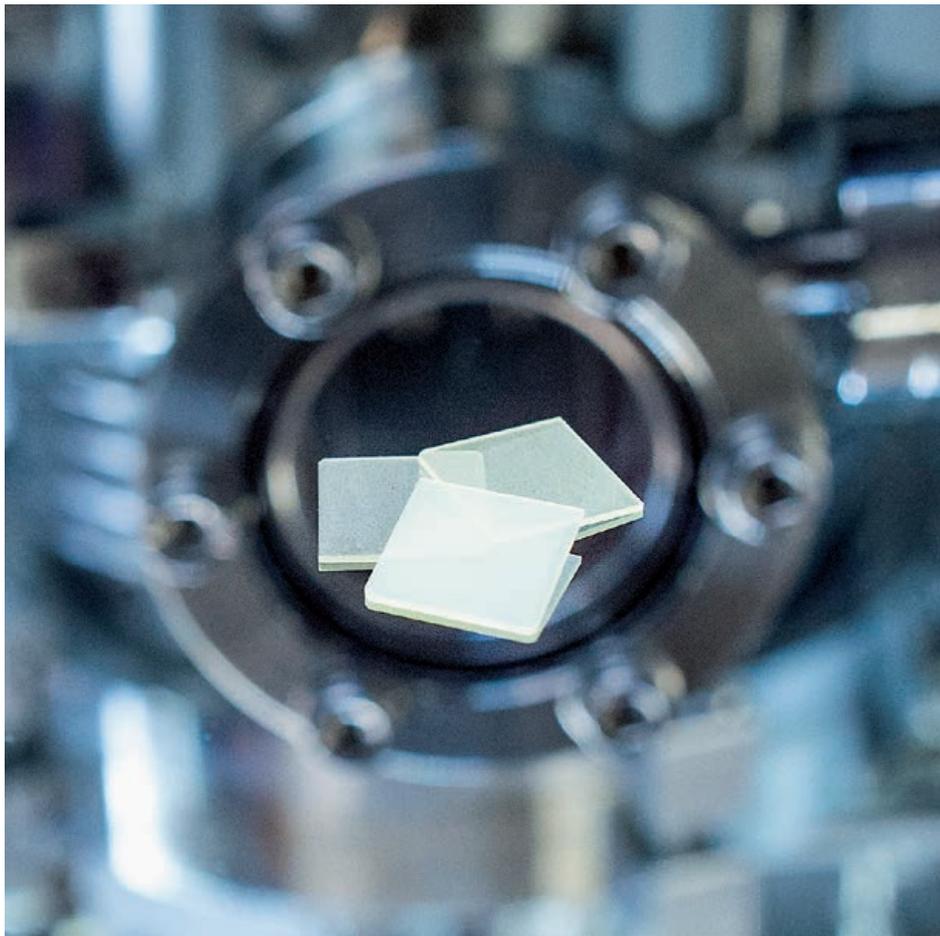


# verbundjournal



## Oxide – das Material der Zukunft Oxides – Material of the Future

**MBI-Laser schickt Elektronen  
im XFEL auf Slalomkurs**  
MBI laser sends electrons on a  
slalom course through the XFEL

18

**Viren statt Antibiotika**  
Viruses over antibiotics

24

**Der Forschungsverbund  
rockt die Wissenschaft**  
The Forschungsverbund rocks  
the scientific community

56

# Editorial



Liebe Leserin, lieber Leser,

Wissenschaft ist international. Bei der Forschung spielt die Herkunft keine Rolle – oder genau genommen doch: Forschungsteams funktionieren gerade deshalb besonders gut, weil sie so heterogen zusammengesetzt sind.

Das „Diversity“ generell in Teams zu guten Arbeitsergebnissen führt, ist längst erwiesen, aber noch bei weitem nicht in allen Bereichen so selbstverständlich wie in der Forschung. Weil in den Instituten des Forschungsverbundes Kolleginnen und Kollegen aus der ganzen Welt arbeiten – mal auf Dauer, mal nur für einen kurzen Gastaufenthalt – haben wir uns entschlossen, das Verbundjournal ab jetzt zweisprachig in Deutsch und Englisch herauszubringen. Das entspricht dem Alltag unserer Institute.

Das soll aber kein Schritt sein hin zu einem nur englischen Journal. Wir möchten nicht nur Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erreichen, sondern wir möchten weiterhin alle für die Forschung unserer Institute begeistern. Das bedeutet für uns eine möglichst verständliche Aufbereitung der Inhalte – und das fängt natürlich bei der Sprache an.

*Viel Spaß beim Lesen wünschen Ihnen  
Gesine Wiemer und Anja Wirsing*

Dear Reader,

Science is international. Researchers' origins are irrelevant – or are they? In fact, research teams work particularly well precisely because they are so heterogeneous. It has long been proven that diverse teams generally produce very good work results, but it is not such a given thing in some areas as in research.

Since we have colleagues from all over the world working at the Forschungsverbund institutes, some permanently, others temporarily, we have decided to publish the Verbundjournal bilingually – in German and English – from now on. This bilingualism reflects day-to-day operations at the institutes.

We would like to stress, however, that this decision is not a move towards creating an English-only journal. In addition to reaching researchers, we wish to continue fascinating the general public with our institutes' research. For us, this means presenting content as comprehensibly as possible which, of course, starts with language.

*We hope you enjoy reading the Verbundjournal!  
Gesine Wiemer and Anja Wirsing*

## Inhalt Contents

**4** Nachrichten | News

**7** Direktorenkolumne | Directors' column  
**Zusammenarbeit mit Universitäten – Lust und Frust |  
Collaborating with universities – joys and troubles**  
Henning Riechert

**8** Gastbeitrag | Guest commentary  
Michael Müller, Regierender Bürgermeister/Governing Mayor

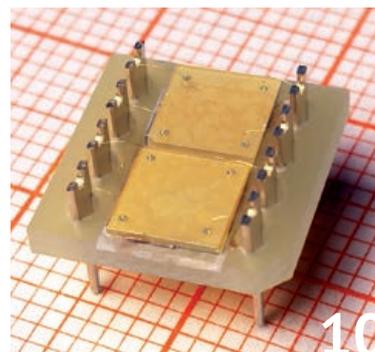
**TITEL | TITLE**  
**Oxide – das Material der Zukunft |  
Oxides – Material of the future**

**10** Pionierforschung an neuen Hochleistungs-Halbleitern |  
Pioneering research on new high-performance semiconductors

**12** Zukunft der Elektronik: Neuer katalytischer Effekt  
zur Herstellung von Galliumoxid entdeckt |  
The future of electronics: New catalytic effect discovered  
for producing gallium oxide



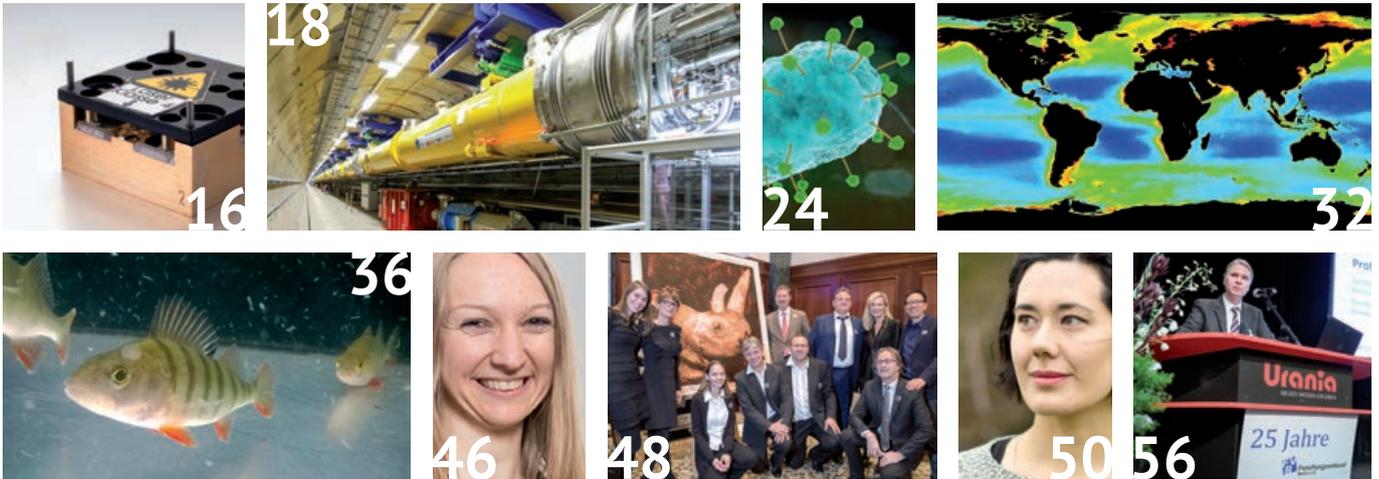
8



10



14



## FORSCHUNG IM FOKUS | SCIENCE IN FOCUS

### 14 FBH

Mikroelektronik als Schlüsseltechnologie |  
Microelectronics as a key technology

16 Durch Addition zu mehr Empfindlichkeit |  
Enhancing sensitivity by addition

### 18 MBI

MBI-Laser schickt Elektronen im XFEL auf Slalomkurs |  
MBI laser sends electrons on a slalom course through the XFEL

### 24 FMP

Viren statt Antibiotika: 3D-Struktur von Phagen bestimmen |  
Viruses over antibiotics: Determining the 3D structure of phages

26 Nano-Antikörper in lebende Zellen einschleusen |  
Introducing nano antibodies into living cells

### 28 MBI

Erstmals freie Nanoteilchen mit hochintensiver Laserquelle  
im Laborexperiment abgebildet | First imaging of free nanoparticles  
in laboratory experiment using a high-intensity laser source

30 Wasser lässt das Proton zittern – ultraschnelle Bewegungen  
und kurzlebige Strukturen hydratisierter Protonen | Water makes the  
proton shake – ultrafast motions and fleeting geometries in proton  
hydration

### 32 IGB

In Zeiten des Klimawandels: Was die Farbe eines Sees über seinen  
Zustand verrät | In times of climate change: What a lake's color can  
tell about its condition

34 Daten sind für alle da | Data for everyone

36 Im falschen Licht: Wenn für Fische die Nacht zum Tag wird |  
Disruptive light: When night becomes day for fish

### 40 IZW

Durch die Luft übertragene Viren überleben im Wasser |  
Airborne viruses survive in water

### 42 IGB

Vom Elfenbeinturm ins Anglerheim |  
From the ivory tower to the anglers' clubhouse

## VERBUND INTERN | VERBUND INSIDE

44 15 Jahre MATHEON: Zukunftsweisende Mathematikforschung  
über Grenzen hinweg | MATHEON – fifteen years in existence:  
Future-oriented mathematical research across boundaries

46 Marthe-Vogt-Preis – Tunnelblick auf Elektronen |  
Marthe Vogt Award – Tunnel vision for electrons

48 Auktion zur Rettung des Nördlichen Breitmaulnashorns |  
Auction to save the northern white rhino

50 Mein Jahr im Wasser: Tagebuch einer Schwimmerin |  
Turning: A Swimming Memoir

52 Quantenmechaniker wagen ein Experiment der anderen Art |  
Quantum researchers and their rather different experiment

54 Exzellenzstrategie – Berlin geht erfolgreich in die finale  
Bewerbungsrunde | Excellence Strategy – Berlin has made it through  
to the final

56 Der Forschungsverbund rockt die Wissenschaft |  
The Forschungsverbund rocks the scientific community

58 Personen | People

63 Aus der Leibniz-Gemeinschaft | From the Leibniz Association

# Nachrichten

## News

FBH

 BeamXpert

### Digitale Innovationen: BeamXpert zweifach ausgezeichnet

Laserstrahlung wird in immer stärkerem Maße in der Materialbearbeitung, der Messtechnik, dem Gesundheitsbereich und vielen weiteren Anwendungsfeldern eingesetzt. Für jede Anwendung müssen aber die Eigenschaften der Laserstrahlung individuell ausgelegt werden. Zu diesem Zweck entwickelt die FBH-Ausgründung BeamXpert das Optiks simulationsprogramm BeamXpertDESIGNER, das zwei sich ergänzende Modellierungsansätze verbindet, wodurch Laserstrahlführungssysteme besonders schnell und exakt ausgelegt werden können.

BeamXpert ist ein Ausgründungsvorhaben, das unter dem Arbeitstitel „DOBSY – Designer for Optical Beam Systems“ durch ein EXIST-Gründerstipendium unterstützt wird. Die beiden FBH-Wissenschaftler Dr. Bernd Eppich und Dr. Guido Mann wurden 2017 zweifach für dieses Vorhaben ausgezeichnet: mit dem 2. Platz beim Businessplan-Wettbewerb Berlin-Brandenburg (Finalrunde) und als Preisträger beim „Gründerwettbewerb – Digitale Innovationen“.

### Digital Innovations: BeamXpert awarded twice

Laser light is an indispensable tool used in applications like materials processing, measurement and medical technology as well as in research and development. For each specific application, the properties of laser radiation need to be precisely adapted. With this in mind, the FBH spin-off BeamXpert has developed the optics simulation program BeamXpertDESIGNER that combines two complementary modeling approaches, enabling configuration of laser beam control systems quickly and exactly.

BeamXpert is a spin-off project supported by an “EXIST-Gründerstipendium” (founder grant) under the working title “DOBSY – Designer for Optical Beam Systems.” The two FBH scientists Dr Bernd Eppich and Dr Guido Mann were honored with two awards in 2017: with the second place in the business plan competition Berlin-Brandenburg (final round) and as laureate of “Gründerwettbewerb – Digitale Innovationen” (founder competition – digital innovations).



FBH

### Erste MINT-„Ausbildungs-Allianz-Adlershof“ gut besucht

17 Adlershofer Technologie-Unternehmen und Forschungseinrichtungen öffneten am 4. Juli 2017 im Rahmen der „Ausbildungs-Allianz-Adlershof“ für hundert Schülerinnen und Schüler ihre Türen. Die Einrichtungen stellten sich damit den potenziellen Fachkräften von morgen vor. Die Jugendlichen wiederum lernten den Arbeitsalltag in verschiedenen Berufen kennen und informierten sich über die Ausbildungsmöglichkeiten in Unternehmen und Forschungsinstituten. Sie konnten dabei in verschiedene Berufe und Arbeitsgebiete vor Ort hineinschnuppern und erhielten Antworten auf Fragen rund um Berufsperspektiven im MINT-Bereich (Mathematik – Informatik – Naturwissenschaften – Technik). Die Resonanz war auf beiden Seiten – Unternehmen wie Schülerinnen und Schüler – sehr positiv.

Die „Ausbildungs-Allianz-Adlershof“ wurde vom Verein Forum Adlershof e.V. in Zusammenarbeit mit dem Aus- und Weiterbildungsnetzwerk Hochtechnologie (ANH Berlin) am Ferdinand-Braun-Institut und der Lernfabrik NEUE TECHNOLOGIEN Berlin gGmbH organisiert.

### Positive response to first STEM Job Fair in Adlershof

Seventeen high-tech companies and research institutions from Adlershof opened their doors to one hundred school students at the STEM Job Fair in Adlershof on July 4, 2017. By doing so, the organisations showcased themselves to potential specialists of tomorrow. The youngsters, on

the other hand, gained first-hand information about day-to-day operations in a variety of occupations and found out about the apprenticeship options available at the companies and research institutes. In addition to getting a direct taste of various occupations and work areas, they were also given answers to all kinds of questions concerning employment prospects in the STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) sector. The event was met with a very positive response by the companies and students alike.

The STEM Job Fair was organized by Forum Adlershof e.V. in collaboration with ANH Berlin (Aus- und Weiterbildungsnetzwerk Hochtechnologie), which is based at the Ferdinand-Braun-Institut, and Lernfabrik NEUE TECHNOLOGIEN Berlin gGmbH.

## FMP

### Förderung für innovative Krebstherapie

Ein Forscherteam der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) und des FMP hat einen der fünf „m4 Awards“ des bayerischen Wirtschaftsministeriums gewonnen. Sie werden mit 500.000 Euro für ihr Start-up „Tubulis Therapeutics“ gefördert, in dem sie hochspezifische sogenannte Antikörper-Wirkstoff-Konjugate (ADC) entwickeln. Zum LMU-Team zählen Prof. Heinrich Leonhardt, Dr. Jonas Helma-Smets und Dr. Dominik Schuhmacher (ehemals FMP), vom FMP ist Prof. Christian Hackenberger beteiligt.

Die klassische Krebsbehandlung mit Chemotherapie und/oder Bestrahlung bringt viele Nebenwirkungen mit sich, da die Mittel in der Regel unspezifisch den ganzen Körper beeinflussen. Die zielgerichtete Tumortherapie hingegen versucht, möglichst nur die Krebszellen abzutöten. Große Hoffnungsträger sind hier die ADC. Das Forscherteam der LMU und des FMP entwickelt über eigene Technologien eine Art molekularen Kleber zur stabilen Anheftung der Toxine und somit zur Herstellung von wirksamen und gleichzeitig verträglichen ADC. Im Rahmen des „m4 Awards“ soll ein erstes eigenes ADC zur Behandlung der Akuten Myeloischen Leukämie präklinisch getestet werden.

### Funding for innovative cancer therapy

A research team from the Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) and the FMP is among five winners of the m4 Award competition from the Bavarian Ministry of Economics. They have been funded with 500,000 euros for their start-up “Tubulis Therapeutics,” which aims at developing highly specific antibody-drug conjugates (ADCs). The team includes Prof.



Heinrich Leonhardt, Dr. Jonas Helma-Smets, and Dr. Dominik Schuhmacher (formerly from FMP); Prof. Christian Hackenberger represents FMP. The classical cancer treatment with chemotherapy and/or irradiation entails many side effects, as generally the method nonspecifically affects the whole body. In contrast, targeted tumor therapy, on the other hand, targets only the cancer cells. ADCs are widely considered a major new hope. The research team from the LMU and the FMP is developing a kind of molecular glue for stably attaching the toxins, thus producing effective and compatible ADCs. Within the scope of the m4 Award, the team's first own ADC for the treatment of acute myeloid leukemia is to be tested preclinically.

5

## IZW

### Pferde überlebten dank Farbanpassung

Wie konnten Pferde das Massenaussterben der Megafauna nach der letzten Eiszeit überstehen? Unter anderem durch Anpassung ihrer Fellfarbe an die veränderte Vegetation. Dies fanden Leibniz-IZW-Forscher gemeinsam mit mexikanischen Kollegen durch Abgleich von DNA-Analysen fossiler Knochen mit Pollenfunden heraus. Rund 90 Prozent aller Großsäugetierarten über 100 Kilogramm Körpergewicht überstanden die



letzte Eiszeit nicht. Doch während Mammut, Riesenhirsch und auch deutlich kleinere Säuger ausstarben, wie Fossilienfunde belegen, überlebten erstaunlicherweise die Pferde. Wie schafften sie das? Darüber rätselten Forscher schon länger. Nun konnten Arne Ludwig und seine Kollegen zeigen, dass es den Pferden gelang, ihre Fellfarbe an die zunehmende Bewaldung anzupassen. In West- und Zentraleuropa entwickelten sich hier immer mehr schwarze Wildpferde (Rappen) und waren so besser getarnt, während in den Steppenregionen Asiens weiterhin braune bis hellbraune Tiere überwogen.

#### Horses survived thanks to color adaptation

How did horses manage to survive the mass extinction of megafauna after the last Ice Age? By adapting their coat color to the different vegetation, for one. This is the discovery made by Leibniz IZW researchers in collaboration with Mexican colleagues after comparing the DNA analysis of fossil bones with findings of pollen. Around 90 per cent of all large mammal species weighing more than 100 kg failed to survive the last Ice Age. And yet whereas the mammoth, the megaceros and other much smaller mammals became extinct, as fossil finds show, horses astonishingly survived. Researchers have long wondered how this species managed to survive. Now Arne Ludwig and his colleagues have managed to show that horses succeeded in adapting their coat color to the increasing growth of woodlands. While an increasing number of wild black horses evolved in western and Central Europe, where they were camouflaged better, mainly brown to light brown specimens prevailed in the steppe regions of Asia.

doi: [10.1038/s41559-017-0358-5](https://doi.org/10.1038/s41559-017-0358-5)

#### MBI

#### Zukunft der Speichertechnik – neue Methode zur Erzeugung magnetischer Wirbel

Magnetische Wirbel, sogenannte Skyrmionen, gelten als Hoffnungsträger einer effizienteren Speichertechnik und werden intensiv erforscht. Wissenschaftler haben jetzt eine Methode zum Erzeugen von Skyrmionen gefunden, die sich direkt im Speicherchip integrieren lässt und bis in den Gigahertz-Bereich zuverlässig funktioniert. Sie haben die kleinen Nanowirbel durch kurze Strompulse gezielt an vorher festgelegten Orten erzeugt und dann kontrolliert bewegt. Durch Holografie mit Röntgenstrahlung haben sie die Skyrmionen abgebildet und direkt nachgewiesen. Beteiligt waren das Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI), das Massachusetts Institute of Techno-

logy (MIT) sowie weitere deutsche Forschungseinrichtungen. Die Forschungsergebnisse sind in „Nature Nanotechnology“ erschienen – und die dazugehörige Darstellung eines Racetrack-Drahtes hat es dabei auf das Titelblatt der wissenschaftlichen Zeitschrift geschafft.

#### Future of data storage technology – new method for generating magnetic swirls

Magnetic swirls called skyrmions are considered to be a promising potential means of achieving more efficient data storage technology and are currently the subject of intense research. Scientists have now discovered a method to generate such skyrmions in a way which can be directly integrated into memory chips and which functions reliably up to the gigahertz range. Using current pulses, the researchers generated nanoswirls at predetermined positions and then moved them in a controlled way. They used x-ray holography to image and directly observe the skyrmions. The researchers from Max Born Institute for Nonlinear Optics and Short Pulse Spectroscopy (MBI), Massachusetts Institute of Technology (MIT), as well as other German research institutions reported their findings in “Nature Nanotechnology” – with the corresponding image of a racetrack wire even making it onto the cover of the scientific journal.

doi: [10.1038/nnano.2017.178](https://doi.org/10.1038/nnano.2017.178)



# Zusammenarbeit mit Universitäten – Lust und Frust

## Collaborating with universities – joys and troubles



Henning Riechert, Direktor | Director, Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik

Die Leibniz-Gemeinschaft legt seit einigen Jahren großes Augenmerk auf Vernetzung. Das Format des Leibniz-WissenschaftsCampus mit seiner gemeinschaftlichen Förderung für Leibniz-Institute und Universitätsgruppen schafft hierfür eine exzellente Möglichkeit auf regionaler Ebene. Der Erfolg unseres GraFOx-Antrags (siehe S. 10) bietet eine gute Gelegenheit, um das Für und Wider solcher Allianzen zu betrachten.

