoelectron that are produced by ionization by the pump laser pulse, constrains the coherence that can be observed when the probe laser interacts with the ion or photoelectron. As such, the experiment provides an important warning to the attosecond community, demonstrating that the outcome of pump-probe experiments is governed by the properties of the wave function of the

Werten der Verzögerung konnten die H_2^+ -Vibrationen wie zuvor beobachtet werden, während sie bei anderen Werten fast nicht mehr zu beobachten waren. Eine Analyse der Zeitverzögerungen, für die die Vibrationskohärenz (nicht) beobachtbar war, ergab, dass der Grad der Vibrationskohärenz im H_2^+ -Kation mit dem Grad der Verschränkung zwischen dem H_2^+ -Ion und dem im Ionisierungsprozess erzeugten Photoelektron konkurriert. Mit anderen Worten: Das Experiment lieferte den direkten Beweis dafür, dass in Attosekunden-Pump-Probe-Experimenten mit Ionisierung die Verschränkung zwischen dem Ion und dem Photoelektron, die durch die Ionisierung mit dem Pump Laserpuls erzeugt wird, die Kohärenz limitiert, die beobachtet werden kann, wenn der Probe-Laserpuls mit dem Ion oder Photoelektron wechselwirkt. Das Experiment stellt somit eine wichtige Warnung für die Attosekunden-Gemeinschaft dar, da es zeigt, dass das Ergebnis von Pump-Probe-Experimenten von den Eigenschaften der Wellenfunktion des gesamten Quantensystems bestimmt wird, selbst wenn das Experiment nur auf die Beobachtung der Dynamik innerhalb eines der Teilsysteme abzielt. Das Experiment zeigt auch eine interessante Möglichkeit auf für Studien zur Beobachtung der Ladungsmigration auf der Attosekunden bis wenige Femtosekunden-Zeitskala, bei denen die spezifischen elektronischen Kohärenzen, die dem Ladungsmigrationsprozess zugrunde liegen, aufgedeckt werden können. Schließlich zeigen diese Experimente eine mögliche Verbindung zwischen ultraschneller Laserspektroskopie und dem Arbeitsgebiet der Quanteninformation, wo die Anwendung von Werkzeugen aus der Attosekundenforschung bisher ungeahnte Möglichkeiten eröffnen könnte.

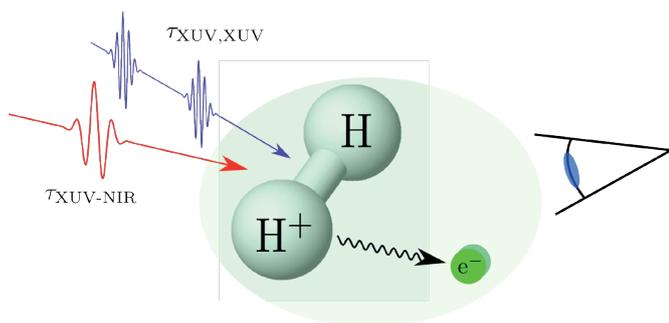


Figure 1: Sketch of the experiment. H_2 molecules are ionized by a phase-locked pair of attosecond XUV pulses. The quantum system consisting of molecular ion and photo-electron is probed by few-cycle NIR pulses.

complete quantum system, even when the experiment may only target observation of the dynamics within one of the sub-systems. The experiment also points at an interesting opportunity in, for example, studies aiming at the observation of attosecond to few-femtosecond charge migration, where the specific electronic coherences underlying the charge migration process can be revealed. Finally, these experiments draw attention to the emerging link between ultrafast laser spectroscopy and the field of quantum information, where the application of attosecond science research tools may create hitherto unsuspected opportunities.

1. Vrakking, M.J.J., Control of Attosecond Entanglement and Coherence. *Physical Review Letters*, 2021. 126(11): p. 113203.
2. Koll, L.-M., et al., Experimental Control of Quantum-Mechanical Entanglement in an Attosecond Pump-Probe Experiment. *Physical Review Letters*, 2022. 128(4): p. 043201.

Contact: L.-M. Koll, Tel. 1212 L. Drescher, Tel. 1207, T. Witting, Tel. 1228, M. Vrakking, Tel. 1200

Original publication:

Experimental Control of Quantum-Mechanical Entanglement in an Attosecond Pump-Probe Experiment

Lisa-Marie Koll, Laura Maikowski, Lorenz Drescher, Tobias Witting, and Marc J.J. Vrakking
Phys. Rev. Lett. 128, 043201 (DOI: 10.1103/PhysRevLett.128.043201)

<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.128.043201>

Figure 1: Skizze des Experiments. H_2 -Moleküle werden durch ein phasengekoppeltes Paar von Attosekunden-XUV-Pulsen ionisiert. Das Quantensystem aus Molekülion und Photoelektron wird mit NIR-Pulsen mit Pulsdauern von nur wenigen Zyklen untersucht.