Wir haben den WissenschaftsCampus etabliert, weil wir uns hier in idealer Weise ergänzen – es geht um Grundlagen der Physik von oxidischen Halbleitern. In dieser Zusammenarbeit können alle ihre spezifischen Stärken einbringen: Leibniz-Institute stellen ihre einzigartige Materialbasis im Wachstum von Volumenkristallen und kristallinen Schichten, die Expertise von Personal mit langjähriger Erfahrung und auch kostenaufwendige Infrastruktur zur Verfügung. Universitätsgruppen tragen mit Untersuchungen bei, für die sie oft sehr viel tiefer gehend spezialisiert sind als wir. Mittlerweile haben alle Partner mit großem Enthusiasmus ihre Zusammenarbeiten begonnen.

Schwierigkeiten liegen in den zum Teil extrem begrenzten finanziellen Möglichkeiten der Universitäten sowie in der Komplexität der universitären Verwaltungen. Der Umgang mit ihnen erfordert Virtuosität auf der Seite unserer universitären Kollegen, der ich große Bewunderung zolle. Hier scheinen mir auch Politik und Verwaltung gefordert, um schlanke, kooperationsfreundliche Rahmenbedingungen zu schaffen.

Kollaborieren oder nicht? Dies ist keine Frage; sicherlich nicht im Blick auf den erfolgreichen gemeinsamen Antrag und die mindestens 15 Doktorandinnen und Doktoranden, die hieran arbeiten. Trotz allem fragt man sich, warum es nicht leichter gehen kann... hat Exzellenz nicht auch etwas mit Effizienz zu tun?

In the past years, the Leibniz Association has placed great emphasis on research alliances. The Leibniz ScienceCampus format with joint funding for Leibniz institutes and university groups provides an excellent means for regional collaboration. The success of our recent GraFOx proposal (see p. 10) is a good opportunity for contemplating the pros and cons of such alliances.

The GraFOx partners have established the ScienceCampus because we complement each other in an ideal way, in this case concerning the basic physics of oxide semiconductors. Within this collaboration, we all contribute our specific strengths. We, the Leibniz institutes, provide our unique materials base concerning the growth of bulk crystals and crystalline layers, the expertise of our staff, who has many years of experience, and our cost-intensive infrastructure. The university groups contribute investigations for which they often are much more specialized. All of the partners have embarked on the collaboration with great enthusiasm.

Major difficulties we encountered were the very limited financial resources of universities and the complexity of university administrations. Dealing with them requires virtuosity from our university partners which I can only acknowledge in great admiration. Regarding this, politics and administration should urgently step in to create lean and straightforward administrative processes.

To collaborate or not to collaborate? This is not a question; certainly not with regard to the successful joint proposal and the at least 15 PhD students working on the topic. And yet I wonder why things cannot be easier... does not excellence also have something to do with efficiency?

# Die Hauptstadt der Kooperationen

## The capital of cooperation

Michael Müller

8

Los Angeles im Oktober 2017: Berlin und die kalifornische Metropole feiern 50 Jahre Partnerschaft, auf der Agenda stehen auch Gespräche an der renommierten University of California Los Angeles. Kaum angekommen, treffen wir auf Berliner Mathematiker. Sie kooperieren mit der UCLA, sind gerade zu einer Konferenz vor Ort. Ein Ortswechsel: Montreal im April, auch hier begegnen wir Forscherinnen und Forschern, diesmal aus der Chemie, die mit Berlin zusammenarbeiten.

Berlins Wissenschaft ist bestens vernetzt, das ist kein Geheimnis, hier studieren und forschen Menschen aus der ganzen Welt und internationale Kooperationen gehören zum Alltag an der Spree. Ein richtiges Markenzeichen ist das geworden – und das gilt heute ganz besonders auch für die ausgeprägte Kooperationskultur zwischen den zahlreichen Wissenschaftseinrichtungen innerhalb unserer Stadt.

Die Dichte und große Vielfalt an wissenschaftlichen Einrichtungen in Berlin birgt ein großes Potenzial, das die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler seit Langem erfolgreich nutzen. Sie machen unseren Wissenschaftsstandort zu einem Zentrum der Verbundforschung. Die Institute des Forschungsverbunds Berlin sind treibende Kräfte für diese Kooperationsdynamiken, sei es das Ferdinand-Braun-Institut in Adlershof, das Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie am wachsenden Zukunftsort Buch oder das Weierstraß-Institut im Kontext des Berliner MATHEON. Letzteres ist seit 15 Jahren ein leuchtendes Beispiel der Kooperationskultur: Drei Universitäten, zwei Forschungsinstitute und über 200 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zeigen eindrucksvoll, was möglich ist, wenn man an einem Strang zieht. Vorhaben mit dieser Logik fördert das Land gezielt über die Einstein Stiftung Berlin. So sind in den letzten Jahren sechs Ein-

Los Angeles, October 2017: Berlin and the Californian metropolis celebrate their fifty-year partnership with talks at the renowned University of California Los Angeles also on the agenda. No sooner have we arrived, than we come across mathematicians from Berlin. They cooperate with UCLA, and are currently attending a conference there. Change of location: Montreal in April. Here too we encounter researchers – this time from the field of chemistry – who collaborate with Berlin.

Berlin's scientific community has an excellent network; it's no secret. People from all over the world come here to study and conduct research – international cooperation is part of everyday life for the city on the Spree. It has become a real trademark – and this also holds particularly true for the pronounced collaborative culture between the numerous scientific institutions within our city.

The density and huge variety of scientific organizations in Berlin has great potential, which scholars have long been successfully exploiting. They make our science location a center of collaborative research. The institutes belonging to the Forschungsverbund Berlin are a catalyst for these cooperative dynamics, be it the Ferdinand-Braun-Institut in Adlershof, the Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie at Buch, one of Berlin's new "Zukunftsorte", or the Weierstrass Institute in the context of Berlin's MATHEON. The latter has been a shining example of collaborative culture for fifteen years: three universities, two research institutes and more than 200 academics demonstrate impressively what can be achieved if we all pull together. The State of Berlin provides targeted funding to projects that follow this logic via the Einstein Foundation Berlin. For example, six Einstein Centres



stein Centers entstanden, die allesamt instituti-  
onsübergreifend arbeiten und wichtige Impulse  
für die Forschung geben. Darunter das Einstein  
Center Digital Future, das im Zusammenspiel  
zwischen Politik, Hochschulen, außeruniversitä-  
ren Einrichtungen und der Wirtschaft berlinweit  
über 50 neue Professuren etabliert und unsere  
Stadt zu einem Hotspot der Digitalisierungs-  
forschung macht. Unterstützung für dieses Ziel  
kriegt es neuerdings von einem weiteren Beispiel  
der Berliner Kooperationskunst, dem Weizen-  
baum-Institut für die vernetzte Gesellschaft, das  
von Universitäten aus Berlin und Potsdam, dem  
Wissenschaftszentrum Berlin und dem Fraunhofer  
FOKUS getragen wird.

Berlin ist heute ein einzigartiges Labor für die  
Möglichkeiten, die sich aus der Nutzung von  
Synergien ergeben, und das gilt zunehmend auch  
für die strukturelle Zusammenarbeit zwischen  
den Institutionen. Die drei Leibniz-Wissen-  
schaftsCampi in Berlin zeigen, wie ein innovati-  
ver Brückenschlag zwischen außeruniversitärer  
Forschung und den Universitäten gelingen kann.  
Es verwundert auch nicht, dass in dem aktuell  
laufenden Exzellenzcluster-Wettbewerb die meis-  
ten Anträge aus Berlin auf Kooperationen beruhten  
und im Übrigen die erste Runde hervorragend  
meisterten. Und so ist auch die Absicht der drei  
Berliner Universitäten und der Charité, sich  
gemeinsam im Verbund um den Exzellenztitel  
zu bewerben, nur ein logischer nächster Schritt  
an einem Standort wie Berlin, in der Hauptstadt  
der Kooperationen. Die Mehrwerte, die sich aus  
der Zusammenarbeit an unserem Wissenschafts-  
standort ergeben, werden auch international sehr  
genau gesehen und sie machen Berlin zu einem  
begehrten Partner. Diesen Vorteil werden wir  
auch in der Zukunft konsequent ausbauen.

**Michael Müller**  
Regierender Bürgermeister von Berlin

have been established in recent years, all of  
which work on a cross-institutional basis, giving  
fresh impetus to research. One such example  
is the Einstein Centre Digital Future, which, in  
an interplay between policymakers, universi-  
ties, non-university institutions, and industry,  
is establishing over fifty new professorships  
throughout Berlin – transforming our city into a  
hotspot for research into digitisation. This goal  
has recently been furthered by another example  
of collaborative practice in Berlin, the Weizen-  
baum Institute for the Networked Society,  
which is coordinated by universities in Berlin  
and Potsdam, the Berlin Social Science Center,  
and Fraunhofer FOKUS.

Today, Berlin is a unique laboratory on sounding  
out the opportunities arising from the exploita-  
tion of synergies, and this is increasingly the  
case also for structural cooperation between  
institutions. The three Leibniz ScienceCampi in  
Berlin are a prime example of how to success-  
fully build innovative bridges between non-uni-  
versity research and universities. It also comes  
as no surprise that most of Berlin's bids in the  
current call for proposals in the Clusters of  
Excellence competition, which passed the first  
selection round very successfully, were based  
on cooperation. Hence the intention of Berlin's  
three universities and the Charité to bid jointly  
for the "Excellence title" is merely a logical  
next step in a place like Berlin, the capital of  
cooperation. The added value arising from such  
collaboration at our science location is observed  
very closely on the international arena, ma-  
king Berlin a highly sought-after partner. We  
will continue to systematically strengthen this  
advantage in the future.

**Michael Müller**  
Governing Mayor of Berlin

Translation:  
Teresa Gehrs

# Pionierforschung an neuen Hochleistungs-Halbleitern

## Pioneering research on new high-performance semiconductors

Anja Wirsing

10

Ob für Hochspannungsschalter oder Touchscreens – halbleitende Oxide zählen zu den Materialien, die aktuell für die Elektronik entdeckt und erforscht werden. Funktional vielfältiger als Silizium eignen sie sich besonders für die Entwicklung neuartiger elektronischer Bauelemente und Energieanwendungen mit herausragender Leistungsfähigkeit. Mit dem Leibniz-WissenschaftsCampus GraFOx (Growth and fundamentals of oxides for electronic applications) setzt die Leibniz-Gemeinschaft klare Akzente für diese Pionierforschung. GraFOx wird vom Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik (PDI) koordiniert, auch das Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ) ist aus dem Forschungsverbund Berlin beteiligt. Zu den weiteren Partnern zählen das Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, die Humboldt-Universität zu Berlin und die Technische Universität Berlin.

„Es gibt aktuell einen Hype um Oxide“, erklärt Dr. Martin Albrecht, IKZ-Abteilungsleiter und einer der führenden Wissenschaftler im GraFOx-Team. „Es gab große Durchbrüche in der Oxidforschung, Galliumoxid beispielsweise kann bereits mit bestehenden Materialien konkurrie-

Whether for high voltage switches or touchscreens – semiconducting oxides are among the exciting materials that are currently being discovered and researched for electronics. More functionally diverse than silicon, they are especially suitable for developing novel electronic components and energy applications with outstanding efficiency. With the Leibniz ScienceCampus GraFOx (Growth and fundamentals of oxides for electronic applications), the Leibniz Association is setting distinct milestones in this pioneering research. GraFOx is coordinated by the Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik (PDI). Also involved are the Leibniz Institute for Crystal Growth (IKZ) from the Forschungsverbund Berlin and other partners including the Fritz Haber Institute of the Max Planck Society, Humboldt-Universität zu Berlin and Technische Universität Berlin.

“There is a certain hype surrounding oxides at the moment,” explains Dr. Martin Albrecht, a department head at IKZ and one of the lead scientists in the GraFOx team. “There have been major breakthroughs in oxide research; gallium oxide, for example, can already compete with existing materials. But there is still a way to go for them to be used in electronics. We first have to understand semiconducting oxides fundamentally: the material, its properties, and the elementary processes.”

Oxides are seen as a material of the future because their properties are more diverse and, in some respects, they significantly outperform silicon and nitrides. In particular, there are hopes for new innovations in information and communication technologies. It is already clearly foreseeable, for example, that oxides will make excellent and at the same time cost-effective high voltage switches. They also show potential



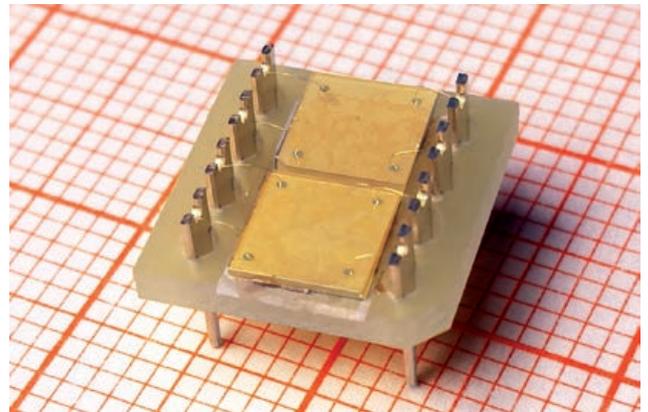
ren. Aber noch ist der Weg in die elektronische Anwendung weit. Wir müssen halbleitende Oxide erst einmal grundlegend verstehen: das Material und seine Eigenschaften sowie die elementaren Prozesse.“

Oxide gelten als das Material der Zukunft, denn ihre Eigenschaften sind vielfältiger und in einigen Punkten deutlich besser als die von Silizium und Nitriden. Insbesondere die Informations- und Kommunikationstechnologien hoffen auf neue Innovationen. So ist bereits klar absehbar, dass Oxide hervorragende und gleichzeitig kostengünstige Hochspannungsschalter ermöglichen. Ebenso zeigen sie das Potenzial für schnellere Datenspeicher mit höheren Kapazitäten sowie für eine Elektronik, mit der man besser neuronale Netzwerke programmieren kann, zum Beispiel in Form von selbstlernenden Computerprogrammen.

Noch reicht die Qualität der Oxide nicht aus, um sie in die Anwendung zu bringen. Das Material muss noch perfektioniert und in seinen Eigenschaften umfassender verstanden werden. Hierfür konnte der Wissenschaftscampus gerade zur rechten Zeit initiiert werden, wie Prof. Henning Riechert, PDI-Direktor und GraFOx-Sprecher, betont: „Wir agieren hier als Pfadfinder auf dem Weg zu vielfältigen Anwendungen – mit GraFOx können wir dafür in erster Linie einen breiten Rahmen von Grundlagen schaffen. Diese Freiheit und die Zusammenarbeit zwischen exzellenten Partnern ermöglichen uns hochklassige Forschung.“

Der Leibniz-Wissenschaftscampus GraFOx, der für vier Jahre plus einer möglichen Verlängerung angelegt ist, läuft seit Juli 2016. Seitdem ist viel passiert: Weitere Projekte sind bereits aus GraFOx entstanden – gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, das Bundesministerium für Bildung und Forschung und die Leibniz-Gemeinschaft. Der Nachwuchs hat eine große Bedeutung: Jedes der 15 Teilprojekte ist mit einer Doktorandin oder einem Doktoranden besetzt. Etliche Forschungsergebnisse werden bereits veröffentlicht – wie der neue katalytische Effekt zur Herstellung von Galliumoxid (siehe S. 12/13). Viele Veranstaltungen und Seminare haben in GraFOx stattgefunden, auch die erste Jahrestagung im Juli 2017 in Berlin-Adlershof, wo sich die weltweite Oxid-Spitzenforschung getroffen hat. „GraFOx ist eine Keimzelle – die offene Struktur und die große Expertise lässt viele neue Projekte und Aktivitäten entstehen“, resümiert Albrecht.

[grafox.pdi-berlin.de](http://grafox.pdi-berlin.de)



*Indiumoxid*  
*Indium oxide*

for faster data stores with higher capacities, and for electronics that allow better programming of neuronal networks, for example in the context of self-learning computer programs.

Oxides have yet to reach the quality needed for real-world applications; the materials still need to be perfected and their properties understood in greater depth. Thus the ScienceCampus has been launched with perfect timing, as Prof. Henning Riechert, PDI director and GraFOx spokesperson, emphasises: “Here, we are serving as trailblazers on the path to diverse applications – for which we can most importantly establish a wide foundational basis with GraFOx. This freedom, and the cooperation between excellent partners, allow us to do high-class research.”

The Leibniz ScienceCampus GraFOx has been up and running since July 2016 and is planned to operate for four years with the possibility of extension. Much has happened since its creation, with new projects having already culminated out of GraFOx – funded by the German Research Foundation, the German Federal Ministry of Education and Research, and the Leibniz Association. Young scientists are of great importance: each of the fifteen subprojects has a PhD student involved. A wealth of research results have already been published – one example being the new catalytic effect for producing gallium oxide (see pages 12/13). Many events and seminars have been held in GraFOx, including the first annual conference in July 2017 in Berlin-Adlershof, where the world’s top oxide researchers met. “GraFOx is an incubator – its open structure and great expertise are giving rise to many new projects and activities,” Albrecht adds.

*Translation:*  
*Peter Gregg*

# Zukunft der Elektronik: Neuer katalytischer Effekt zur Herstellung von Galliumoxid entdeckt

## The future of electronics: New catalytic effect discovered for producing gallium oxide

Anja Wirsing und | and Patrick Vogt

12

Halbleitende Oxide bilden eine neue und im Moment hochbeachtete Materialklasse der Halbleitertechnologie. Galliumoxid ist das dafür typische Material, das mit extremer Hochspannungsfestigkeit und optischer Transparenz im tiefen ultravioletten Spektralbereich bisher unerreichte elektronische Bauelemente verspricht. Solche Bauelemente basieren auf sehr dünnen und hochreinen Halbleiterschichten, die mittels spezieller Abscheidungsverfahren hergestellt werden. Jetzt ist es Wissenschaftlern des Paul-Drude-Instituts für Festkörperelektronik (PDI) gelungen, das Kristallwachstum von Galliumoxid erstmalig mit einem katalytischen Effekt in seiner Ausbeute drastisch zu steigern. Der Effekt ist nicht nur eine Neuentdeckung, er ist auch übertragbar auf andere Materialien mit ähnlichen Eigenschaften wie die des Galliumoxids. Die Ergebnisse sind in „Physical Review Letters“ erschienen.

Die physikalische Gasphasenabscheidung (PVD) ist eine der Kerntechnologien zum Herstellen dünner hochreiner Halbleiterschichten. Zu ihr zählt auch die Molekularstrahlepitaxie (MBE), die bei den Untersuchungen zum Einsatz kam. Die Reaktionschemie während der MBE ist deutlich einfacher als bei anderen viel komplexeren Technologien zur Halbleiterherstellung. Die Forscher des PDI hatten daher nicht erwartet, dass im MBE-Prozess ein katalytischer Effekt auftreten könnte. Dieses Phänomen erklären sie sich durch einen neuen Mechanismus, den sie Metallaustausch-Katalyse nennen.

Die Untersuchungen zeigen zum einen, dass bei Hinzufügen des Elements Indium die Wachs-

Semiconducting oxides are a new class of materials that are currently enjoying great attention in the field of semiconductor technology. Gallium oxide is the archetypal example for its ability to handle extremely high voltages and its optical transparency in the deep ultraviolet region, thus promising a generation of electronic components with unprecedented performance. Such components are based on very thin, ultrapure semiconductor layers produced by special deposition methods. Physicists of the Paul Drude Institute for Solid State Electronics (PDI) have now drastically increased the yield of gallium oxide with a catalytic effect observed for the first time during crystal growth. This effect is not only a new discovery; it can also be ported to other materials with similar properties to those of gallium oxide. The results appear in “Physical Review Letters.”

Physical vapor deposition (PVD) is one of the key technologies in manufacturing thin, highly pure semiconductor layers. One particular form of PVD is molecular beam epitaxy (MBE), which the physicists used in their investigations. The reaction chemistry during MBE is far simpler than in other, more complex semiconductor production technologies. The PDI researchers had therefore not expected to observe a catalytic effect during the MBE process. They have declared this phenomenon to be a new mechanism, which they have dubbed metal-exchange catalysis.

Their experiments revealed that adding the element indium drastically increases the growth rate of gallium oxide during MBE. They also revealed that, in the presence of indium, gallium

tumsrate von Galliumoxid während der MBE um ein Vielfaches ansteigt. Zum anderen formt sich Galliumoxid in der Anwesenheit von Indium auch noch unter Bedingungen, unter denen es ohne dieses Element nicht mehr möglich wäre. Dabei bildet das Galliumoxid eine besondere Kristallstruktur aus, die sich einzigartig für die Kombination von Galliumoxid- mit Indiumoxidschichten in sogenannten Heterostrukturen eignet, wie sie in vielen Bauelementen benötigt wird.

Aufgrund der einfachen Reaktionschemie während der MBE sind die Forscher überzeugt, dass der beobachtete Effekt allgemeingültig und damit auf alle Materialien anwendbar ist, die vergleichbare Eigenschaften aufweisen wie die des Galliumoxids. Dr. Patrick Vogt, PDI-Wissenschaftler und Erstautor der Studie, resümiert: „Die entdeckte Metallaustausch-Katalyse liefert einen völlig neuen Ansatz für das Wachstum von kristallinen Materialien und eröffnet sehr wahrscheinlich einen neuen Weg zu bisher unbekanntem Halbleiter-Bauelementen.“

Patrick Vogt ist Nachwuchswissenschaftler. Von Hause aus Physiker hat er am PDI auf dem Gebiet der physikalischen Chemie und Halbleiterphysik promoviert – im Rahmen des Leibniz-WissenschaftsCampus GraFOx.

[doi:10.1103/PhysRevLett.119.196001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.196001)

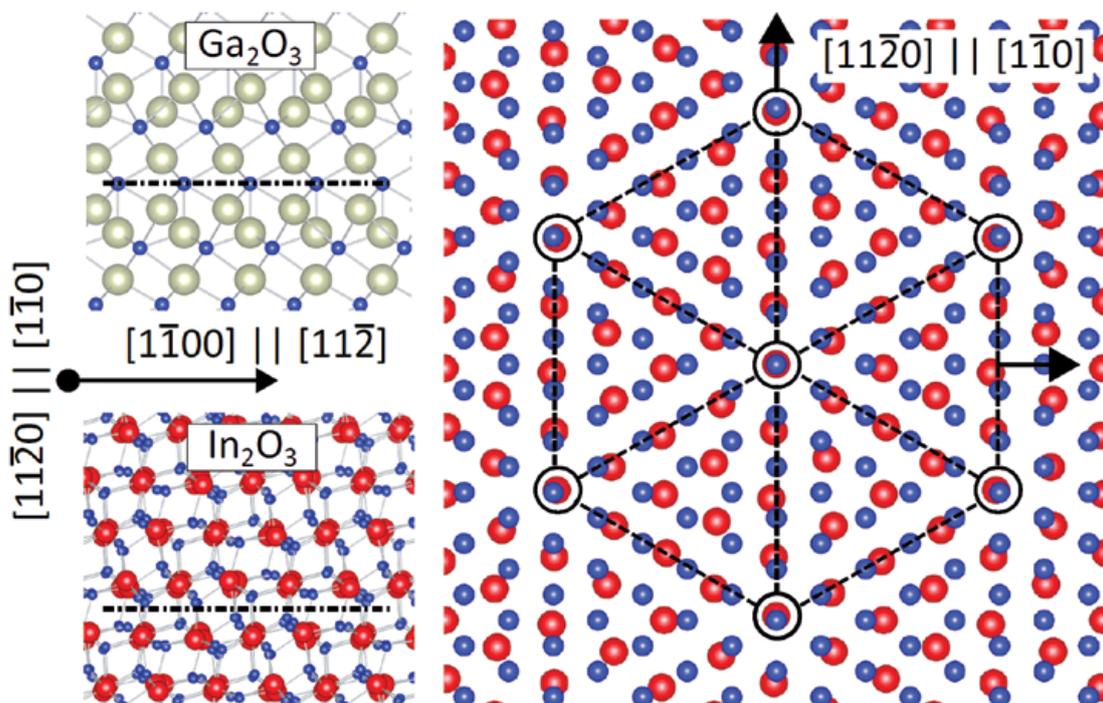
oxide still forms under conditions in which it could never form without the added element. Moreover, gallium oxide forms a special crystalline structure that is uniquely suitable for developing so-called heterostructures of gallium oxide and indium oxide layers that are essential in many components.

Given the simple reaction chemistry of MBE, the researchers are convinced that the effect observed is generally valid and thus applicable to all materials possessing similar properties to those of gallium oxide. The first author of the study Dr. Patrick Vogt, who researches at PDI, adds that “the metal-exchange catalysis discovered delivers an entirely new approach to growing crystalline materials, and very likely opens a new pathway towards previously unimaginable semiconductor components.”

Patrick Vogt is a junior scientist and a physicist by training. He completed his doctorate at PDI on the topic of physical chemistry and semiconductor physics – in the scope of the Leibniz ScienceCampus GraFOx.

13

*Eine durch die gezeigte Metallaustausch-Katalyse mögliche Galliumoxid-Indiumoxid-Überstruktur für neuartige auf Galliumoxid basierende Elektronik. Metal-exchange catalysis, as described, can produce this gallium oxide-indium oxide heterostructure for novel electronics based on gallium oxide.*



Translation:  
Peter Gregg

# Mikroelektronik als Schlüsseltechnologie

## Microelectronics as a key technology

Interview mit Prof. Günther Tränkle, Direktor des FBH  
 Interview with Prof. Günther Tränkle, Director of FBH



Anja Wirsing und | and Petra Immerz

14

**Digitalisierung, intelligente Mobilität, Industrie 4.0 – Zukunftstechnologien machen diese Entwicklungen möglich. Dabei spielt die Mikroelektronik eine besonders große Rolle. Sie stößt entscheidende IT-Entwicklungen an, von denen alle profitieren – ob durch leistungsfähigere Computer, eine weitentwickelte Medizintechnik oder effizientere Technik für die Energiewende. Mit dem größten Investitionsprogramm seit der Wiedervereinigung fördert jetzt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die „Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland“, eine Kooperation von elf Instituten des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik und zwei Instituten der Leibniz-Gemeinschaft. Mit dabei ist das Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) aus dem Forschungsverbund Berlin.**

*Die „Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland“ (FMD) erhält mit 350 Millionen Euro eine beeindruckend hohe finanzielle Förderung. Wie ist diese Initiative einzuordnen – auch verglichen mit anderen großen Projekten?*

Das in Deutschland vorhandene Know-how und die Technologien in der Mikroelektronik gilt es zu bündeln, damit Forschungsergebnisse noch schneller in die Anwendung kommen. In enger Zusammenarbeit mit der Industrie wollen wir den Technologiestandort ausbauen, um international wettbewerbsfähig zu sein. Besonders die Expertise von kleinen und mittleren Unternehmen soll dabei gestärkt werden. Nicht nur die technologische Basis wird auf den neuesten Stand gebracht, auch die zentralen Akteure im Bereich Forschung und Entwicklung suchen den Schulterschluss. Mehr als 2.000 Wissenschaftle-

**Digitalization, intelligent mobility, Industry 4.0 – these are developments made possible by future-oriented technologies. Microelectronics makes up an especially big part of this, coinciding with other crucial trends in IT that will benefit us all – be it more powerful computers, advanced medical technology, or more efficient technologies for the transition to clean energy. In the largest investment program since German reunification in 1990, the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) is now funding the “Research Fab Microelectronics Germany,” a cooperation between eleven institutes of the Fraunhofer Group for Microelectronics and two institutes of the Leibniz Association. Also a member is the Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) in the Forschungsverbund Berlin.**

*The “Research Fab Microelectronics Germany” (FMD) is receiving an impressive 350 million euros in funding. What kind of an initiative is it – and how does it compare with other major projects?*

Germany needs to combine its existing know-how and technologies in microelectronics in order to accelerate the translation of research results into application. We want to expand the technological location in close cooperation with industry and become internationally competitive. In particular, this means strengthening the expertise of small and mid-sized enterprises. While the technological basis is being updated to the cutting edge, the key players in research and development are also looking to join forces. More than 2,000 scientists from the Fraunhofer and Leibniz institutes are now working together in this unprecedented cross-organizational cooperation. And this

*Startschuss für die Forschungsfabrik Mikroelektronik in Berlin-Brandenburg: Regionaler Auftakt mit Bundesforschungsministerin Prof. Johanna Wanka am 6. Juli 2017 am FBH. Research Fab Microelectronics in Berlin-Brandenburg gets the green light: regional kick-off with Federal Minister for Research Prof. Johanna Wanka on 6 July 2017 at FBH.*



rinnen und Wissenschaftler aus Fraunhofer- und Leibniz-Instituten arbeiten erstmalig organisationsübergreifend eng zusammen. So entsteht ein einzigartiges Angebot für die deutsche und europäische Halbleiter- und Elektronikindustrie, die sich an einen zentralen Ansprechpartner wenden kann.

*Das FBH wird bis 2020 mit mehr als 34 Millionen Euro gefördert. Was planen Sie?*

Ein Großteil der Gelder fließt in eine leistungsfähige Infrastruktur, mit der die FBH-Forschungsfelder ausgebaut werden: eine neue Ausstattung in der Halbleitertechnologie und eine umfangreiche Bauelemente-Messtechnik bis 750 GHz. Die Verhandlungen mit Geräteherstellern laufen auf Hochtouren. Unsere Technologie-Basis erweitern wir mit einem zusätzlichen Reinraum, den wir mit Unterstützung der Berliner Senatskanzlei bei der Adlershofer WISTA angemietet haben. Um diesen zu betreiben, haben sechs statt bislang drei Mikrotechnologie-Azubis ihre Berufsausbildung begonnen. Im Rahmen der Joint Labs mit Universitäten verstärken wir die Zusammenarbeit, um uns gut ausgebildetes akademisches Personal zu sichern.

*An der FMD sind 13 außeruniversitäre Forschungseinrichtungen beteiligt. Wie gestaltet sich die Zusammenarbeit mit so vielen Partnern?*

Um die zukunftsrelevanten Forschungsthemen effizient und zeitnah voranzubringen ist die FMD in vier Technologieparks für die wichtigsten Anwendungsbereiche organisiert: Silizium-basierte Technologien, Verbindungshalbleiter, Heterointegration, das heißt neuartige Kombinationen von Silizium und anderen Halbleitern, sowie Design, Test und Zuverlässigkeit für Entwurf und Entwurfsmethoden, Qualität sowie Sicherheit. Die bisherigen Standorte der Institute bleiben erhalten, die Aktivitäten werden in einer gemeinsamen Geschäftsstelle koordiniert und organisiert. Das Ziel ist es, Industriepartnern die gesamte Wertschöpfungskette für die Mikro- und Nanoelektronik unkompliziert aus einer Hand anzubieten.

[forschungsfabrik-mikroelektronik.de](http://forschungsfabrik-mikroelektronik.de)

presents a central point of contact with a unique array of services for the German and European semiconductor and electronics industries.

*FBH will be receiving just over 34 million euros up until 2020. What are your plans?*

The majority of the money will be used to create a powerful infrastructure that will allow FBH to expand its research fields, including new semiconductor technology and comprehensive equipment for measuring components at up to 750 GHz. Negotiations with device manufacturers are in full swing. We have expanded our technological basis with an additional clean room, rented through Adlershofer WISTA with the support of the Berlin Senate Chancellery. To operate it, we now have six, rather than the usual three, newly recruited microtechnology apprentices. We are also intensifying our cooperation with universities in the scope of the Joint Labs, in order to secure highly educated academic staff.

*There are thirteen non-university research institutions involved in the FMD. What does cooperation between so many partners look like?*

To make rapid and efficient advancements in the future-oriented research topics, the FMD is organized into four technology parks for the most important application areas: silicon-based technologies; compound semiconductors; heterointegration, which is the novel combination of silicon-based and other semiconductors; and design, testing and reliability in conception, prototyping, quality and safety. The institutes maintain their existing locations, but will coordinate and organize their activities from a joint office. The aim is to present a single, reliable source to which industrial partners can come for solutions in the entire micro- and nanoelectronics value chain.

[forschungsfabrik-mikroelektronik.de/en.html](http://forschungsfabrik-mikroelektronik.de/en.html)

Translation:  
Peter Gregg

# Durch Addition zu mehr Empfindlichkeit

## Enhancing sensitivity by addition

Catarina Pietschmann

**Wissenschaftler des FBH entwickeln durchstimmbare Laser für eine neuartige Messmethode in der mid-IR-Spektroskopie.**

**FBH scientists develop tunable lasers for a novel measurement method in mid-IR spectroscopy.**

16

Atome in Molekülen sind bekanntlich nicht starr, sondern elastisch miteinander verbunden. Regt man sie durch Licht oder Wärme an, beginnen sie zu schwingen. Die Schwingungsfrequenzen liegen im Infrarotbereich (IR) und ergeben charakteristische Muster, die für jede Molekülart so unverwechselbar sind wie ein Fingerabdruck. „Das Problem ist nur, dass unsere gesamte Umwelt im IR-Bereich strahlt. Es ist die klassische Wärmestrahlung“, erklärt Bernd Sumpf, Leiter am Ferdinand-Braun-Institut (FBH). „Um die Strahlung einer kleinen Probe vor diesem Hintergrund detektieren zu können, bedarf es bisher sehr kostspieliger, gekühlter Halbleiterdetektoren.“

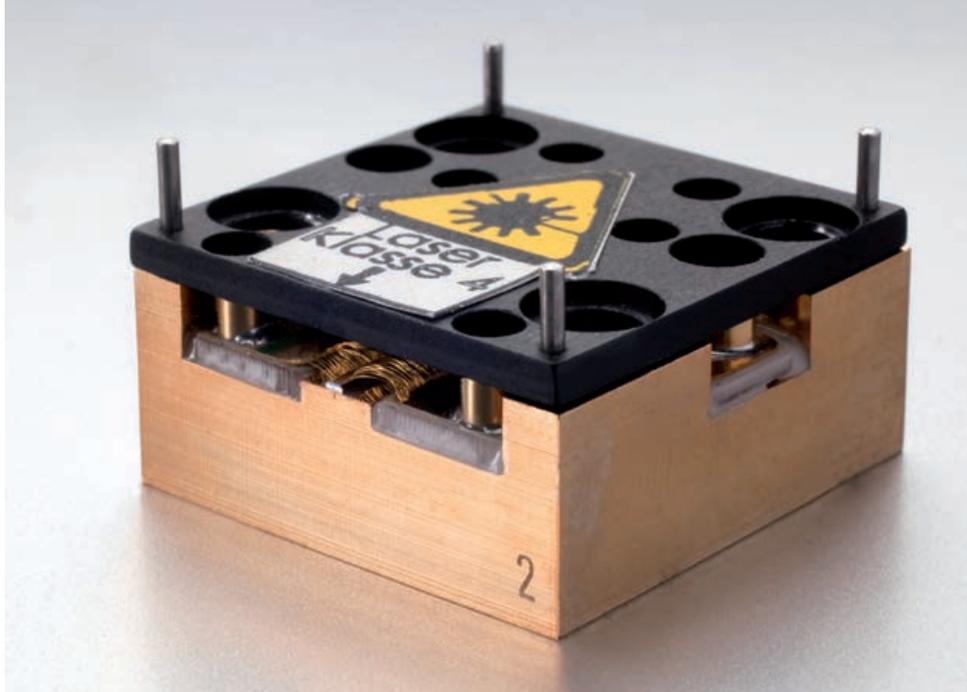
It is no secret that atoms in molecules are not rigidly connected, but elastically. If they are excited by light or heat, they begin to oscillate. The oscillation frequencies fall in the infrared range (IR) and generate characteristic patterns that are as unique to every type of molecule as a fingerprint. “The only problem is that our entire environment radiates in the IR range. It is classic thermal radiation,” explains Bernd Sumpf, head of the laser sensors lab at the Ferdinand-Braun-Institut (FBH). “So far, if you wanted to detect the radiation of a small sample against this backdrop, you had to use very expensive, cooled semiconductor detectors.”

Das könnte sich bald ändern, wenn es nach Sumpf und seinem dänischen Doktoranden Mahmoud Tawfieq geht. Denn anstatt das langwellige Infrarotlicht, das eine angeregte Probe abgibt, *direkt* zu detektieren, kann das Signal – mittels eines nicht-linearen optischen Kristalls – zum kurzwelligeren Licht eines Hochleistungsdiodenlasers (976 nm) addiert werden. Die neue, energiereichere Frequenz liegt nun nicht mehr im mittleren Infrarotbereich (2 bis 12 Mikrometer), sondern im Nahinfrarot (um 800 Nanometer). Und dafür gibt es sehr kompakte, preiswerte siliziumbasierte Detektoren und Kameras.

This could soon change if Sumpf and his Danish doctoral student Mahmoud Tawfieq have their way. Because instead of detecting the long-wave infrared light emitted by the excited sample *directly*, the signal can be added to the short-wave light of a high-power diode laser (967 nm) by means of a non-linear optical crystal. The new, higher-energy frequency now no longer falls in the mid-infrared range (2 to 12 micrometers) but in the near-infrared range (around 800 nanometers). And for this purpose, we already have very compact, inexpensive silicon-based detectors and cameras.

Aber das ist nicht der einzige Vorteil. „Zusätzlich zu den für jede Substanz typischen Schwingungsfrequenzen der Moleküle erhalten wir auch ein präzises Bild der Probenoberfläche und damit eine Information über die Verteilung der Substanz“, sagt Mahmoud Tawfieq. Das macht IR-Spektroskopie, die in der Chemie schon lange als Analysemethode eingesetzt wird, nun auch für andere Bereiche interessant – etwa für die orts aufgelöste bildgebende Diagnostik von Gewebeproben in der Medizin.

But that is not the only advantage. “In addition to the frequencies of the molecular oscillations that are typical for every substance, we also get a precise image of the sample surface and thus information about the distribution of the substance,” says Mahmoud Tawfieq. What this means is that IR spectroscopy, which has long been used as an analytical method in chemistry, has now become relevant for other fields – such as the spatially-resolved imaging diagnosis of medical tissue samples.



*Am FBH entwickelter  
weit durchstimmbarer  
Hochleistungsdiodenlaser  
im Gehäuse.*

*Developed at FBH –  
widely tunable high-  
power diode laser in  
package.*

Mahmoud Tawfieq's Forschungen sind Teil des Mid-TECH-ITN-Doktorandenprogrammes, an dem 15 Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler aus acht Ländern teilnehmen. Während einige an der Universität Dänemark (DTU) in Lyngby und am FBH in Berlin an der nichtlinearen Frequenzaddition (*Up-Conversion*) forschen, entwickeln drei Doktoranden an der Humboldt-Universität IR-Quanten-Kaskadenlaser für die Probenanregung. An der Universität im britischen Exeter arbeiten wiederum Spezialisten für die medizinische Bildgebung. Weitere Doktoranden des Netzwerkes forschen im schwedischen Lund und in Barcelona.

Mahmoud Tawfieq, der Physik und Nanotechnologie an der DTU studierte, konzentriert sich am FBH darauf, Diodenlaser für diese Zwecke durchzustimmen. 23 Nanometer hat er bereits geschafft. „Wenn wir während der Messung die Wellenlänge des Diodenlasers modulieren, erhalten wir mehrere Bilder der gleichen Probe – aber bei verschiedenen Infrarot-Wellenlängen. Diese Bildgebung gibt Ärzten zusätzliche Informationen über das Gewebe.“ Manche Moleküle absorbieren das Licht bei unterschiedlichen Wellenlängen verschieden stark, was wiederum Hinweise auf bestimmte Zellvorgänge gibt. Tumorzellen, die auf schnelles Wachstum aus sind, verbrauchen beispielsweise mehr Sauerstoff als gesunde Zellen. Gesucht wird nach einem signifikanten Satz von Molekülsignaturen, der eine schnelle, eindeutige und örtlich sehr präzise Unterscheidung zwischen gesundem und Tumorgewebe ermöglicht.

Bis die bildgebende mid-IR-Spektroskopie Pathologen einmal zur Verfügung steht, werden noch etliche Jahre vergehen, denn die Hürden für einen Einsatz in der Medizin liegen sehr hoch. In der Umweltanalytik aber – etwa bei der Analyse von Verbrennungsgasen in Motoren oder der Detektion von Gaslecks an Pipelines – könnte die Methode bereits in wenigen Jahren einsetzbar sein.

Mahmoud Tawfieq's research is part of the Mid-TECH ITN doctoral program which involves fifteen early-stage researchers from eight countries. While some of them are working at the Technical University of Denmark (DTU) in Lyngby and at FBH in Berlin on non-linear up-conversion, three PhD students at Humboldt-Universität are developing IR quantum cascade lasers for exciting the samples. At the University of Exeter in the UK, on the other hand, specialists are experimenting with medical imaging. Other doctoral students in the network are doing research in Lund, Sweden, and in Barcelona.

At FBH, Mahmoud Tawfieq, who studied physics and nanotechnology at DTU, is focusing on tuning diode lasers for these purposes. He has already managed 23 nanometers. “If we modulate the wavelength of the diode laser during the measurement we get several images of the same sample – but at different infrared wavelengths. This imaging provides doctors with additional information on the tissue.” Some molecules absorb light with varying degrees of intensity at different wavelengths, which also uncovers information about certain cellular processes. Tumor cells set on fast growth use more oxygen than healthy cells, for example. What doctors are looking for is a significant set of molecular signatures that will allow them to differentiate between healthy and tumorous tissue – quickly, clearly and precisely localized.

It will still be a good few years down the line, though, before pathologists will be able to benefit from imaging mid-IR spectroscopy because the hurdles for medical applications are still set very high. In environmental analysis, however, such as analyzing motor combustion gases or detecting gas leaks in pipelines, the method could be ready for operation in just a few years' time.

# MBI-Laser schickt Elektronen im XFEL auf Slalomkurs

## MBI laser sends electrons on a slalom course through the XFEL

Paul Janositz

18

**Chemische Reaktionen filmen, den atomaren Aufbau von Proteinmolekülen entschlüsseln, winzige Strukturen im Nanometer-Bereich untersuchen – der XFEL (X-Ray Free-Electron Laser) macht es möglich. Seit Anfang September 2017 wird diese raffiniert ausgeklügelte Großanlage in Hamburg betrieben. „Der European XFEL ist eine weltweit einmalige Forschungsanlage“, sagt Prof. Stefan Eisebitt, Direktor am Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI). Der Experimentalphysiker ist als Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats des Europäischen XFEL mit der Materie bestens vertraut. Die Faszination ist deutlich spürbar, als er in Adlershof zusammen mit seinen MBI-Mitarbeitern Dr. Tino Noll und Dr. Ingo Will über den weltweit leistungsfähigsten Röntgenlaser spricht, zu dessen experimenteller Ausstattung die MBI-Forscher wesentliche Beiträge geleistet haben.**

Das im Mittel 27 000 Mal pro Sekunde blitzende „Licht“ mit Wellenlängen von 0,05 bis 4,7 Nanometern macht den XFEL tausendfach intensiver als bisher existierende Röntgenlaser. Die kürzesten Wellenlängen sind dabei kleiner als der Abstand zwischen benachbarten Atomen in einem Festkörper und damit geeignet, solche Atompositionen zu vermessen. Die Röntgenpulse sind nur wenige Femtosekunden kurz (eine Femtosekunde ist der milliardste Teil einer millionstel Sekunde) und erlauben es daher, auch extrem schnell ablaufende Prozesse abzubilden.

### **XFEL ist ein internationales Großprojekt**

Für das Milliardenprojekt wurde eine eigene Gesellschaft gegründet. Neben Deutschland sind zehn weitere Staaten an der European XFEL GmbH beteiligt, darunter Russland, Polen, Frankreich und die Schweiz. Als Hauptgesell-

filming chemical reactions, unraveling the atomic structure of protein molecules, examining tiny structures in the nanometer range – XFEL (the X-Ray Free-Electron Laser) makes it all possible. Since the beginning of September 2017, this ingenious, sophisticated large-scale facility has been in operation in Hamburg. “Worldwide, the European XFEL is a unique research facility,” says Professor Stefan Eisebitt, Director of the Max Born Institute for Non-Linear Optics and Short-Pulse Spectroscopy. In his role as chair of the European XFEL’s Scientific Advisory Board, the experimental physicist is very familiar with the subject. Its fascination is positively tangible when he and his MBI staff members Dr Tino Noll and Dr Ingo Will discuss the world’s most efficient x-ray laser in Adlershof; the MBI researchers contributed significantly to its experimental equipment.

With an average of 27,000 “light” flashes per second on wavelengths of 0.05 to 4.7 nanometers, the XFEL is a thousand times more intensive than all previous x-ray lasers. The shortest wavelengths are less than the distance between neighboring atoms in a solid and thus suited to measuring such atomic positions. The x-ray pulses last just a few femtoseconds (a femtosecond is a billionth of a millionth of a second) and therefore mean that extremely fast processes can be imaged.

### **XFEL is an international large-scale project**

To realise this billion-euro project, a dedicated company was formed. In addition to Germany, ten other states are involved in the European XFEL, including Russia, Poland, France and Switzerland. As the main stakeholder, DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron) is responsible for operating the electron accelerator which



*Der Tunnel von European XFEL startet auf dem DESY-Gelände in Hamburg-Bahrenfeld und endet in der unterirdischen Experimentierhalle in Schenefeld.*

*The underground tunnels start on the DESY Campus in Hamburg-Bahrenfeld and end in the experiment hall under the main building in Schenefeld.*

19

schafter ist das Forschungszentrum DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron) für den Betrieb des Elektronenbeschleunigers verantwortlich, mit dessen Hilfe die extrem intensiven Röntgenblitze erzeugt werden. Die etwa 3,4 Kilometer lange, in unterirdische Tunnelröhren eingebaute Anlage reicht vom DESY-Gelände in Hamburg-Bahrenfeld bis ins schleswig-holsteinische Schenefeld, wo das unterirdische Laborgebäude für die eigentlichen Experimente zu finden ist. Gemeinsam mit seinen internationalen Partnern hat DESY auch das Herz der Röntgenlaseranlage gebaut – den 1,7 Kilometer langen supraleitenden Beschleuniger mit der Elektronenquelle. Bei dessen Betrieb fließen die Erfahrungen ein, die DESY mit FLASH (Freie-Elektronen-Laser in Hamburg) sammeln konnte.