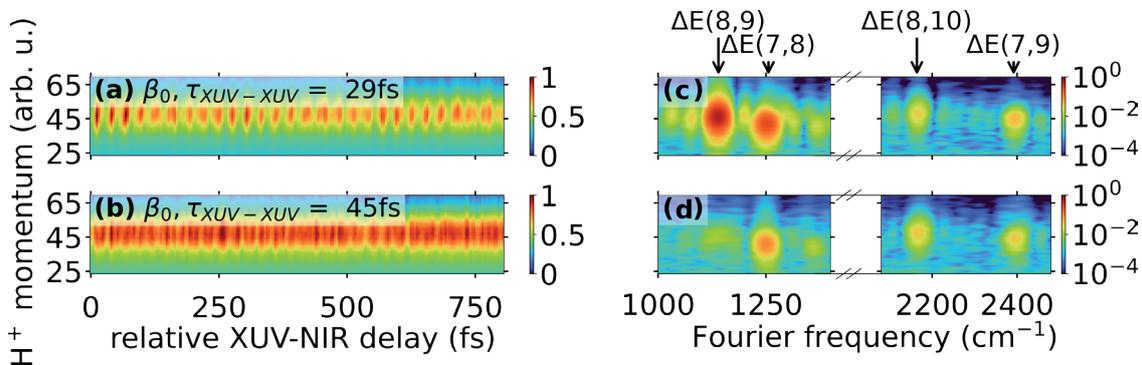


Figure 2: Gemessene Impulse der H^+ -Ionen nach Ionisierung durch ein phasengekoppeltes XUV-Attosekunden-Pulspar als Funktion der Verzögerung zum abfragenden NIR-Laserpuls (a) für eine XUV-XUV-Verzögerung von 29 fs, was einer kohärenten Anregung von Vibrationswellenpaketen entspricht. (b) für eine XUV-XUV-Verzögerung von 45 fs, bei der das System verschränkt ist. Durch eine Fourier-Transformation der Delay-Scan-Daten können einzelne Vibrationsquantenschwebungen identifiziert werden (c)+(d). Entscheidend ist, dass die Intensität der Peaks, die den Kohärenzen der nächsten Nachbarn entsprechen ($\Delta E(8,9)$ und $\Delta E(7,8)$), bei der Messung mit einer XUV-XUV-Verzögerung von 29 fs sehr ausgeprägt und bei einer XUV-XUV-Verzögerung von 45 fs sehr schwach ist.

Figure 2: Measured momenta of the H^+ ions after ionization by a phase-locked XUV attosecond pulse pair as function of delay to the probing NIR laser pulse (a) for an XUV-XUV delay of 29 fs corresponding to coherent excitation of vibrational wavepackets. (b) for an XUV-XUV delay of 45 fs, where the system is entangled. Via a Fourier transform of the delay scan data individual vibrational quantum beats can be identified (c)+(d). Crucially, the intensity of the peaks corresponding to nearest neighbor coherences ($\Delta E(8,9)$ and $\Delta E(7,8)$) are very pronounced in the measurement with an XUV-XUV delay of 29 fs, and very weak for an XUV-XUV delay of 45 fs.

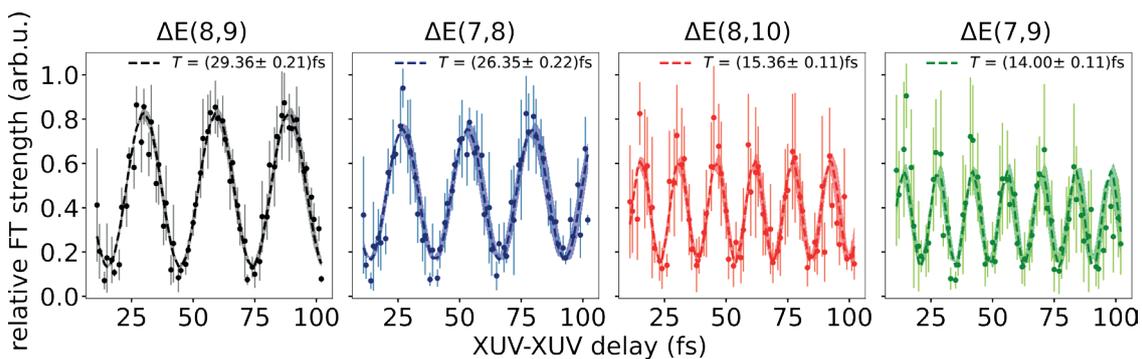


Figure 3: Strength of the quantum beats shown in Fig.2 (c) and (d) as function of XUV-XUV delay.

Figure 3: Stärke der in Abb. 2 (c) und (d) gezeigten Quantenschwebungen als Funktion der XUV-XUV-Verzögerung.

MBI Interner Newsletter

13. Jahrgang - Ausgabe 45 - Februar 2022

Termine - Save the date

Girls' Day 2022 on 28.04.2022

Long Night of Science on 2nd July 2022

VIP Gast am MBI im Dezember 2021. Leider war der Besuch nur sehr kurz.
Wir freuen uns auf ein Wiedersehen im kommenden Winter.



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.