„Es geht im Prinzip darum, ultrakurze, extrem intensive Röntgenpulse herzustellen, mit denen man wissenschaftliche Experimente durchführen kann“, erklärt Eisebitt. Pakete von fast auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigten Elektronen werden durch speziell angeordnete Magnete (Undulatoren) auf einer über 200 Meter langen Strecke auf eine Slalombahn gezwungen. Auf diesem Slalomkurs wird die Röntgenstrahlung erzeugt. Dabei wird ausgenutzt, dass geladene Teilchen,

generates extremely intensive x-ray flashes. At a length of some 3.4 kilometers, the facility is housed in subterranean tunnels that run from the DESY site in Hamburg-Bahrenfeld to Schenefeld in Schleswig-Holstein. This is where the underground laboratory is to be found where the actual experiments take place. Together with its international partners, DESY also built the heart of the x-ray laser facility: the 1.7-kilometer-long superconducting accelerator with the electron source. DESY's experience with FLASH (Free Electron Laser in Hamburg) fed into the operation.

“Basically, it’s all about generating ultrashort, extremely intensive x-ray pulses which you can use to conduct scientific experiments,” Eisebitt explains. Specially arranged magnets (undulators) force bunches of electrons, accelerated to almost the speed of light, onto a slalom course of more than 200 meters. The x-ray radiation is generated on this slalom course, exploiting the fact that when they are in a magnetic field and deflected from their original path, and therefore accelerated, charged particles emit electromagnetic radiation.

The accelerated bunches of electrons emit particularly intensive x-ray flashes because as they



*Der Physiker Ingo Will bei der Montage des XFEL-Photokathodenlasers in Hamburg.  
The physicist Ingo Will mounts the XFEL photocathode laser in Hamburg.*

20

die in einem Magnetfeld und von ihrer ursprünglichen Bahn abgelenkt und damit beschleunigt werden, elektromagnetische Strahlung abgeben.

Die beschleunigten Elektronenpakete emittieren besonders intensives Röntgenlicht, da sie beim Durchflug durch die lange Undulatorstrecke mit dem ersten bereits erzeugten Röntgenlicht wechselwirken – so entstehen intensive Röntgenpulse mit laserartigen Eigenschaften. Dies ist nur möglich, wenn die Elektronenpakete, die ganz am Anfang in den Beschleuniger eingespeist werden, „qualitativ hochwertig“ und sehr zuverlässig erzeugt werden. Dass dies seit einigen Jahren zunächst bei der Vorläuferanlage FLASH und nun beim Europäischen XFEL exakt funktioniert, ist auch der erfolgreichen Arbeit der Berliner MBI-Forscher zu verdanken.

#### **Der Laser zur Erzeugung der Elektronenpakete stammt aus dem MBI**

So werden die Elektronen, die bündelweise das Rennen durch die Slalomstrecke aufnehmen, mit Hilfe eines Photokathodenlasers erzeugt, den Dr. Ingo Will, Projektleiter am MBI, mit seinem fünfköpfigen Team entworfen und aufgebaut hat. Photokathodenlaser sind spezielle optische Laser, die am Anfang der Beschleuniger stehen. Durch Belichtung einer Kathode mit ultrakurzen Laserpulsen von einigen Pikosekunden Dauer (Billionstel Sekunden) werden Elektronen aus dieser Kathode freigesetzt. „Fokussiert man geeignete Laserpulse auf Photokathoden, so entstehen Elektronenwolken hoher Dichte“, sagt der Physiker.

race through the long undulator course, they interact with the x-ray flashes generated right at the very beginning – which produces intensive x-ray pulses with laser-like properties. This only works if the electron bunches that are fed into the accelerator at the outset are generated at “high-quality” and very reliably. Some of the credit for the fact that it has functioned perfectly for several years, initially using the precursor facility FLASH and now with the European XFEL, goes to the MBI researchers in Berlin for their successful efforts.

#### **The laser used to generate the electron bunches comes from MBI**

The bunches of electrons which set out on the race along the slalom course are generated with the help of a photocathode laser designed and built by Dr Ingo Will, MBI Project Leader, and his team of five. Photocathode lasers are special optical lasers that are situated at the start of the accelerator. By exposing a cathode to ultrashort laser pulses lasting a few picoseconds (trillionths of seconds), the electrons in the cathode are released. “If you focus the appropriate laser pulses on photocathodes, high-density electron clouds are produced,” says the physicist.

Ingo Will and his team have been developing this special type of laser since the late 1990s. In 1998, the first photocathode laser developed by the MBI team went into operation, generating the bursts required for the TESLA-type superconducting accelerator developed at DESY.

Ingo Will entwickelt mit seinem Team seit Ende der neunziger Jahre diesen speziellen Lasertyp. 1998 ging der erste von ihm entwickelte Photokathodenlaser in Betrieb, der die für den damals bei DESY entwickelten supraleitenden Beschleuniger des TESLA-Typs erforderlichen Pulszüge („Bursts“) erzeugen kann. Im Laufe der Jahre folgten mehrere verbesserte Versionen dieses Lasersystems, die noch heute am FLASH-Beschleuniger bei DESY zuverlässig arbeiten. Ein sehr spezieller Laser, der mit Ytterbium-dotierten YAG-Kristallen (Yb:YAG) als Verstärkermedium arbeitet, wurde für den Europäischen XFEL entwickelt. In diesem Laser werden durch gezielte Formung der Laserpulse die Eigenschaften der erzeugten Elektronenpakete optimiert. Die optimale Pulsform wird mit Hilfe doppelbrechender Kristalle aus einem gaußförmigen Eingangspuls synthetisiert. So ist es möglich, Elektronenpulse in einer Qualität zu erzeugen, die die effiziente Erzeugung kurzer Röntgenpulse ermöglicht.

Für die Experimente können die Röntgenblitze je nach Bedarf gebündelt, nach Wellenlänge gefiltert oder in ihrer Pulsdauer variiert werden, bevor sie mit den zu untersuchenden Proben in Wechselwirkung treten.

Over the years, there followed several improved versions of this laser system that are still performing reliably in DESY's FLASH accelerator. A very special laser which uses ytterbium-doped YAG crystals as an amplification medium was developed for the European XFEL. In this laser the properties of the electron bunches generated are optimized by targeted laser pulse shaping. The ideal form of the pulse is synthesized with the help of birefringent crystals from a Gaussian input pulse, which makes it possible to generate electron pulses of a quality that facilitates the generation of short x-ray pulses.

For the purpose of the experiments, the x-ray flashes can be bundled, filtered according to wavelength or varied in pulse length before interacting with the samples under investigation.

“For example, the extremely short pulses mean that we can effectively freeze the movements of the atomic nuclei at a specific point, rather like a flash photo,” Eisebitt explains. By immediately taking further consecutive photos, a film of a very fast process at atomic level could be created. But the shortest distance of some 200 nanoseconds between two pulses is far too long to be able to follow the sequence of ultrafast

21

*Die Konstrukteure des Split-and-Delay-Systems mit dem Prototyp einer wichtigen Baugruppe zur Präzisionspositionierung der Kristalle.*

*The designers of the split and delay system with the prototype of an important component for the precision positioning of the crystals.*



„Die extrem kurzen Pulse ermöglichen es beispielsweise, die Bewegung der Atomkerne zu einem bestimmten Zeitpunkt quasi einzufrieren, analog zu einem Blitzlichtfoto“, erläutert Eisebitt. Mit weiteren, unmittelbar darauffolgenden Fotos könnte dann ein Film eines sehr schnellen Prozesses auf atomarer Ebene entstehen. Doch der kürzeste Abstand von rund 200 Nanosekunden zwischen zwei Pulsen ist viel zu lang, um den Ablauf ultraschneller Prozesse verfolgen zu können. Mit den normalen Pulssequenzen des XFEL können dynamische Prozesse in nanoskopischen Systemen, die vielfach auf der schwer zugänglichen Zeitskala von Femto- bis Pikosekunden ablaufen, also nicht abgebildet werden, obwohl die einzelnen Pulse ausreichend kurz wären.

### Mit Doppelpulsen lassen sich ultraschnelle Prozesse verfolgen

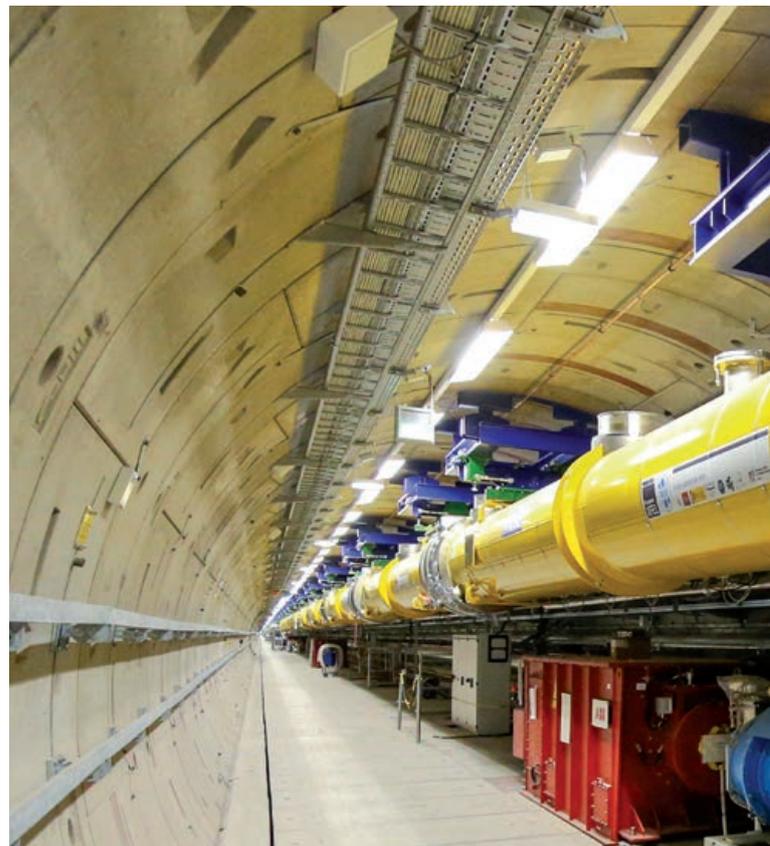
Dies zu ändern, hat sich der Ingenieur Dr. Tino Noll vorgenommen, der am MBI dazu ein Forschungsprojekt durchführt. Nolls Lösung sind Doppelpulse, die entstehen, wenn man jeden einzelnen Puls halbiert und einen der beiden Teilpulse ein wenig verzögert. Der Spezialist für Optomechanik entwickelt ein Instrument, das es ermöglicht, diese sogenannte „Split and Delay“-Methode für Röntgenstrahlen am Europäischen XFEL zu realisieren. Ein Teil des Röntgenlichts wird durch Beugung an einem Kristall abgelenkt, so wird ein einziger Puls in zwei Pulse aufgespalten, die mit Lichtgeschwindigkeit auf verschiedenen Wegen über weitere Kristalle laufen, bevor sie schließlich das zu untersuchende Objekt treffen. Einer der beiden Pulse wird auf einen längeren Weg gezwungen und daher relativ zu dem anderen Puls verzögert. Diese Verzögerungszeit kann man durch höchst präzise Bewegungen der Kristalle einstellen und damit an die Geschwindigkeit der Prozesse, die man beobachten möchte, anpassen.

Tino Noll hat diese Methode bereits bei FLASH erfolgreich praktiziert, mittels sieben Spiegeln auf einer Strecke von 130 Zentimetern. Beim XFEL sind Entwurf und Aufbau aber viel schwieriger, da für die kurzwelligeren Röntgenstrahlen Kristalle über große Wege und gleichzeitig mit enorm hoher Präzision im partikelfreien Ultrahochvakuum bewegt werden müssen. Dazu musste zunächst ein spezielles Bewegungskonzept mit gleichzeitiger Live-Kontrolle der Positionen entwickelt werden. Das dreiköpfige MBI-Team baut dafür mehrere Laserinterferometer und nicht weniger als 120 Motoren in das System ein. „Wir müssen schließlich die Winkel der Kristalle mit einer Genauigkeit von 0,1 Mikrorad zuverlässig einstellen können“,

processes. So, even though the individual pulses would be sufficiently short, with the XFEL's normal pulse sequences it is not yet possible to image dynamic processes in nanoscopic systems, which frequently take place on the difficult to access femto- to picosecond timescale.

### Using double pulses to follow ultrashort processes

To do something about this is the aim of engineer Dr Tino Noll, who is pursuing a research project at MBI. Noll's solution involves double pulses which are generated when every individual pulse is split in two, and one of the two part-pulses is slightly delayed. The optomechanics specialist is developing a tool that will facilitate this so-called split and delay method for x-rays at the European XFEL. By diffracting it on a crystal, part of the x-ray light is deflected so that a single pulse is split into two pulses; they then chase along different paths via further crystals at the speed of light until they finally meet the object under investigation. One of the two pulses is forced to take a longer path and thus arrives later than the other. The delay period can be adjusted by extremely precise movements of the crystals to correspond to the speed of the processes one wants to observe. Tino Noll has already applied this method



betont Noll. 0,1 Mikrorad entsprechen einem Winkel von 0,000006 Grad. Würde man mit einem Laserpointer von Berlin aus den Eiffelturm anleuchten, würde sich der Strahl nur um 9 cm bewegen, wenn man den Pointer um diesen Winkel dreht. Komendes Jahr will Noll das neue System am XFEL in Hamburg installieren, 2019 sollen dann Split- and Delay-Messungen am XFEL möglich sein.

Dann können ultraschnelle Vorgänge „gefilmt“ werden, wie sie zum Beispiel bei chemischen Reaktionen auftreten. Vielleicht lassen sich beispielsweise Mechanismen der Katalyse und der Photosynthese besser verstehen und so für zukünftige Energietechnologien nutzen.

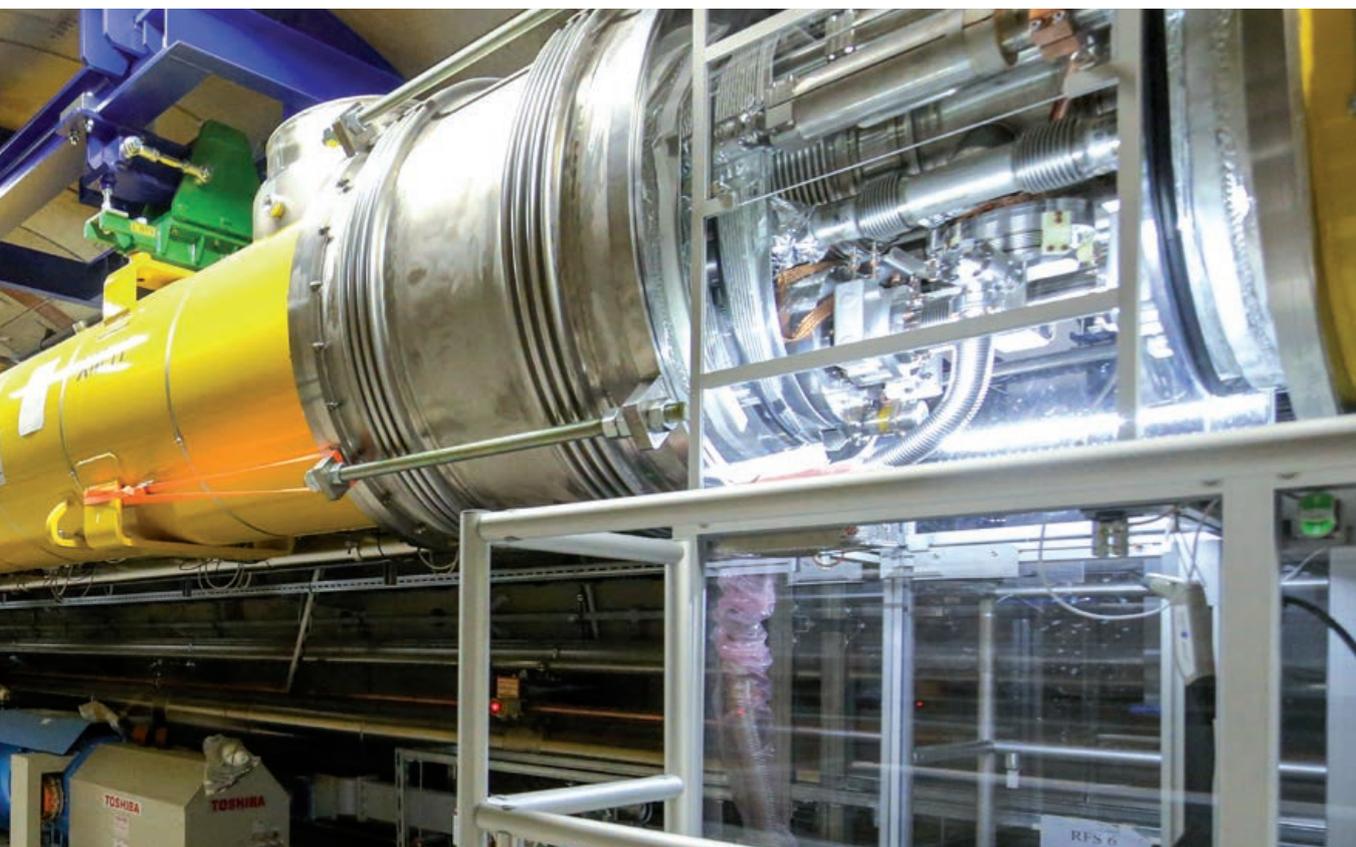
successfully at FLASH using a course of seven mirrors over a distance of 130 centimeters. At the XFEL, however, the design and set up are much more difficult because for the shorter wavelength x-rays, crystals have to be moved over long distances in a particle-free ultra-high vacuum, employing extremely high precision at the same time. To manage this, the scientists had to first of all devise a special movement strategy with simultaneous live control of the positions. The team of three incorporated several laser interferometers and no fewer than 120 motors into the system. “After all, we have to be able to reliably adjust the angle of the crystals to precisely 0.1 microrads,” Noll emphasizes. 0.1 microrads is an angle of 0.000006 degrees. If you were to beam a laser pointer from Berlin at the Eifel Tower and rotate the pointer through this angle, the beam would only move 9 cm. Next year, Noll wants to install the new system at XFEL in Hamburg; by 2019, it should be possible to do split and delay measurements there.

Then the “filming” of ultrafast processes such as chemical reactions can take place, which may help us to better understand the mechanisms of catalysis and photosynthesis, for example, harnessing them for future energy technologies.

*Blick in den Beschleunigertunnel mit 100 supraleitenden Modulen.  
View into the main accelerator tunnel, where one hundred superconducting accelerator modules are being installed.*

23

*Translation:  
Lynda Lich-Knight*



Foto/Photo: DESY

# Viren statt Antibiotika: 3D-Struktur von Phagen bestimmen

## Viruses over antibiotics: Determining the 3D structure of phages

Beatrice Hamberger

24

**Im Kampf gegen Antibiotikaresistenzen sind Phagen in den Fokus der Forschung geraten. Die bakterienfressenden Viren haben sich in Experimenten bereits als wirksam gegen multiresistente Bakterien erwiesen. Unbekannt ist jedoch, wie die kleinen Helfer auf atomarer Ebene aufgebaut sind. Forscher vom Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP) konnten jetzt eine neue Methode entwickeln, mit der sich die komplexe Struktur bis ins atomare Detail aufklären lässt. Die Arbeit basiert auf einer Weiterentwicklung der Festkörper-NMR und wurde in den Fachmagazinen „Angewandte Chemie“ und „Nature Protocols“ publiziert.**

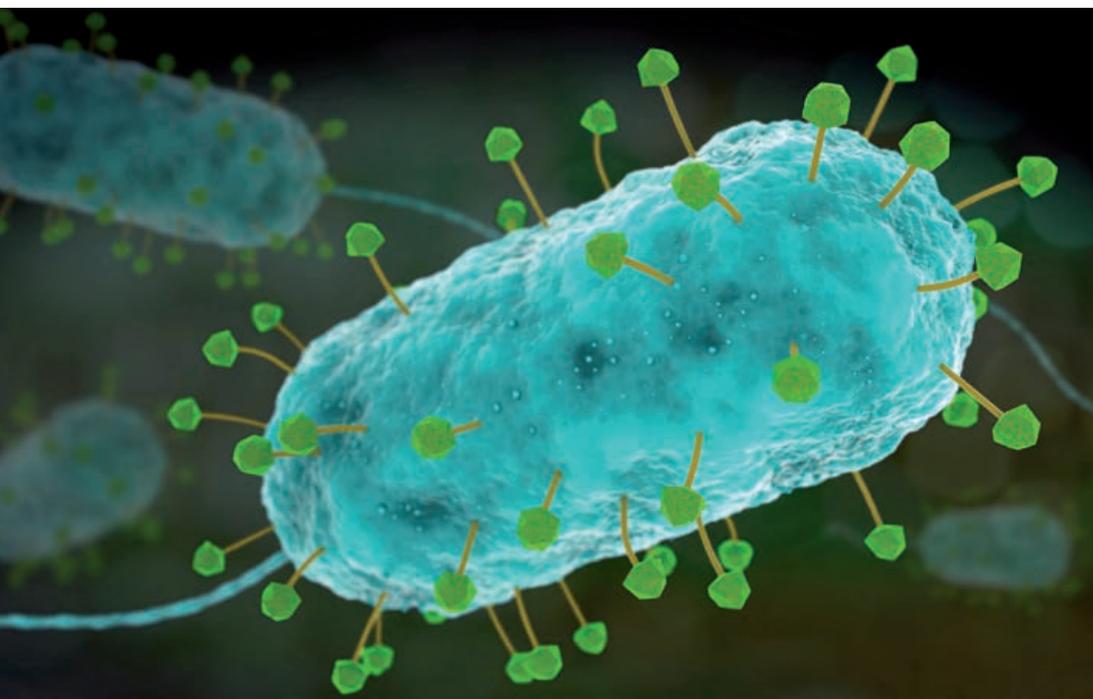
Die WHO hat Antibiotikaresistenzen längst zu einer globalen Gesundheitskrise erklärt und zuletzt im März eine Liste mit Problemkeimen veröffentlicht, für die am dringendsten neue Antibiotika benötigt werden. Doch die Suche nach neuen Antibiotika gestaltet sich schwierig: Seit über 40 Jahren gab es keine wesentlichen Fortschritte in der Entwicklung. Forscher suchen darum verstärkt nach therapeutischen Alternativen. Eine solche Alternative könnten Phagen darstellen. Das sind natürlich vorkommende Viren, die bestimmte Bakterien angreifen und fressen und darum auch „Bakteriophagen“ heißen (altgriechisch φαγεῖν phageín – „fressen“).

Da es für jedes Bakterium spezifische Phagen gibt, scheinen sie sogar gezielter einsetzbar zu sein als Antibiotika, die immer auch „gute“ Bakterien töten. In Osteuropa wurde bereits viel mit Bakteriophagen experimentiert, und in den USA werden sie inzwischen genetisch so manipuliert, dass sie in der Lage sind, Mäuse von Infektionen mit multiresistenten Keimen zu heilen.

Phages have become a focus of research in the battle against antibiotic resistance. These bacteria-eating viruses have already proven effective in experiments against multidrug-resistant bacteria. However, the atomic structure of these small helpers is unknown. Researchers at the Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP) in Berlin have now succeeded in developing a new method that makes it possible to determine the complex structure in detail, down to the atomic level. Their work is a further development in solid-state NMR and was published in the specialist journals “Angewandte Chemie” and “Nature Protocols.”

The WHO has long declared resistance to antibiotics a global health crisis and published a list of problematic germs, most recently in March, for which new antibiotics are urgently needed. But the search for new antibiotics has proven to be difficult: There has been no significant progress in development for over forty years. This is why researchers are now more than ever looking for alternative treatments. Phages could constitute such an alternative. They are naturally occurring viruses that attack and consume certain bacteria, which is why they are also called “bacteriophages” (ancient Greek φαγεῖν phageín – “to devour”).

Since there are special phages for every bacterium, it appears that they can be deployed more specifically than antibiotics, which always kill “good” bacteria as well. A lot of experiments with bacteriophages have already been carried out in Eastern Europe, and in the U.S. they have been genetically manipulated so they are able to cure infections of multiresistant germs in mice.



*Künstlerische Darstellung von Phagen (grün und gelb), die ein Bakterium (blau) angreifen.  
Artist's impression of phages (green and yellow) attacking a bacterium (blue).*

Der genaue Aufbau der Phagen ist bislang nicht komplett bekannt. Dabei wäre es im Zuge der aktuellen Therapieentwicklung enorm wichtig zu wissen, wie sie genau operieren und wie ihre 3D-Struktur im atomaren Detail aussieht. „Phagen sind von der Natur über Millionen von Jahren optimierte Nanomaschinen. Sie bestehen aus vielen Komponenten, die sich zu einer komplexen Architektur zusammenfügen“, erklärt Prof. Adam Lange vom FMP.

Lange und seinem Team ist jetzt ein methodischer Meilenstein gelungen: Die Forscher haben Festkörper-NMR-Methoden (Kernspinresonanzspektroskopie) so weiterentwickelt, dass sich damit die Struktur der Phagen bis ins atomare Detail aufklären lässt. Etwa ein Jahr, schätzt Lange, wird er brauchen, um die komplexe Struktur der Phagen aufzuklären. „Damit können wir im Rahmen der Grundlagenforschung einen wichtigen Beitrag zur Phagentherapie leisten.“

Die neue Methode kann auch auf andere wichtige Systeme angewendet werden. Damit Labore auf der ganzen Welt darauf zurückgreifen können, haben die Forscher zusätzlich zu der Arbeit in „Angewandte Chemie“ ein ausführliches Protokoll in „Nature Protocols“ publiziert.

„Bakteriophagen werden aufgrund der Antibiotikaresistenz vieler pathogener Bakterienstämme als alternativer therapeutischer Ansatz immer wichtiger“, schließt Lange, der einer der führenden Köpfe auf dem Gebiet der NMR-basierten Sichtbarmachung von Proteinstrukturen ist. „Darum werden wir unsere technische Weiterentwicklung jetzt nutzen, um deren komplexe Struktur so schnell wie möglich aufzuklären.“

doi: [10.1002/anie.201706060](https://doi.org/10.1002/anie.201706060)  
doi: [10.1038/nprot.2016.190](https://doi.org/10.1038/nprot.2016.190)

The atomic structure of the phages is not fully known to date. In the course of current therapy development, however, it would be tremendously useful to know how exactly they operate and what their 3D structure looks like at atomic detail. “Phages are nanomachines that have been optimized by nature over millions of years. They consist of numerous components that are assembled into a complex architecture,” explains Professor Adam Lange (FMP).

Lange and his team have now succeeded in reaching a methodological milestone: The researchers have developed solid-state NMR (nuclear magnetic resonance spectroscopy) methods so that they can be used to determine the structure of phages down to the atomic level. Lange estimates that he will need about a year to resolve the complex structure of the phages. “By carrying out this fundamental research, we can make an important contribution to phage therapy.”

The new method can be applied to other important systems as well. To provide access for laboratories around the world, in addition to the paper in “Angewandte Chemie”, the researchers published a detailed protocol in “Nature Protocols”.

“Bacteriophages are becoming increasingly important as an alternative treatment approach due to the resistance of many pathogenic bacteria strains to antibiotics,” Lange concludes. He is one of the leading minds in the field of making protein structures visible with NMR. “Therefore, we will now put our further development of the technology to use and investigate their complex structure as quickly as possible.”

# Nano-Antikörper in lebende Zellen einschleusen

## Introducing nano antibodies into living cells

Bettina Bastian

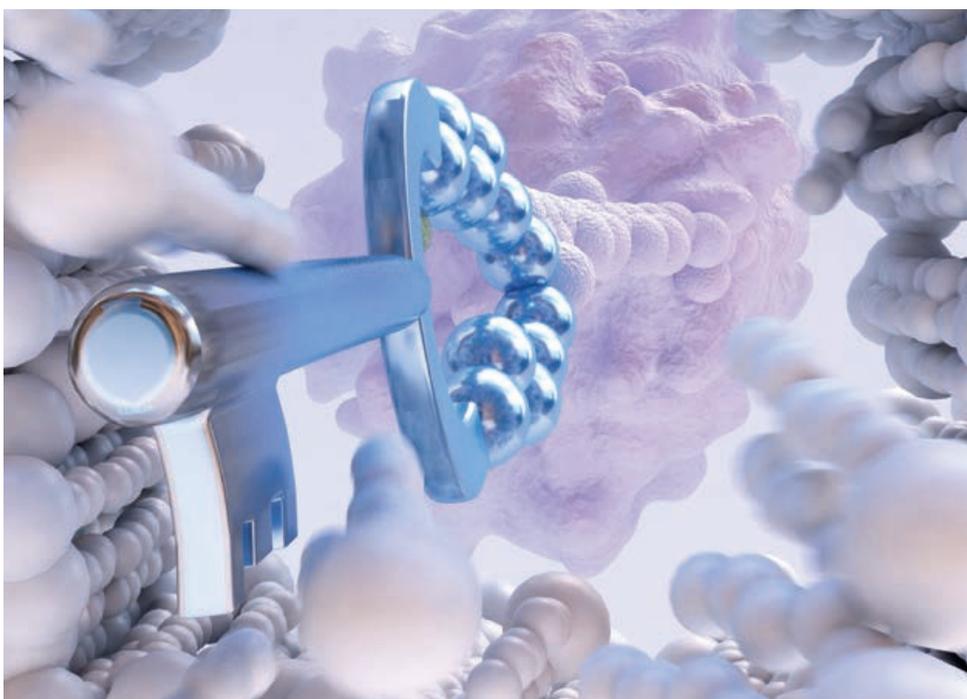
**Wissenschaftlern ist es erstmals gelungen, winzige Antikörper in lebende Zellen zu schleusen. Über die Synthese und den vielfältigen Einsatz dieser Nanobodies berichten die Forscherinnen und Forscher jetzt in „Nature Chemistry“.**

26

Antikörper zählen zu den Hauptwaffen unseres Immunsystems. Sie docken an Viren, Bakterien und andere Eindringlinge an, die in unserem Blut kursieren, und machen sie so unschädlich. Auch in der Therapie und Diagnostik von Krankheiten sowie in der Forschung spielen Antikörper eine entscheidende Rolle. „Eine klare Limitierung ist, dass Antikörper wegen ihrer Größe und diverser anderer Faktoren nicht in lebende Zellen gelangen“, betont M. Cristina Cardoso, Professorin für Zellbiologie und Epigenetik am Fachbereich

**Scientists have managed to introduce tiny antibodies into living cells. The researchers now report on the synthesis and applications for these nanobodies in “Nature Chemistry.”**

Antibodies are one of the main weapons of our immune system. They dock to viruses, bacteria and other invaders that course through our blood, and thereby render them harmless. Antibodies also play a key role in the diagnosis and treatment of diseases and in research. “One clear limitation is that due to their size and various other factors, antibodies are unable to permeate living cells,” emphasises M. Cristina Cardoso, Professor of Cell Biology and Epigenetics in the Department of Biology at the TU Darmstadt. Working in close collaboration with the research



*Ringförmige Peptide öffnen die Zellmembrantür, so dass Antikörper und andere therapeutische Wirkstoffe in die Zellen gelangen können. Ring peptides open the cell membrane door allowing antibodies and other therapeutic agents to enter cells.*

Biologie der TU Darmstadt. In enger Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Prof. Christian Hackenberger am FMP ist es dem interdisziplinären Team jetzt erstmals gelungen, Nano-Antikörper – auch Nanobodies genannt – in lebende Zellen einzuschleusen und dort mikroskopisch zu beobachten. Die Medizin setzt große Hoffnungen in die kleinen Antikörper. Im Menschen kommen sie zwar nicht vor, in Kamelen und Knorpelfischen aber wurden sie schon entdeckt.

„Um den Nanobodies den Weg ins Zellinnere zu öffnen, haben wir sie chemisch mit zyklischen zellpenetrierenden Peptiden dekoriert, die quasi als Schlüssel für die direkte Aufnahme in Zellen dienen“, erklärt Christian Hackenberger. Wie die Forscher in der aktuellen Ausgabe der renommierten Fachzeitschrift „Nature Chemistry“ berichten, können die Schlüsselpeptide entweder stabil an die Nanobodies gekoppelt werden oder eher locker, sodass sich die Bindung im Zellinneren löst.

Die Wissenschaftler haben die Nano-Antikörper erfolgreich in lebende Zellen von Maus und Mensch eingeschleust und zudem ihren Nutzen untersucht. Für die Erkennung und Manipulation von Antigenen eignen sich die zellgängigen Nanobodies ebenso wie für die Analyse von Protein-Protein-Wechselwirkungen. So beobachteten die Forscher mit Hilfe der Nanobodies und speziellen Fluoreszenzmarkierungen die Interaktion zwischen dem Tumorchemmer p53 und seinem Gegenspieler, dem Protein HDM2. Diese Wechselwirkung spielt eine entscheidende Rolle bei der Entstehung von Krebs.

Medizinisch vielversprechend sind die Nanobodies auch, weil sie Proteine in lebende Zellen transportieren können. Die Symptome des Rett-Syndroms etwa, eine genetisch bedingte Erkrankung mit autistischen Zügen, ließen sich eventuell durch das Protein Mecp2 lindern. Die Forscher schleusten an Nanobodies gekoppeltes Mecp2 in Mauszellen ein und wiesen nach, dass das Protein sein Angriffsziel in der Zelle unbeschadet erreicht. Die zellgängigen Nano-Antikörper seien generelle Werkzeuge für die Lieferung von therapeutisch relevanten Proteinen in lebende Zellen, heißt es in „Nature Chemistry“. Damit öffnet sich eine Tür zu neuen Therapien von bislang unheilbaren Krankheiten.

Ermöglicht wurde die Zusammenarbeit der Wissenschaftler aus Darmstadt, Berlin und von der Ludwig-Maximilians-Universität München durch das DFG-Schwerpunktprogramm 1623, das sich mit der Synthese funktionaler Proteine beschäftigt.

group led by Prof. Christian Hackenberger at the Leibniz Institute for Molecular Pharmacology (FMP) the inter-disciplinary team has now, for the first time, managed to permeate living cells with small antibodies, also called nanobodies, and observe them microscopically. Medicine has extremely high hopes for these tiny antibodies. Although they do not occur in the human body, they have been found in camels and in cartilaginous fish.

“In order to open up the path into the cell for the nanobodies, we decorated them chemically with cyclic cell-permeating peptides that effectively act as keys to the direct permeation through the cell membrane into the cells,” explains Christian Hackenberger. As the researchers report in the current issue of the renowned scientific journal “Nature Chemistry,” the key peptides are either coupled stably to the nanobodies or more loosely, so that the connection is dissolved on the inside of the cell.

The scientists successfully permeated living mouse and human cells with nano antibodies, and examined their benefits. Cell-permeable nanobodies are suited both to the recognition and manipulation of antigens and to the analysis of protein-protein interactions.

The researchers were able to observe the interaction between the tumour inhibitor p53 and its counterpart, protein HDM2, using the nanobodies and special fluorescent markings. This interaction plays an important part in the development of cancer.

Nanobodies are also highly promising medically because they are able to transport proteins to living cells. The symptoms of Rett syndrome, for instance, a genetic disease with aspects of autism, could possibly be reduced by the protein Mecp2. The researchers permeated mouse cells with Mecp2 bound to nanobodies, and were able to prove that the protein was still intact and it reached its target in the cell. According to the report in “Nature Chemistry”, the cell-permeable nanobodies are general tools that deliver therapeutically relevant proteins into living cells. This opens up a new door to treatments for diseases that have so far been untreatable.

The work by the researchers from Darmstadt, Berlin and Munich was made possible by the DFG Priority Program 1623, which deals with the synthesis of functionalized proteins.

# Erstmals freie Nanoteilchen mit hochintensiver Laserquelle im Laborexperiment abgebildet

## First imaging of free nanoparticles in laboratory experiment using a high-intensity laser source

Anja Wirsing und | and Daniela Rupp

28

**In einem gemeinsamen Forschungsprojekt des Max-Born-Instituts für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI), der Technischen Universität (TU) Berlin und der Universität Rostock ist es erstmals gelungen, freie Nanoteilchen mit einer hochintensiven Laserquelle in einem Laborexperiment abzubilden. Die detailreiche Darstellung dieser extrem kleinen Strukturen mit Hilfe einzelner Beugungsbilder war bislang nur an Großforschungseinrichtungen, an sogenannten Freie-Elektronen-Lasern, möglich. Die wegweisenden Ergebnisse ermöglichen die hocheffiziente Charakterisierung der chemischen, optischen und strukturellen Eigenschaften von einzelnen Nanopartikeln und sind jetzt in „Nature Communications“ erschienen. Erstautorin der Publikation ist die Nachwuchswissenschaftlerin Dr. Daniela Rupp, die das Projekt an der TU Berlin durchführte und jetzt am MBI eine Nachwuchsforschungsgruppe aufbaut.**

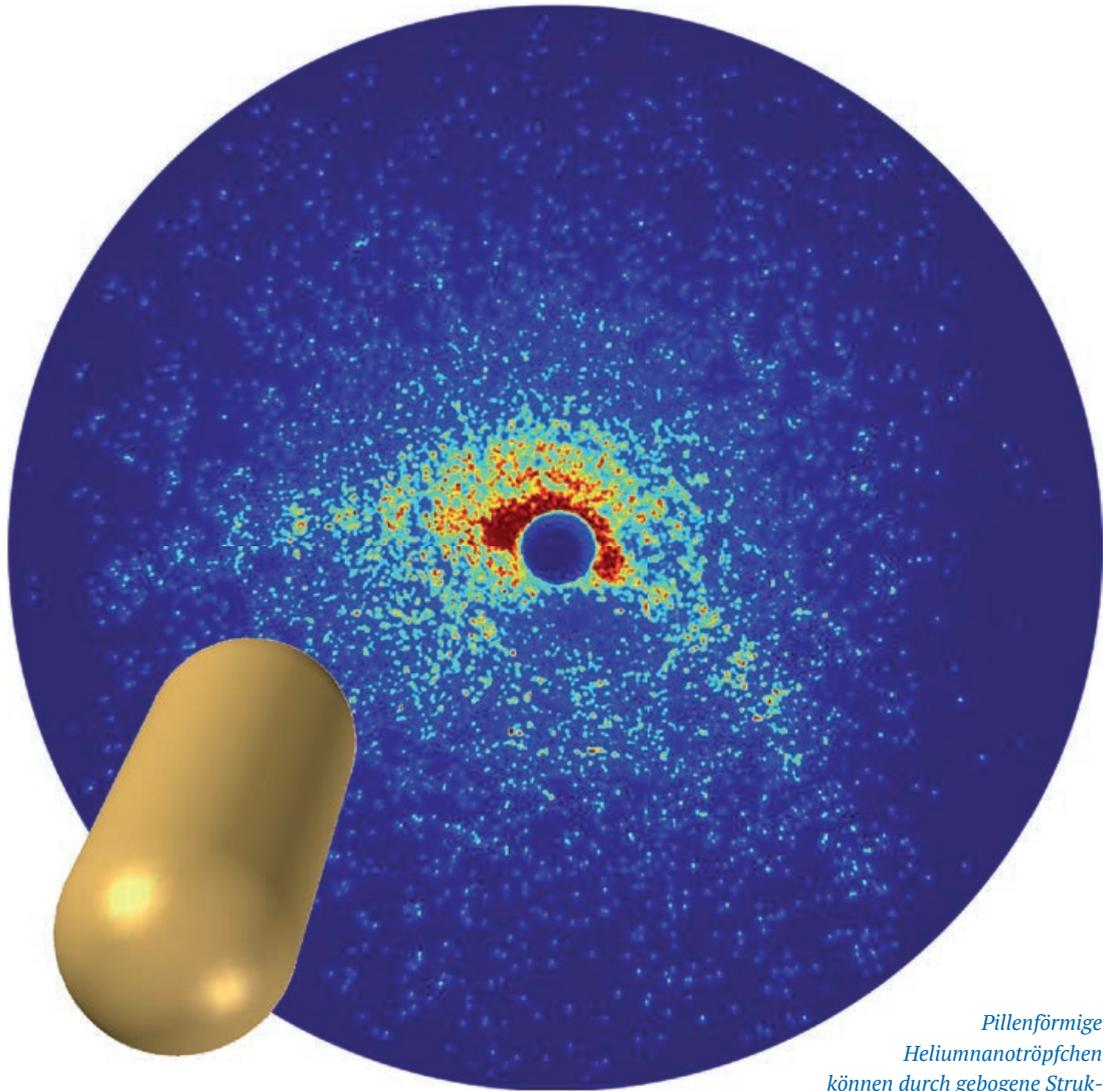
In seinem Laborexperiment hat das Forscherteam Heliumgas eingesetzt, das – auf niedrigste Temperaturen heruntergekühlt – in einen supraflüssigen Zustand übergeht und beim Zerstäuben klitzekleine Nanotröpfchen bildet. „Diese winzigen Tröpfchen haben wir mit ultrakurzen Röntgenblitzen durchleuchtet und das gestreute Laserlicht als Schnappschuss auf einem Flächen-detektor aufgezeichnet“, erklärt Daniela Rupp.

„Zum Erfolg der Experimente haben die hochintensiven Röntgenblitze aus der Labor-Laserquelle am MBI beigetragen, die mit einer einzigen Aufnahme bereits detailreiche Streumuster liefern“, erläutert Dr. Arnaud Rouzée vom MBI.

In a joint research project, scientists from the Max Born Institute for Nonlinear Optics and Short Pulse Spectroscopy (MBI), the Technische Universität Berlin (TU) and the University of Rostock have managed for the first time to image free nanoparticles in a laboratory experiment using a high-intensity laser source. Previously, the structural analysis of these extremely small objects via single-shot diffraction was only possible at large-scale research facilities using so-called XUV and x-ray free electron lasers. Their pathbreaking results facilitate the highly efficient characterisation of the chemical, optical and structural properties of individual nanoparticles and have just been published in “Nature Communications.” The lead author of the publication is junior researcher Dr Daniela Rupp who carried out the project at TU Berlin and is now starting a junior research group at MBI.

In their experiment, the researchers expanded helium gas through a nozzle that is cooled to extremely low temperature. The helium gas turns into a superfluid state and forms a beam of freely flying miniscule nanodroplets. “We sent ultra-short XUV pulses onto these tiny droplets and captured snapshots of these objects by recording the scattered laser light on a large-area detector to reconstruct the droplet shape,” explains Daniela Rupp.

“Key to the successful experiment were the high-intensity XUV pulses generated in MBI’s laser lab that produce detailed scattering patterns with just one single shot,” explains Dr Arnaud Rouzée from MBI. “By using the so-called wide-angle mode that provides access to the



29

*Pillenförmige Heliumnanotropfchen können durch gebogene Strukturen im Streubild nachgewiesen werden.*  
*Pill-shaped helium nanodroplets can be detected through curved structures in the scatter image.*

„Durch die Aufnahme im sogenannten Weitwinkel-Modus haben wir bislang unbekannte Formen der supraflüssigen Tröpfchen identifiziert“, ergänzt Prof. Thomas Fennel vom MBI und der Universität Rostock. Die Ergebnisse des Forscherteams eröffnen völlig neue Möglichkeiten für die Analyse der Struktur und optischen Eigenschaften kleiner Teilchen. Sie zeigen, dass dank modernster Laserlichtquellen nicht mehr nur ausschließlich an Großforschungseinrichtungen beeindruckende Abbildungen von kleinsten Materie möglich sind.

Die Physikerin Daniela Rupp war bis Sommer 2017 als Wissenschaftlerin am Institut für Optik und Atomare Physik der Technischen Universität Berlin tätig. Jetzt baut sie am MBI eine Nachwuchsgruppe auf (Leibniz-Junior Research Group), in der sie ihre Forschung zu Einzelpartikel-Abbildung mit kurzen und intensiven extrem-ultravioletten Lichtpulsen fortsetzt. Sie wurde bereits mehrfach ausgezeichnet – mit dem Dissertationspreis der Sektion AMOP der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, dem Carl-Ramsauer-Preis der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin sowie dem Physik-Studienpreis der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.

three-dimensional morphology, we could identify hitherto unobserved shapes of the superfluid droplets,” adds Professor Thomas Fennel from MBI and the University of Rostock. The research team’s results enable a new class of metrology for analysing the structure and optical properties of small particles. Thanks to state-of-the-art laser light sources, making images of the tiniest pieces of matter is no longer exclusive to the large-scale research facilities.

Physicist Daniela Rupp worked as a scientist at the Institute of Optics and Atomic Physics at TU Berlin until summer 2017. Now she is launching a Leibniz Junior Research Group at MBI where she continues her research on single particle imaging with short and intensive extreme ultraviolet light pulses. Her work has been previously awarded the DPG’s Dissertation Prize (AMOP Section), the Carl Ramsauer Prize of the Berlin Physical Society and the Physics Graduation Prize of the Wilhelm and Else Heraeus Foundation.

[doi:10.1038/s41467-017-00287-z](https://doi.org/10.1038/s41467-017-00287-z)

Translation:  
Lynda Lich-Knight

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

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

Thomas Elsässer

30

**Protonen in wässriger Umgebung spielen eine Schlüsselrolle in vielen chemischen und biologischen Prozessen. In „Science“ berichten Wissenschaftler des Max-Born-Instituts für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI) und der Ben-Gurion-Universität des Negev über die Aufzeichnung ultraschneller Protonbewegungen mittels Schwingungsspektroskopie. Sie zeigen, dass Protonen in Wasser vorwiegend zwischen zwei Wassermolekülen gebunden sind und dort fluktuierende Bewegungen im Femtosekundenbereich ausführen. Diese Dynamik ist 10 bis 50 Mal schneller als das Hüpfen des Protons in eine neue Umgebung, der elementare Schritt der Protonenwanderung in der Chemie.**

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

Protonen in Wasser werden üblicherweise durch die beiden in Abb. 1A gezeigten Grenzstrukturen beschrieben. Im Eigenkomplex ( $H_9O_4^+$ ) (links) ist das Proton Teil des zentralen  $H_3O^+$ -Moleküls, das

Basic processes in chemistry and biology involve protons in a water environment. Water structures accommodating protons and their motions have so far remained elusive. Applying ultrafast vibrational spectroscopy, scientists from the Max Born Institute for Nonlinear Optics and Short Pulse Spectroscopy (MBI) and the Ben-Gurion University of the Negev map fluctuating proton transfer motions and provide direct evidence that protons in liquid water are predominantly shared by two water molecules. Femtosecond proton elongations within a hydration site are ten to fifty times faster than proton hopping to a new site, the elementary proton transfer step in chemistry.

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

Protons in water are commonly described with the help of two limiting structures (Fig. 1A). In the Eigen complex ( $H_9O_4^+$ ) (left), the proton is part of the central  $H_3O^+$  ion surrounded by three water molecules. In the Zundel cation ( $H_5O_2^+$ )

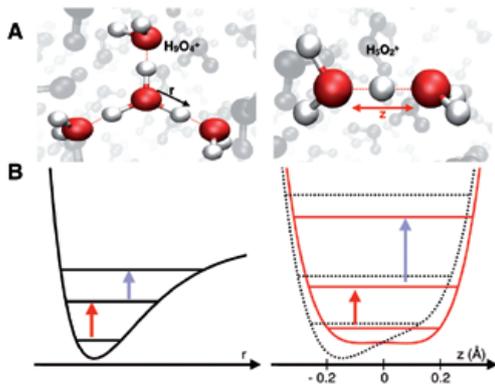


Abbildung 1. Chemische Struktur hydratisierter Protonen in Wasser.

Figure 1: Chemical structure of hydrated protons in liquid water.

von drei Wassermolekülen umgeben ist. Im Zundel-Kation ( $\text{H}_5\text{O}_2^+$ ) (rechts) bildet das Proton zwei starke Wasserstoffbrücken mit zwei benachbarten Wassermolekülen. Zur Beschreibung dieser Systeme auf molekularem Niveau wird die Energiepotentialfläche des Protons verwendet (Abb. 1B). Für das im Eigenkomplex gebundene Proton erwartet man ein Potential mit einem Minimum, während die Zundelgeometrie ein Doppelminimum-Potential aufweisen sollte. In Wasser fluktuieren solche Potentiale auf ultraschnellen Zeitskalen – aufgrund thermischer Bewegungen der Wassermoleküle und des Protons.

Die Wissenschaftler haben jetzt die ultraschnellen Bewegungen von Protonen in Wasser unter Umgebungsbedingungen sichtbar gemacht und das Zundel-Kation als vorherrschende Spezies identifiziert. Die Femtosekundendynamik der Protonbewegungen ( $1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$ ) wurde mit Hilfe der Schwingungsübergänge zwischen den Quantenzuständen des Protons in Echtzeit aufgezeichnet (rote und blaue Pfeile in Abb. 1B). Die besonders aussagekräftige Methode der zweidimensionalen Schwingungsspektroskopie liefert die gelb-roten und blauen Konturen in Abb. 2A, die den Energiebereich der beiden Übergänge kennzeichnen. Die blaue Kontur befindet sich bei höheren Detektionsfrequenzen als die gelb-rote, der erste direkte Nachweis des Doppelminimum-Charakters des Protonpotentials (Abb. 1B rechts) in nativer wässriger Umgebung. Wäre das Proton in einem Potential mit einem Minimum gebunden (Abb. 1B links), würde die blaue Kontur bei kleineren Detektionsfrequenzen auftreten als die gelb-rote.

Die Ausrichtung beider Konturen entlang der vertikalen Frequenzachse zeigt, dass das Proton innerhalb von weniger als 100 fs vorübergehend alle Positionen zwischen den beiden Wassermolekülen einnimmt und es extrem schnell die Erinnerung verliert, wo es kurz vorher war. Theoretische Simulationen der Protodynamik sind in Abb. 2B dargestellt.

Das hier vorgestellte neue Bild der Protodynamik ist von entscheidender Bedeutung für ein Verständnis des Protonentransports durch den berühmten von Grotthuss-Mechanismus und für Protonverschiebungen in biologischen Systemen.

doi: 10.1126/science.aan5144

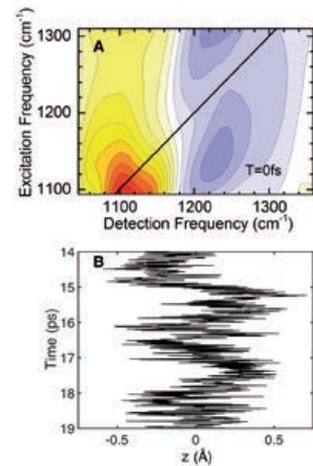


Abbildung 2: Femtosekundendynamik der Protonbewegung ( $1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$ ).  
Figure 2: Femtosecond dynamics of proton motions ( $1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$ ).

(right), the proton forms strong hydrogen bonds with two flanking water molecules. A description at the molecular level employs the potential energy surface of the proton (Fig. 1B) which is markedly different for the two limiting geometries. As shown in Fig. 1B, one expects an anharmonic single-minimum potential for the Eigen species and a double minimum potential for the Zundel species. In liquid water, such potentials are highly dynamic in nature and undergo very fast fluctuations due to thermal motions of surrounding water molecules and the proton.

The researchers have now elucidated the ultrafast motions and structural characteristics of protons in water under ambient conditions and identified the Zundel cation as a predominant species in liquid water. The femtosecond ( $1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$ ) dynamics of proton motions were mapped via vibrational transitions between proton quantum states (red and blue arrows in Fig. 1B). The sophisticated method of two-dimensional vibrational spectroscopy provides the yellow-red and blue contours in Fig. 2A which mark the energy range covered by the two transitions. The blue contour occurs at higher detection frequencies than the red, giving the first direct evidence for the double-minimum character of the proton potential in the native aqueous environment. In contrast, the blue contour is expected to appear at smaller detection frequencies than the red one.

The orientation of the two contours parallel to the vertical frequency axis demonstrates that the proton explores all locations between the two water molecules within less than 100 fs and very quickly loses the memory of where it has been before. The detailed theoretical simulations of proton dynamics are shown in Fig. 2B. This new picture of proton dynamics is highly relevant for proton transport by the infamous von Grotthuss mechanism, and for proton translocation mechanisms in biological systems.

# In Zeiten des Klimawandels: Was die Farbe eines Sees über seinen Zustand verrät

## In times of climate change: What a lake's color can tell about its condition

Katharina Bunk und | and Benjamin Kraemer

32

**Erwärmt sich ein großer See, intensiviert sich seine Farbe. Forschende vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) haben Satellitendaten von 188 Seen weltweit ausgewertet. Seen, die viel Phytoplankton produzieren und deswegen grün sind, werden in warmen Jahren grüner, weil ihr Gehalt an Phytoplankton steigt. Klare, blaue Seen mit wenig Phytoplankton neigen hingegen dazu, in warmen Jahren noch blauer zu werden – der Gehalt an Phytoplankton in diesen Seen sinkt weiter ab. Entgegen bisheriger Annahmen verstärkt die Erwärmung eines Sees also dessen Reichtum oder Armut an Phytoplankton.**

Seenforscher Dr. Benjamin Kraemer und sein Team nutzten frei zugängliche Satellitenbilder der NASA aus den Jahren 2002 bis 2016, um zu untersuchen, welche Zusammenhänge zwischen der Temperatur und dem Gehalt an Phytoplankton in 188 der größten Seen der Erde existieren.

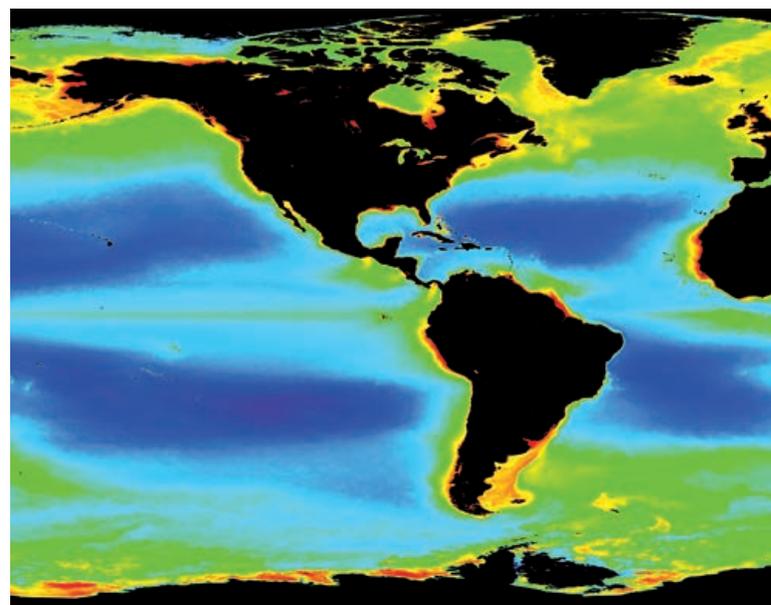
Ausgehend von bestehenden wissenschaftlichen Erkenntnissen erwarteten sie, dass die Erwärmung eines Sees zu einer Abnahme von Phytoplankton führen würde. In den meisten (68 Prozent) analysierten Seen traten in warmen Jahren jedoch größere Phytoplanktonmengen auf. Kraemer erklärt diesen Prozess so: „Die Erwärmung kann zu einer Zunahme von Phytoplankton führen, weil etwa die Wachstumsphasen länger werden oder weil sich die Zahl jener Tiere reduziert, die sich von Phytoplankton ernähren.“

### Weniger ist nicht immer mehr...

In Seen mit geringem Phytoplanktongehalt gingen Phasen der Erwärmung mit einer weite-

With the help of satellite observations from 188 lakes worldwide, scientists at the Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB) have shown that the warming of large lakes amplifies their color. Lakes which are green due to their high phytoplankton content tend to become greener in warm years as phytoplankton content increases. Clear, blue lakes with little phytoplankton, on the other hand, tend to become even bluer in warm years caused by declines in phytoplankton. Thus, contrary to previous assumptions, the warming of lakes tends to amplify their richness or poverty of phytoplankton.

Lake specialist Dr. Benjamin Kraemer and his team used freely accessible NASA satellite images from 2002 to 2016 to test for associations between temperature and phytoplankton content in 188 of the world's largest lakes.



ren Reduktion des Phytoplanktons einher. Dies hängt vor allem mit der thermischen Schichtung eines Sees zusammen, die durch Erwärmung stabiler werden kann: „In phytoplanktonarmen Seen kann die Erwärmung des Oberflächenwassers dazu führen, dass Nährstoffe unterhalb der oberen Schicht ‚gefangen‘ sind und nicht aufsteigen können. Das macht die Nährstoffe für das Phytoplankton unerreichbar, führt zu dessen Reduzierung und in der Folge zu einem blauerem See“, erklärt Kraemer.

Was sich im ersten Moment nach einer Verbesserung anhört, kann auch Herausforderungen für das Management eines Sees nach sich ziehen: Im Bodensee und im Tanganjikasee in Afrika hat der reduzierte Phytoplanktongehalt zum Beispiel zu einer Abnahme der Fischbestände geführt.

### ...und die Reichen werden immer reicher

In Seen mit ohnehin viel Phytoplankton – und noch mehr in wärmeren Jahren – müsste die Nährstoffzufuhr wiederum reduziert werden, um auch bei steigenden Temperaturen die (bisherige) Wasserqualität zu bewahren. Die Intensivierung der Farbe eines Sees kann also als Indikator dienen, um Maßnahmen gegen eine mögliche Verschlechterung zu ergreifen, wenn sich ein See erwärmt.

Im nächsten Schritt wollen die Forschenden ihre Analyse ausweiten und mehr und vor allem kleinere Seen über längere Zeitabschnitte untersuchen. Da die meisten Seen auf der Erde eher klein sind, ist ein besseres Verständnis darüber, wie sie auf einen Temperaturanstieg reagieren, wichtig für das Management von Seen. Kleinere Seen neigen zu einer stärkeren Produktivität und könnten deswegen stärker vom Klimawandel betroffen sein als große Seen.

doi:10.1038/s41598-017-11167-3.

Based on experiments performed by others, the scientists expected that warming would decrease phytoplankton biomass in the world's lakes. In contrast to their assumption, however, warm years were rather associated with higher phytoplankton biomass in most (68 per cent) of the lakes in their analysis. Kraemer explains that “warming could increase phytoplankton content by expanding the growing season or by reducing the abundance of animals which feed on phytoplankton.”

### Less isn't always more...

In lakes that are phytoplankton-poor, warming was associated with reductions in phytoplankton content. In phytoplankton-poor lakes, by strengthening a lake's thermal stratification, surface warming can trap nutrients below the surface layer of lakes: “This makes the nutrients unavailable to phytoplankton which reduces phytoplankton content and makes lakes clearer in warm years,” Kraemer explains.

What may sound like a change for the better at first might present its own challenges to lake managers: In Lake Constance in Germany and Lake Tanganyika in Africa, for instance, the reduced phytoplankton content has led to a decline in fish stocks.

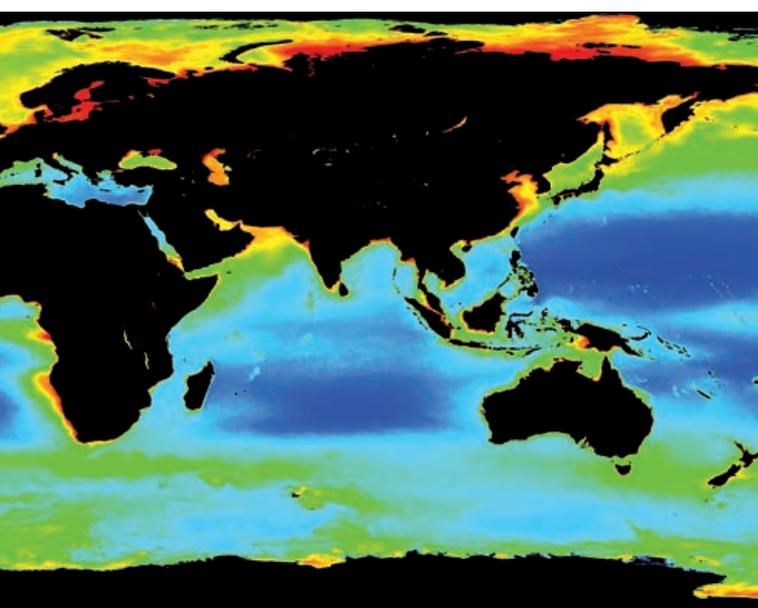
### ...and the rich get even richer

Communities with lakes that are phytoplankton-rich – getting even richer in warm years – can take action to reduce nutrient inputs to maintain the (existing) water quality of lakes as they warm. Thus, the amplification of lake colors can serve as an indicator to tackle adaptive management efforts to prevent the deterioration of lakes as they warm.

Moving forward, the researchers plan to extend their analysis to include longer time series from more and smaller lakes. After all, most lakes in the world are small, so understanding how smaller lakes respond to warming will also be important to guide lake management. Smaller lakes tend to be more productive and thus might be even more affected by climate change than large lakes.

*Globale Chlorophyll\_a-Karte, die das Team für seine Analysen verwendet hat. Blau und Grün zeigen einen niedrigen Phytoplanktongehalt an, während Rot für einen hohen Phytoplanktongehalt steht.*

*Satellite image showing a global Chlorophyll\_a-map that the team used for its analyses. Blue and green indicate a low phytoplankton biomass whereas red stands for a high phytoplankton biomass.*



# Daten sind für alle da

## Data for everyone

Gesine Wiemer

**Die Digitalisierung hat nicht nur unseren Alltag in kürzester Zeit komplett geändert, sondern auch die Forschung funktioniert völlig anders als früher. Der Umgang mit riesigen Datenmengen erfordert Standards im Datenmanagement. Der Arbeitskreis Forschungsdaten der Leibniz-Gemeinschaft unterstützt die Leibniz-Institute beim digitalen Wandel.**

**Digitization has not only completely changed our daily lives in next to no time, the way research functions has also become a totally different ball game. Handling huge amounts of data requires data management standards. The Leibniz Association's Research Data Working Group helps Leibniz institutes to master the digital transformation.**

34

„Es dominiert noch immer das Bild des individuellen Gelehrten, dessen Forschungsergebnisse sein Eigentum sind. Die Kommunikation läuft über Journals, die in privater Hand liegen.“ Dr. Harry Enke vom Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (AIP) hält dieses Denken für überholt: „Forschung funktioniert heute nicht mehr so. Wissenschaft ist im Wesentlichen öffentlich finanziert, daher sind diese Ergebnisse auch öffentliches Eigentum.“

“The dominant image is still of the individual scholar whose research findings are his property, and they are communicated via privately owned journals.” Dr Harry Enke from the Leibniz Institute for Astrophysics Potsdam (AIP) believes this is an outdated notion. “Research doesn’t work like that anymore. Science is largely publicly funded, so these results are also public property.”

Durch die Digitalisierung erheben Forscher riesige Datenmengen, die ein einzelner gar nicht mehr verwalten und auswerten kann. Eine größere Community muss Metadatensysteme entwickeln, damit die Daten für alle nutzbar sind. Diese Veränderungen betreffen alle Disziplinen. Um gemeinsam Standards für das Datenmanagement zu entwickeln, Daten möglichst umfangreich verfügbar zu machen und juristische Fragen zu klären, gibt es seit 2009 in der Leibniz-Gemeinschaft den Arbeitskreis (AK) Forschungsdaten. Prof. Rita Adrian vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) war von Anfang an mit dabei: „Zunächst war der Umgang mit Datenbanken für mich nur ein Mittel der Datenspeicherung. Doch mittlerweile finde ich Datenmanagement richtig spannend – zum Beispiel um historische Umweltdaten als

Digitization has meant that researchers can now collect vast amounts of data that no single person can manage and evaluate. A larger community has to develop metadata systems so that the data are available to everyone. The changes span the disciplines. With the purpose of elaborating

common data management standards, facilitating access to as much data as possible and clarifying legal questions, the Leibniz Association's Research Data Working Group was established in 2009. Professor Rita Adrian from the Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB) was a founder member. “As far as I was concerned, using databases was originally just a means

of storing data. But now I find data management really fascinating – such as saving historical data on the environment as a long-term cultural good and generating knowledge from empirical data. In climate impact research on inland waters we have had considerable success.”



*Gemeinsam wird es gelingen,  
die vorhandenen Datenschatze in  
Wissensschätze umzuwandeln.*

*Together we will manage to translate  
the existing wealth of data into  
a wealth of knowledge.*



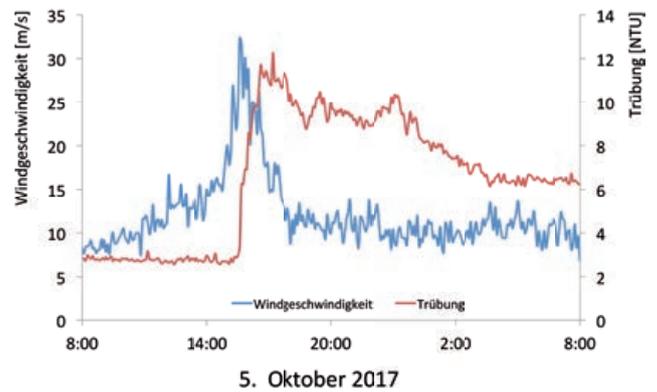
Prof. Johanna Wanka  
Bundesministerin für Bildung und Forschung

Kulturgut langfristig zu sichern und aus empirischen Daten Wissen zu generieren. Dies ist uns in der Klimafolgenforschung für Seen sehr gut gelungen.“

Die Allianz der Wissenschaftsorganisationen hat 2008 die Initiative „Digitale Information“ gegründet, um die Informationsversorgung in Forschung und Lehre zu verbessern. Aus dem Arbeitskreis Forschungsdaten der Leibniz-Gemeinschaft sind zwei Mitglieder in die Allianz-Initiative delegiert. Der Leibniz-AK diskutiert die Zukunft der digitalen Informationen innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft und erarbeitet Empfehlungen zum Umgang damit. Alle neuen Entwicklungen auf diesem Gebiet werden schnell an die Institute weitergegeben. Dieser zentrale Kulturwandel in der Wissenschaft soll gefördert werden. Daher plädiert der Arbeitskreis dafür, beispielsweise im Evaluierungsverfahren das digitale Datenmanagement stärker zu berücksichtigen und auch im Leibniz-Wettbewerb Projekte, die große Datenmengen nutzen, stärker zu unterstützen.

Die Daten, um die es bei den Leibniz-Instituten geht, könnten unterschiedlicher kaum sein: So beschäftigen sich Wirtschaftsforschungsinstitute mit der Inflation und legen einen repräsentativen Warenkorb zugrunde. Astronomen sammeln Daten aus dem Weltraum von Satelliten, großen Teleskopen oder Simulationen, Sozialforscher und Mediziner interessieren sich für personenbezogene Fragen und Seenforscher erfassen z.B. Temperatur, Nährstoffe und die Organismenzusammensetzung in Gewässern über lange Zeiträume. Aber viele Probleme ähneln sich: Damit die erhobenen Daten langfristig nutzbar sind, müssen sie detailliert mit Metadaten beschrieben werden. Dabei soll das Datenmanagement für die Wissenschaftler so einfach wie möglich gemacht werden. Es ist daher ein Team nötig, das auch Experten im Datenmanagement einbezieht.

Und wo bleibt der einzelne, geniale Wissenschaftler? „Den gibt es nur eingebettet in ein Team von Wissenschaftlern“, ist Harry Enke überzeugt. „Heute gibt es mehr Gemeinschaftsergebnisse als Einzelarbeiten.“ Das zeige sich auch an der Autorenzahl, die unter jedem Artikel steht. „Die Arbeitsteilung und Spezialisierung in der Wissenschaft bringen dies hervor.“ Auch müsse sich der Zugang zu den Publikationen ändern. Durch teure Lizenzen sind Forschungsergebnisse oft nicht frei zugänglich. Daher kann man nicht mal eben 500 Publikationen nach einem Begriff durchsuchen, obwohl die Werkzeuge dafür vorhanden sind. „Das ist von vorgestern“, findet Enke.



*Beispiel für Datenerhebung am IGB: Das Sturmtief Xavier hat zu einer höheren Trübung im See geführt.*

*Example for data collection at IGB: The storm Xavier has led to a higher turbidity in the lake.*

In 2008, the Alliance of Science Organizations launched the “Digital Information” initiative to improve the information flow to research and teaching. Two members of the Leibniz Association’s Working Group are delegated to the alliance initiative. The Working Group discusses the future of digital information within the Leibniz Association and draws up recommendations for handling it. All the new developments in the field are quickly forwarded to the institutes. This core change of culture in science should be promoted. The Working Group consequently argues, for example, for taking greater account of digital data management in evaluation procedures and also giving more support to Leibniz Competition projects that use large volumes of data.

The difference between the kinds of data accumulated at the various Leibniz institutes could hardly be greater: economics research institutes address inflation, for instance, and prepare a representative shopping basket; astronomers collect data from satellites in space, huge telescopes or simulations; social and medical scientists are interested in personal issues and inland water researchers measure temperature, nutrients and organism composition in waters over long periods. But they share many of the same problems: If the data are to be utilizable in the long term, they must be described in detail using metadata. Moreover, handling these data should be made as easy for the researchers as possible. A team is thus needed that includes data management experts.

And what is then the fate of the individual scientific genius? “He only exists within a team of researchers,” Harry Enke is convinced. “Today, we produce more joint results than individual achievements” – a fact that is evidenced by the number of authors responsible for each article. “This is the result of work distribution and scientific specialization.” Access to publications needs to change, too, according to Enke. Expensive licenses mean research findings are often not freely available. So, you cannot just quickly search 500 publications for a certain term, although you have the tools to do so. “That’s antiquated,” says Enke.

Translation:  
Lynda Lich-Knight



Meine Doktorarbeit | My PhD thesis



## Zur Person About the author

**Anika Brüning** hat Biologie an der Freien Universität Berlin studiert und schon ihre Diplomarbeit dem Thema Lichtverschmutzung und deren Wirkung auf Fische gewidmet. Ihre Doktorarbeit hat sie zum Thema „Spotlight on fish: the biological impacts of artificial light at night“ am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) verfasst. Seit September 2017 arbeitet sie beim Bundesamt für Risikobewertung.

Anika Brüning studied Biology at the Freie Universität Berlin and wrote her Diplom thesis on the topic of light pollution and its effect on fish. She wrote her PhD thesis entitled “Spotlight on fish: the biological impacts of artificial light at night” at the Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB). In September 2017, she started working at the German Federal Institute for Risk Assessment (BfR).

36

# Im falschen Licht: Wenn für Fische die Nacht zum Tag wird

## Disruptive light: when night becomes day for fish

**Wärme, Wachstum, Wohlbefinden: Die Notwendigkeit des Lichts für das gesamte Leben auf der Erde steht außer Frage. Zu viel und vor allem falsches Licht kann jedoch gesundheitsschädigend und sogar lebensfeindlich sein. Lichtverschmutzung wirkt sich nicht nur auf einzelne Lebewesen aus, sondern kann ganze Lebensgemeinschaften und Ökosysteme aus dem Gleichgewicht bringen.**

Licht ist eine elementare Voraussetzung für die Existenz des Lebens. Es dient als Energiequelle, aber auch als Taktgeber für die Steuerung biologischer Rhythmen von Lebewesen. Der natürliche Wechsel und die Dauer von Tag und Nacht regulieren die innere Uhr von Organismen. Verschiedene Verhaltensweisen und physiologische Prozesse werden mit den Tages- und Jahreszeiten synchronisiert. Durch die zunehmende künstliche Beleuchtung wurde ein Großteil der Erdoberfläche in den letzten Jahrzehnten diesem natürlichen Tag-Nacht-Rhythmus entzogen.

**Warmth, growth, well-being: there is no question that light is necessary for all life on earth. However, too much light and, above all, the wrong light can be hazardous to health and even life-threatening. Not only does light pollution affect individual organisms, it can also upset the balance of whole life communities and ecosystems.**

Light is an elementary prerequisite for the existence of life. It acts as a source of energy, as well as a “clock” for regulating biological rhythms of organisms, whose internal clock is regulated by the natural transition and duration of day and night. A number of behaviors and physiological processes are in sync with the time of the day and the season. Due to the increasing use of artificial light, the majority of the earth’s surface has been deprived of this natural day-night rhythm in recent decades.

### Kunstlicht verstellt die innere Uhr

Durch atmosphärische Partikel wird das künstliche Licht der Städte gestreut und erreicht auch entfernte Gebiete. So können selbst abgelegene Gegenden ohne starke künstliche Beleuchtung durch Lichtverschmutzung beeinflusst werden. Der Nachthimmel ist dadurch vielerorts heller als in einer natürlichen Vollmondnacht.

Zunehmende Lichtverschmutzung im urbanen Raum beeinflusst nicht nur terrestrische Lebewesen. Gewässerökosysteme sind oft besonders stark von nächtlicher Beleuchtung betroffen, denn die Menschheit siedelt seit jeher in der Nähe des Wassers. Bekannt ist zum Beispiel, dass künstliches Licht Wachstum und Entwicklung von Fischen beeinflusst und sogar die Laichwanderung diadromer (wandernder) Fische stören kann.

### Melatonin – ein Hormon mit Takt- und Farbgefühl

Aber wie werden diese biologischen Rhythmen bei Fischen gesteuert? Genau wie beim Menschen ist das Hormon Melatonin hauptverantwortlich. Bei Fischen allerdings ist es hauptsächlich das Pinealorgan im Gehirn, das Lichtsignale empfängt, in rhythmische Hormonsignale umwandelt und sie dem Blutkreislauf zuführt. Melatonin wird hauptsächlich in der Nacht produziert, während die Konzentrationen am Tage gering sind. Auf diese Weise spiegelt der Melatoninhaushalt immer die vorherrschende Photoperiode wider und versorgt den Fisch konstant mit Informationen über die Tages- und Jahreszeit. Licht in der Nacht unterdrückt den nächtlichen Anstieg des Melatoninspiegels. So können Prozesse gestört werden, die diesem hormonellen Rhythmus folgen.

Im Rahmen meiner Arbeit wollte ich herausfinden, wie sich Lichtverschmutzung, also geringe Intensitäten künstlichen Lichts in der Nacht, auf zwei der häufigsten Fischarten unserer Gewässer, Barsch (*Perca fluviatilis*) und Plötze (*Rutilus rutilus*), auswirkt. Hierbei sollte geklärt werden, ob, ab welchem Schwellenwert und bei welcher Lichtfarbe der Melatoninrhythmus gestört wird. Eine solche Störung kann die Reproduktionsphysiologie und damit den wichtigsten Parameter für den Fortbestand einer Art entscheidend beeinflussen.

Mittels Laborexperimenten habe ich den Einfluss verschiedener Lichtintensitäten und -farben auf den Melatoninrhythmus und auf verschiedene Fortpflanzungshormone bei Barsch und Plötze untersucht. Die Laborstudien zeig-

### Artificial light disrupts the internal clock

Atmospheric particles cause urban artificial light to scatter and reach distant regions. Even the most remote areas with little artificial light can be affected by light pollution. As a result, the night sky is lighter than in a natural full moon night in many places.

Increasing light pollution in urban spaces does not only affect terrestrial organisms. Aquatic ecosystems are often severely affected by light at night. After all, mankind has always settled in the vicinity of water. It is known, for example, that artificial light affects the growth and development of fish, and can even disrupt the spawning migration of diadromous (migratory) fish.

### Melatonin – a hormone that responds to rhythm and color

How, then, are these biological rhythms regulated in fish? Just like in the case of human beings, the hormone melatonin is mainly responsible. With fish, however, it is mainly the pineal gland in the brain which receives light signals, transforms them into rhythmic hormonal signals and introduces them to the blood circulation. Melatonin is mainly produced at night; concentrations are low in the daytime. In this way, the melatonin balance always reflects the dominant photoperiod and constantly provides fish with information about the season and time of day. Night light suppresses the nocturnal increase in the melatonin level, which may disrupt processes that follow this hormonal rhythm.

In my thesis, I wanted to find out how light pollution, i.e. low levels of artificial light at night, affect two of the most common fish species in our freshwaters, the perch (*Perca fluviatilis*) and the roach (*Rutilus rutilus*). The aim was to clarify whether the melatonin rhythm is disturbed, to determine the threshold value, and to establish which light color causes the disturbance. Such a disturbance can have a crucial impact on reproductive physiology, and may therefore be the most important parameter concerning the continued existence of a species.

I used laboratory experiments to investigate the influence of different light intensities and colors on the melatonin rhythm and on various reproductive hormones in the perch and the roach. The laboratory studies demonstrated that the melatonin rhythm is even suppressed with the lowest intensity of 1 lux of white light. As a comparison, the light of a full moon is around 0.3 lux. All of the tested light intensities led to a



*Anika Brüning führte ihre Versuche mit Barschen (hier: *Perca fluviatilis*) und Plötzen durch. Anika Brüning carried out her experiments using perch (here: *Perca fluviatilis*) and roach.*

ten, dass der Melatoninrhythmus bereits bei der geringsten Intensität von 1 Lux weißen Lichts unterdrückt wird. Die Helligkeit von Vollmondlicht liegt zum Vergleich etwa bei 0,3 Lux. Bei allen getesteten Lichtintensitäten war die nächtliche Melatoninkonzentration im Haltungswasser der Fische deutlich reduziert. Dies lässt vermuten, dass Lichtverschmutzung den Biorhythmus von Fischen potenziell durcheinander bringen kann. Darüber hinaus wird deutlich, dass der Schwellenwert der Melatoninunterdrückung für beide Arten sogar unter einem Lux liegen muss. Besorgniserregend werden diese Ergebnisse, wenn man bedenkt, dass nächtliche Lichtintensitäten um 1 Lux schon in mehreren urbanen Gewässern gemessen wurden. Bei der nächtlichen Beleuchtung mit verschiedenen Lichtfarben wurde sowohl beim Barsch als auch bei der Plötze die Melatoninproduktion von allen drei Lichtfarben (blau, rot und grün) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe unterdrückt. Blaues Licht hatte beim Barsch allerdings einen geringeren hemmenden Einfluss. Beim Menschen und bei vielen Tieren hingegen wirkt besonders blaues Licht stark unterdrückend auf die Melatoninproduktion. Diese artspezifischen Unterschiede im Hinblick auf Intensitäts- und Farbempfindlichkeit erschweren pauschale Handlungsempfehlungen für die richtige Lichtnutzung.

38

### Fortpflanzung nur im Dunkeln?

Auch bei der Fortpflanzung ist Licht ein wichtiger Faktor. Künstliches Licht und veränderte Photoperioden werden schon länger in der Aquakultur genutzt, um sexuelle Reifung von Fischen zu verzögern. So kann das Wachstum der Fische gesteigert oder die Reproduktion auch außerhalb der eigentlichen Fortpflanzungszeit angeregt werden. Zu diesem Zweck werden meist hohe Lichtintensitäten benutzt. Kann auch Lichtverschmutzung, also Licht mit sehr geringer Intensität, die Fortpflanzung beeinflussen?

Die Ergebnisse meiner Laborexperimente legen nahe, dass die Fortpflanzungsmechanismen von Fischen ebenfalls auf sehr wenig Licht in der Nacht reagieren können. Es scheint jedoch eine zeitlich abgegrenzte lightsensible Phase im Jahr zu geben, in der dies der Fall ist. Da Laborexperimente die natürliche Umgebung meist nicht ausreichend abbilden, habe ich zusätzlich Freilandexperimente durchgeführt. Diese zeigten, dass die Fortpflanzung von Barsch und Plötze im August durch Unterdrückung der Fortpflanzungshormone mittels künstlichen Lichts beeinflusst werden kann. Dieser Zeitraum entspricht dem Beginn des Fortpflanzungszyklus, der sogenannten Vorbereitungsphase. Auch von anderen,

considerable reduction in the nocturnal concentration of melatonin in the water in which the fish were kept. This suggests that light pollution can potentially disrupt the biorhythm of fish. It was also shown that the threshold value for the suppression of melatonin must be below 1 lux for both species. Considering that nocturnal light intensities of around 1 lux have already been measured in several urban freshwaters, these results are worrying. In the case of night lighting using different light colors, melatonin production was suppressed by all three light colors (blue, red and green) in both the perch and the roach compared to a control group. However, blue light had a smaller inhibiting impact in the perch. In contrast, blue light in particular has a strong inhibiting effect on melatonin production in humans and many animals. These species-specific differences with regard to sensitivity to intensities and colors makes it difficult to offer sweeping recommendations for action concerning the right use of light.

### Reproduction only in the dark?

Light is also an important factor when it comes to reproduction. Artificial light and altered photoperiods have already been used for some time in aquaculture to delay sexual maturation in fish. In this way, keepers can enhance the growth of fish or stimulate reproduction outside the actual reproductive period. High light intensities are usually used to achieve this. Can, then, light pollution, i.e. light with a very low intensity, also influence reproduction?

The results of my laboratory experiments suggest that the reproductive mechanisms of fish may likewise react to very low levels of light at night. However, there appears to be a certain light-sensitive period of time in the year in which this is the case. Since laboratory experiments are usually unable to reproduce natural surroundings adequately, I additionally carried out field experiments. These experiments demonstrated that the reproduction of perch and roach in the month of August can be

nicht heimischen Fischarten ist eine solche Phase bekannt. Allerdings hat die Fortpflanzung unterschiedlicher Fischarten unterschiedliche Zeitrahmen, abhängig von Lebensweise und Lebensraum. Aus diesem Grund ist es schwierig, eine einheitlich geltende Regelung und Handlungshinweise für die Lichtnutzung in der Nacht zu finden.

Dennoch lässt sich eindeutig feststellen, dass Lichtverschmutzung biologische Rhythmen von Fischen beeinflusst. Die Unterdrückung des Melatoninrhythmus könnte dabei viele Auswirkungen haben, die bislang noch nicht ausreichend untersucht sind. So könnten die Folgen für Immunsystem, Wachstum und Entwicklung sowie Verhaltensweisen nicht nur einzelne Fische, sondern ganze Populationen beeinflussen. Artspezifische Unterschiede in der Empfindlichkeit gegenüber künstlichem Licht in der Nacht und die damit einhergehenden Auswirkungen auf die Fortpflanzungsbiologie der Fische könnten zu Verlagerungen von biologischen Nischen führen, Räuber-Beute-Beziehungen stören und sich auf Artgemeinschaften und ganze Ökosysteme auswirken.

influenced by the suppression of reproductive hormones using artificial light. This period corresponds to the start of the reproductive cycle, referred to as the preparatory phase. Such a phase is also known in other non-native species of fish. However, the reproduction of different species of fish takes place within different time frames, depending on their mode of life and habitat. For this reason, it is difficult to establish a universally applicable regulation and recommendations for the use of light at night.

Nevertheless, it is possible to state conclusively that light pollution influences biological rhythms of fish. In this respect, the suppression of the melatonin rhythm could have many effects that have not yet been adequately studied. For example, the consequences for the immune system, growth, development and behavior may not only affect individual fish, but also whole populations. Species-specific differences in sensitivity to artificial light at night and the associated effects on reproductive biology in fish could lead to shifts in biological niches and disrupted predator-prey relationships, affecting species communities and entire ecosystems.

*Das Versuchsfeld im Westhavelland in einer der dunkelsten Gegenden Deutschlands: Dort installierten die Wissenschaftler Straßenlaternen an einem Entwässerungsgraben, um die Auswirkungen künstlichen Lichts auf Fische, aber auch auf Insekten, Vögel und Fledermäuse zu erforschen.*

*The experimental field in Westhavelland is located in one of the darkest regions of Germany: here, scientists installed street lamps at a drainage ditch to explore the effects of artificial light on fish, as well as on insects, birds and bats.*



# Durch die Luft übertragene Viren überleben im Wasser

## Airborne viruses survive in water

Steven Seet und | and Anisha Dayaram

40

**Bisher dachte man, dass Herpesviren außerhalb ihres Wirtes kaum überlebensfähig sind. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Berliner Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (Leibniz-IZW) zeigen in ihrer aktuellen Studie, dass Pferde-Herpesviren unter bestimmten Bedingungen über einen Zeitraum von bis zu drei Wochen stabil und infektiös bleiben. Die Forschungsergebnisse legen nahe, dass unbehandeltes Wasser eine Quelle für Herpesinfektionen darstellt. Die Studie wurde jetzt in der wissenschaftlichen Fachzeitschrift "Scientific Reports" veröffentlicht.**

Herpesviren gehören zu den „umhüllten Viren“, die über die Luft von Wirt zu Wirt übertragen werden und Krankheiten hervorrufen können. Bisher wurde angenommen, dass sie in der Umwelt instabil sind und die Übertragung daher schnell und direkt erfolgen muss.

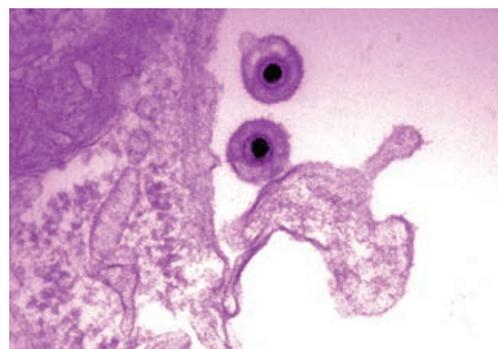
Diese Annahme wurde jetzt durch ein Forscherteam unter der Leitung des Leibniz-IZW in Zusammenarbeit mit dem Institut für Virologie der Freien Universität Berlin überprüft. Hierzu reicherten die Forscherinnen und Forscher Wasser mit Pferde-Herpesviren unter verschiedenen Bedingungen an und untersuchten über einen Zeitraum von drei Wochen, ob virale DNA entnommen werden konnte und das Virus im Wasser infektiös blieb.

„Die Ergebnisse zeigen, dass das Virus bis zu drei Wochen stabil und infektiös bleibt. Die ‚Überlebensdauer‘ wird durch den pH-Wert und die Temperatur des Wassers bestimmt“, erklärt Anisha Dayaram, Wissenschaftlerin am Leibniz-IZW. Überraschenderweise wurde außerdem festgestellt, dass durch Zugabe von Erde das Virus aus dem Wasser „herausgezogen“ und so für längere Zeit stabilisiert wurde. „In natürlichen Gewässern könnte das Virus so für längere Zeit in der Bodenschicht bestehen, ohne direkt einen weiteren Wirt zu infizieren. Im Fall des

A new study challenges the tenet that herpes viruses, like most enveloped viruses, are relatively unstable outside their host. Under a variety of conditions equine herpesvirus remained stable and infectious over a three-week period. This suggests that untreated water could be a source of infection by some herpesviruses. The results are reported in the scientific journal "Scientific Reports."

Enveloped viruses such as herpes viruses can cause disease when spread from host to host by aerosol transmission. They are generally thought to be unstable in the environment, requiring rapid and direct transfer among hosts in order to "survive" and remain infectious. A research team lead by scientists from the Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research in collaboration with the Institut für Virologie of the Freie Universität Berlin tested this assumption by spiking water with equine herpes viruses under different conditions over a three-week period and examining whether viral DNA could be retrieved and to what extent the virus remained infectious after having been in the water.

The results demonstrate that the virus does remain stable and infectious for up to three weeks, with pH and temperature being the two most important factors to determine how long the vi-



*Pferde-Herpesvirus  
Equine herpes  
viruses*

Pferde-Herpesvirus könnten sich daher Pferde, oder andere für das Virus anfällige Säugetiere, über das Wasser anstecken, und das noch lange, nachdem ein infiziertes Tier in dem entsprechenden Gebiet war“, erklärt Alex Greenwood, Abteilungsleiter Wildtierkrankheiten am Leibniz-IZW.

Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass Viren wie das Pferde-Herpesvirus Teil des sogenannten Umwelt-„Viroms“ sind und infektiös bleiben könnten. Das Pferde-Herpesvirus hat sich zwischen Säugetieren wie Eisbären und Nashörnern ohne direkten Kontakt mit Pferden oder deren Artverwandten sowohl in Gefangenschaft als auch in freier Wildbahn ausgebreitet, zum Teil mit fatalen Folgen. Es könnte sein, dass gemeinsam genutzte Wasserstellen eine mögliche Übertragungsquelle für Infektionen darstellen.

Diese Arbeit ist Teil des laufenden Forschungsprojekts „AquaVir“ („Wasser als aquatischer viraler Vektor für neu auftretende Infektionskrankheiten“); gefördert durch Bund und Länder im Rahmen des Paktes für Forschung und Innovation und des Leibniz-Forschungsverbundes Infections‘21.

rus “survived.” Surprisingly, the addition of soil to the water appeared to “pull” the virus out of the water and stabilize it in the soil, suggesting that in natural water bodies viruses may persist for an extended time without infecting additional hosts. Therefore, in the case of equine herpes viruses, horses or other mammals susceptible to these viruses could be infected by herpes viruses from water bodies long after the animals that shed the virus had left the area.

These results suggest that viruses such as equine herpes viruses may become a part of the environmental “virome” and remain infectious. Equine herpes viruses have spread among mammals such as polar bears and rhinos without direct contact with horses or their relatives in both the wild and in captivity, often resulting in fatal consequences. Shared water sources may be a source and potential vector for infection.

This work is part of the ongoing project “AquaVir” (“Water as an aquatic viral vector for emerging infectious diseases”) funded by the Leibniz Society Intramural Competitive Fund and the Leibniz Research Network Infections’21.

*Viren können lange im Wasser überleben und darüber andere Säugetiere anstecken.  
Viruses can survive in water and infect other mammals.*



# Vom Elfenbeinturm ins Anglerheim

## From the ivory tower to the anglers' clubhouse

Eva-Maria Cyrus und | and Robert Arlinghaus

**Eine sozial-ökologische Studie mit und an Anglern weist nach, dass beteiligte Bildungsansätze umweltpädagogisch wirksamer sind als wissenschaftliche Erkenntnisse passiv zu vermitteln. Fischereiwissenschaftler sowie niedersächsische Angler führten gemeinsam mehrjährige Fischbesatzexperimente und ein weltweit einmaliges Sozialexperiment durch.**

**A social-ecological study involving recreational anglers demonstrates that participatory approaches are a more effective way of educating people about the environment than the passive transfer of scientific knowledge. Fisheries scientists joined forces with anglers from Lower Saxony to conduct multi-year-long fish stocking experiments and a unique experiment in environmental pedagogics.**

42

Forschung will die Welt verbessern. Doch beeinflusst Faktenwissen kaum menschliches Handeln. Darum fordert die Nachhaltige Entwicklung, Handlungswissen mittels partizipativer Bildungsansätze zu vermitteln. Prof. Robert Arlinghaus vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) überprüfte diesen Ansatz erstmals in einer belastbaren Feldstudie unter Anglern als Gewässernutzer – mit einem Forscherteam vom IGB, der Humboldt-Universität zu Berlin und der Universität Tübingen. Das Resultat: Partizipative Umweltbildung, die die Angler in Planung und Durchführung von Experimenten einband, führte zu einem differenzierteren Wissens- und Meinungsbild als frontale „Belehrungen“. Auch die Bereitschaft, ökologische Managementverfahren einzusetzen, erhöhte sich, wenn die Praktiker aktiv in den Forschungsprozess involviert wurden. Die Ergebnisse sind in der Fachzeitschrift „Science Advances“ erschienen.

Research seeks to make the world a better place. And yet human actions are barely influenced by factual knowledge. For this reason, sustainable development calls for actionable knowledge to be transferred using participatory educational approaches. Professor Robert Arlinghaus of the Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB) examined this approach for the first time in a robust field study involving anglers – together with a team of researchers from IGB, Humboldt-Universität zu Berlin and Tübingen University. The result: participatory environmental education where anglers were involved in the planning and conducting of stocking experiments led to a more differentiated formation of knowledge and opinions than frontal instruction. In addition, practitioners were more willing to apply ecologically-motivated management methods if they had been actively involved in the research process. The results have been published in the journal “Science Advances”.

### Fischkopp trifft Nerd

Jürgen G. war skeptisch, als sein Angelverein erstmals Post aus Berlin bekam. Forscher wollten Versuche zum Erfolg von Fischbesatz an seinen Gewässern durchführen. Der Verein sollte Satzische und Studienergebnisse kostenlos bekommen. Im Gegenzug sollten freiwillige Mitglieder über zwei Jahre Seminare besuchen und Fragebögen beantworten. Da das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) das Ganze förderte, fasste der Vorstand Vertrauen.

### Angling enthusiast meets geek

Jürgen G. was sceptical when his angling association first received post from Berlin. Researchers wanted to conduct experiments on the success of fish stocking at the club's waters. In exchange for the voluntary two-year attendance of seminars by club members and the completion of questionnaires, the association would receive the stocked fishes and the results of the study for free. The board was reassured by the fact that the project was funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF).



Das Projekt *Besatzfisch* wurde in den Jahren 2010-2014 vom BMBF im Programm Sozial-ökologische Forschung gefördert. Die deutsche UNESCO-Kommission zeichnete es 2014 als offizielles Projekt der UN-Dekade für Bildung für nachhaltige Entwicklung aus. Dieser Cartoon entstand 2016 in dem einjährigen Folgeprojekt *Besatzfisch 2.0*. The stocking fish project was funded by the Federal Ministry of Education and Research within the program for social-ecological research from 2010 to 2014. It was named an official project of the UN Decade of Education for Sustainable Development by the German Commission for UNESCO in 2014. This cartoon was created in 2016 during the one-year follow-up project *Fish Stocking 2.0*.

### Teil eines großen Puzzles

Indem Anglervereine Fische in Gewässer einsetzen, kommen sie ihrer Hegepflicht nach. Doch die Ausgangsthese des Projekts „Besatzfisch“ war, dass Fischbesatz oft ohne Wirkung auf Fänge verpufft, aber Risiken für die aquatische Biodiversität birgt. Um dies zu überprüfen, führten die Forscher Besatzeexperimente durch: gemeinsam mit sechs Angelvereinen, in 24 Seen, mit Hecht und Karpfen inklusive Kontrollgewässer. Daraus entstand der größte – replizierte und kontrollierte – Freilandversuch dieses Themas in Europa. Die Versuche wurden gemeinsam mit den Petrijüngern geplant, diskutiert und ausgewertet. Zudem wurden sie mit einem einmaligen Sozialexperiment kombiniert.

### Blick über den Tellerrand

Zum Projektende erfuhr Jürgen G., dass er Teil der „transdisziplinär-aktiven Beteiligungsgruppe“ war. Diese besuchte Seminare zum Thema Besatz und wirkte bei Freilandexperimenten mit. Mitglieder der „frontal-passiven Beteiligungsgruppe“ lauschten lediglich Fortbildungsvorträgen zum Thema Besatz. Das gut vierstündige Programm ähnelte einer Gewässerwarteschulung. Gruppe drei war die „Placebo-Gruppe“. Hier hielten die Berliner Präsentationen zur Hege, jedoch ohne Fischbesatz zu thematisieren. Vor und nach den Interventionen füllten die Teilnehmer Fragebögen aus. Der Vergleich ergab: Der größte umweltpädagogische Effekt zeigte sich bei der partizipativen Gruppe. Zehn Monate nach Programmende hatte diese die größten Wissensbestände und war bereit, Alternativen zu Fischbesatz als Hegemethoden einzusetzen. Wenn Wissenschaftler realitätsnahe Ergebnisse ohne vereinfachende Laborexperimente erzielen möchten und diese umgesetzt sehen wollen, lohnt es sich, Elfenbein gegen Gummistiefel zu tauschen und gemeinsam mit Praktikern ökologisches Anwendungswissen zu erarbeiten.

doi: 10.1126/sciadv.1602516

### Part of a bigger puzzle

By stocking their waters with fish, angling associations comply with their obligations to preserve wild-living fish. And yet the initial assumption of the fish stocking project was that stocked fish often fizzle out without improving catches, while posing risks to aquatic biodiversity. The researchers conducted fish stocking experiments to check these hypotheses: in collaboration with six angling associations, involving twenty-four lakes containing pike and carp, including control waters. The outcome was the largest – replicated and controlled – field experiment of its type in Europe. In addition to being planned, discussed and evaluated in collaboration with the angling enthusiasts, the experiments were combined with a unique social experiment.

### A broader perspective

At the end of the project, Jürgen G. learned that he was a member of the “transdisciplinary participatory group.” This group attended fish stocking seminars and contributed to field experiments. Members of the “frontal passive participatory group” merely listened to lectures on the topic of fish stocking. The four-hour programme was similar to a training program for fisheries officers. The third “placebo” group listened to presentations by the Berlin researchers on fisheries management that avoided the topic of fish stocking. All participants completed a questionnaire before and after the interventions. The comparison revealed that the greatest environmental educational impact was made on the participatory group. Ten months later this group had the greatest knowledge and was willing to use alternative methods to fish stocking to preserve wild stocks. If scientists want to gain realistic results without simplistic laboratory experiments and to implement the results, it is worthwhile swapping the ivory tower for rubber boots and teaming up with practitioners to develop ecological know-how.

# 15 Jahre MATHEON: Zukunftsweisende Mathematik- forschung über Grenzen hinweg

## MATHEON – fifteen years in existence: Future-oriented mathematical research across boundaries

Uta Deffke

44

Das Berliner Forschungszentrum Matheon kann auf 15 erfolgreiche Jahre zurückblicken. Motiviert von aktuellen Fragen aus Anwendungsfeldern wie der Gesundheitsforschung oder der Energieversorgung entwickeln die Mathematikerinnen und Mathematiker neue, leistungsfähigere Methoden der Modellierung, Simulation und Optimierung. Damit tragen sie entscheidend zu technologischem wie mathematischem Fortschritt bei. Nach exzellenter Begutachtung wird es seine Arbeit im Rahmen des Einstein-Zentrums für Mathematik ECMath bis Ende 2018 fortsetzen. Am 15. November 2017 wurde all das mit einem Fest der Berliner Mathematik gefeiert.

Passgenaue Medikamente mit reduzierten Nebenwirkungen, schnellere Busverbindungen dank optimierter Fahrpläne, neue Konzepte für effizientere Solarzellen, optimierte Ladezyklen für Lithium-Ionen-Batterien – all das ist heute ohne Mathematik kaum mehr denkbar. Denn die Innovationszyklen in Forschung und Entwicklung werden immer kürzer, die Ansprüche an die Qualität industrieller Produkte steigen, und die zu betrachtenden Systeme werden immer komplexer.

Das Berliner Forschungszentrum MATHEON hat in den vergangenen 15 Jahren eindrucksvoll demonstriert, welchen Beitrag die Mathematik zum Fortschritt in Schlüsseltechnologien wie Biotechnologie, Mikro- und Optoelektronik oder Informations- und Kommunikationstechnologien leisten kann. Die Mathematik eröffnet neue Möglichkeiten, die wachsende Komplexität zu beherrschen, schnell auf veränderte Bedingungen zu reagieren und ganz neue Wege der Problemlösung zu finden.

The Berlin-based research center Matheon can look back on fifteen successful years. Driven by current issues in application fields such as health research and energy supply, its mathematicians are developing innovative and more powerful methods in modeling, simulation and optimization. As a result, they make a decisive contribution to achieving technological and mathematical progress. Given the excellent assessment of the research center, Matheon will continue its work in the context of the ECMath – Einstein Center for Mathematics Berlin until the end of 2018. All these positive aspects were celebrated in a Festival of Berlin Mathematics on November 15, 2017.

Tailor-made drugs with fewer side effects, faster bus connections thanks to optimised timetables, new concepts for more efficient solar cells, optimized charging cycles for lithium-ion batteries – all this is barely imaginable today without mathematics. After all, innovation cycles in research and development are ever shorter, demands on the quality of industrial products are growing, and the systems under consideration are becoming increasingly complex.

Over the past fifteen years, Berlin's research center MATHEON has impressively demonstrated how mathematics can contribute to advances in key technologies such as biotechnology, microelectronics, optoelectronics, and information and communication technologies. Mathematics opens up new opportunities for mastering the growing complexity of modern systems, for reacting quickly to changing conditions and for identifying completely new ways of solving problems.



## Internationaler Mathematik-Leuchtturm in Berlin

Mit seiner Kultur der Kooperation über Grenzen hinweg – etwa zwischen Wissenschaft und Industrie oder der Öffentlichkeit – hat das MATHEON ein zukunftsweisendes Forschungskonzept etabliert. In einer Vielzahl von Kooperationen, oft auch langfristig angelegt, ist es zum begehrten Partner sowohl der Industrie als auch anderer Wissenschaften geworden. Es hat sich einen weltweit einzigartigen Ruf erarbeitet und Berlin zu einem internationalen Leuchtturm der Mathematik gemacht, der zahlreiche Spitzen-Forscherinnen und -Forscher anlockt.

Das Besondere: Am MATHEON arbeiten Mathematiker der drei Berliner Universitäten Freie Universität (FU), Humboldt-Universität (HU) und Technische Universität (TU) und der außeruniversitären Forschungsinstitute WIAS (Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik) und ZIB (Zuse-Institut Berlin) zusammen. Dieses institutionenübergreifende Konstrukt war einzigartig, als das MATHEON 2002 als DFG-Forschungszentrum gegründet wurde. Mittlerweile gilt es als Vorbild für Forschungs- und Exzellenzcluster auf der ganzen Welt.

Das vielfältige Engagement des MATHEON in Sachen Nachwuchs wurde mit dem Konzept „Mathematics as a Whole“ – Mathematik als Ganzes – zu einem Leitgedanken des ECMath. Die Idee: Die Stärke und die Faszination der Mathematik sollen auf allen Stufen vermittelt und genutzt werden – von der vorschulischen Erziehung über Schule, Universität, Promotion bis zur Post-Doc-Phase. „Hierfür haben wir uns mit dem Übergang zum Einstein-Zentrum – das übrigens das erste seiner Art war – in der Berliner Forschungslandschaft noch breiter aufgestellt“, sagt Prof. Michael Hintermüller, WIAS-Direktor und Sprecher des ECMath. So integriert ECMath als Plattform auch das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung (DZLM) und die Berlin Mathematical School (BMS). „Dass man die Mathematik hier von der Grundschule bis zur Professur beleuchten, studieren, weiterentwickeln und für die Zukunft fit machen kann, ist in dieser Spannweite einmalig“, resümiert Hintermüller.

## International mathematics flagship in Berlin

Thanks to its culture of cooperation across boundaries – between science and industry or the general public, for example – MATHEON has established a future-oriented research concept. It is a highly sought-after partner in industry and other disciplines, as evidenced by the wide range of cooperative activities it undertakes, many of them being long-term in nature. The research center has earned itself an internationally unique reputation and made Berlin an international flagship for mathematics that attracts numerous high-caliber researchers.

The distinguishing feature about MATHEON is that mathematicians from the three Berlin universities Freie Universität Berlin (FU), Humboldt-Universität zu Berlin (HU) and Technische Universität Berlin (TU) and the non-university research institutes WIAS (Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics) and ZIB (Zuse Institute Berlin) join forces to collaborate at the research center. This cross-institutional construct was unique at the time when MATHEON was established as a DFG research center in 2002. The center is now considered a model for research and excellence clusters around the world.

MATHEON'S "Mathematics as a Whole" concept is indicative of its diverse commitment to nurturing young mathematicians, which has become a guiding principle of ECMath. The idea is to communicate and utilize the strength and fascination of mathematics at all levels – from pre-schooling and schooling to university, doctoral studies and the post-doc stage. "To achieve this, we have created a transition to the Einstein Center – which, incidentally, was the first of its kind – widening Berlin's research landscape even further," stated Professor Michael Hintermüller, WIAS Director and ECMath Spokesperson. As a platform, for instance, ECMath integrates the German Center for Teacher Education in Mathematics (DZLM) and the Berlin Mathematical School (BMS). "The fact that mathematics can be illuminated, studied, advanced and made fit for the future here from primary age to the level of professor is unique in terms of its spectrum," Hintermüller concluded.

# Tunnelblick auf Elektronen

## Tunnel vision for electrons

Alessa Wendland

Der Forschungsverbund Berlin hat den Marthe-Vogt-Preis 2017 an Dr. Lisa Torlina für ihre Dissertation im Bereich der Quantenmechanik verliehen. Im Rahmen ihrer Arbeit am Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI) hat Lisa Torlina offene Fragen aus der physikalischen Grundlagenforschung beantwortet. Dazu entwickelte sie ein theoretisches Rahmenwerk, mit dem Interaktionen von Elektronen und Lichtimpulsen interpretiert werden können.



The Forschungsverbund Berlin has granted the Marthe Vogt Award 2017 to Dr Lisa Torlina for her doctoral dissertation in quantum mechanics. In the course of her work at the Max Born Institute for Nonlinear Optics and Short Pulse Spectroscopy (MBI), Lisa Torlina successfully addressed unanswered questions on basic research in physics. To do so, she developed a theoretical framework for interpreting interactions between electrons and light pulses.

46

„Ich wollte immer schon verstehen, wie die Welt funktioniert“, sagt Lisa Torlina über ihre Forschung. Deshalb untersucht sie, wie Atome und Moleküle mit Lichtimpulsen interagieren und welche Dynamik der Elektronen durch die Lichtimpulse ausgelöst wird – große offene Fragen in der Grundlagenforschung der Physik. „Mit ihrer Doktorarbeit hat sie bahnbrechende Beiträge zu Problemstellungen geleistet, die seit Jahrzehnten diskutiert werden“, erzählt ihre Doktorin Prof. Olga Smirnova vom MBI. Sie betreute die Doktorandin während ihrer Promotion an der Leibniz-Graduiertenschule „Dynamics in New Light“. Die Schule unter der Federführung des MBI unterstützte in ihrer Laufzeit von 2011 bis 2015 Doktorandinnen und Doktoranden, die zu ultrakurzen und ultraintensiven Lichtimpulsen arbeiteten.

Wenn die junge Wissenschaftlerin anfängt, von Elektronen und ihrem Weg durch Potentialbarrieren zu erzählen, wird schnell klar: Sie hat ihre Leidenschaft zum Beruf gemacht. Schon in der Highschool in Australien, wo sie aufgewachsen ist, war sie fasziniert von den Naturwissenschaften: „Wenn du in der Mathematik den Regeln folgst, kommst du immer zum richtigen Ergebnis, egal wie unwahrscheinlich dieses Resultat am Anfang zu sein schien“, so Lisa Torlina. In

*Dr. Lisa Torlina*

“I always wanted to know how the world works,” says Lisa Torlina, commenting on her research. So, she started studying how atoms and molecules interact with light pulses, and investigating the electron dynamics that are generated – big questions that basic research in physics has so far failed to answer. “Her doctoral thesis produced groundbreaking insights into problems that have been under discussion for decades,” says her supervisor, Professor Olga Smirnova of MBI. She mentored her progress as a doctoral student at the Leibniz Graduate School, “Dynamics in New Light.” Under MBI management, the school supported doctoral candidates working on ultrashort and ultraintense light pulses during the period 2011 to 2015.

When the young researcher starts talking about electrons and their path through potential barriers, it soon becomes clear that she has turned a passion into a profession. Back in high school in Australia where she grew up, she was always attracted to natural sciences. “If you follow the rules in mathematics, you always know that you will arrive at the correct result, even if that result may seem counterintuitive at first,” says Lisa Torlina. In the field she is now engaged in, the objects of her investigations often behave in ways that you might not expect. If you throw a



ihrem jetzigen Forschungsfeld machen ihre Untersuchungsgegenstände oft nicht das, was man erwarten würde. Wirft man etwa einen Ball gegen die Wand, kommt er zurückgesprungen. Treffen hingegen Elektronen auf ein Hindernis, kann es sein, dass sie es durchbrechen – Physiker nennen das durch eine Barriere „tunneln“. Diese Bewegungen werden sichtbar gemacht, indem Lichtimpulse auf Elektronen gesendet werden, die sie dann reflektieren, ähnlich wie bei einem Foto. Dabei bewegen sich die Elektronen so schnell, dass dieser Prozess in Milliardstel von Milliardsteln Sekunden, sogenannten Attosekunden, gemessen wird. In der Theorie-Abteilung des MBI haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler den Prozess theoretisch modelliert.

Um solche Beobachtungen dann zu interpretieren, braucht es eine sehr gute theoretische Beschreibung. Diese hat Lisa Torlina's Rahmenwerk geliefert: Ihr „Analytical R-Matrix Approach (ARM)“ erlaubt es, die Effekte der Wechselwirkung der Elektronen mit dem Licht und mit dem Atomkern auseinanderzuhalten. Die Betrachtung zeigt etwa, dass keine Zeit vergeht, wenn ein Elektron mit Hilfe des Lichtes die Potentialbarriere durchbricht, die aufgrund der Anziehungskraft des positiven Atomkerns besteht. Um diese Erkenntnisse zu gewinnen, hat Lisa Torlina viel Zeit am Schreibtisch verbracht: Erst nach Monaten von Berechnungen, deren Ergebnisse wieder neue Probleme aufwarfen, konnte sie ihre Theorie an spezifischen Fällen testen. „Aber so funktioniert eben die Forschung“, erinnert sich die Wissenschaftlerin an ihre Promotion. Heute bekommt sie mit ihrem ARM-Tool weitaus bessere Ergebnisse als mit bisher etablierten Verfahren.

„Lisa Torlina ist eine der talentiertesten unter den Doktorandinnen und Doktoranden, mit denen ich je zusammen gearbeitet habe“, freut sich ihre Doktormutter über den Erfolg der jungen Nachwuchswissenschaftlerin.

*Die Physikerin entwickelte ein theoretisches Rahmenwerk, mit dem Interaktionen von Elektronen und Lichtimpulsen interpretiert werden können.  
The physicist developed a theoretical framework for interpreting interactions between electrons and light pulses.*

ball against a wall, for example, it shoots back at you. But when electrons hit an obstacle, there is a chance that they will tunnel through it. These movements are visualised by shining light pulses on atoms and electrons and looking at how the electrons respond, almost like in a photo. The electrons move so fast that their motion is measured in billionths of billionths of seconds, known as attoseconds. At the Theory Department of MBI the scientists modeled the process theoretically.

If you want to interpret observations of this kind, you need a very good theoretical description, and this is what Lisa Torlina's framework has delivered: her “Analytical R-Matrix Approach (ARM)” shows how to disentangle different effects coming from the interplay of electron interaction with light and with the atomic nucleus. It proves, for instance, that there is no passing of time when an electron initially bound inside an atom breaks through a potential barrier that keeps it from becoming free. In order to acquire this knowledge, Lisa Torlina spent a lot of time at her desk: Only after months of calculations, with results that threw up new problems of their own, did she manage to test her theory on specific cases. “That’s how it goes in research,” says the scientist, remembering working on her doctorate. Today, she achieves much better results with her ARM tool than with previously established methods.

“Lisa Torlina is one of the most talented doctoral candidates I have ever worked with,” says her supervisor, relishing the junior researcher’s success.

# Auktion zur Rettung des Nördlichen Breitmaulnashorns

## Auction to save the northern white rhino

Steven Seet und | and Gesine Wiemer

48

Mit einer ungewöhnlichen A(u)ktion hat das Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (Leibniz-IZW) für die Rettung des Nördlichen Breitmaulnashorns geworben: Gemeinsam mit dem Zoologischen Garten Berlin und dem Dvůr Králové Zoo (Tschechien) luden sie Firmenchefs und Privatpersonen am 5. Oktober 2017 zu einer Artenschutzauktion in das Hotel Kempinski Adlon Berlin ein.

Der bekannte ungarische Künstler Anton Molnár war von dem Schicksal der Nördlichen Breitmaulnashörner so ergriffen, dass er den Rettungseinsatz unterstützen wollte. Er malte ein 1,5 x 1,5 Meter großes Ölgemälde, das er den Forschern für eine Versteigerung zur Verfügung stellte. Das Gemälde zeigt Nabiré, eines der letzten Weibchen der Nördlichen Breitmaulnashörner, welches 2015 in Europa verstarb. Das Gemälde kam für 11.000 Euro unter den Hammer.



Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research (Leibniz IZW) has held an unusual a(u)ction to help save the northern white rhino: the Leibniz IZW teamed up with Zoo Berlin and Dvůr Králové Zoo (Czech Republic) to hold an auction in aid of species protection. The auction, held at the Hotel Kempinski Adlon Berlin on October 5, was attended by company directors and private individuals.

The renowned Hungarian artist Anton Molnár was so moved by the fate of the northern white rhino that he pledged his support to help save the species. He created an oil painting measuring 1.5 x 1.5 meters, and donated it to the researchers for auction. The painting is of one of the last female northern white rhinos, Nabiré, which died in Europe in 2015. The painting sold for €11,000 at the auction.



Die Veranstaltung wurde von der Journalistin Nina Ruge und dem Zoodirektor Dr. Andreas Knieriem moderiert. Die studierte Biologin Nina Ruge engagiert sich für den Artenschutz und ist deutsche Botschafterin der UN-Dekade für biologische Vielfalt.

The event was presented by journalist Nina Ruge and zoo director Dr. Andreas Knieriem. Nina Ruge, a biology graduate, is committed to species conservation and serves as a UN Decade on Biodiversity ambassador for Germany.

Weltweit gibt es nur noch drei Individuen des Nördlichen Breitmaulnashorns. Wilderei und Zerstörung ihres Lebensraums haben diese Nashornart fast komplett ausgerottet.

There are only three northern white rhino left on earth. Poaching and the destruction of their habitat have left this rhino species on the verge of extinction.

Ein internationales Wissenschaftlerteam unter der Leitung des Leibniz-IZW wird Ende des Jahres nach Kenia reisen und einen Rettungsversuch unternehmen. Ziel ist es, den letzten beiden unfruchtbaren Weibchen in einem komplexen Verfahren Eizellen zu entnehmen. Diese sollen dann mit zuvor gewonnenen Spermien, die schon lange im flüssigen Stickstoff lagern, vereint werden. Die so gewonnenen Embryonen des Nördlichen Breitmaulnashorns werden in einem weiteren Schritt in Weibchen des Südlichen Breitmaulnashorns eingesetzt. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler hoffen, auf diesem Weg ausreichend Jungtiere des Nördlichen Breitmaulnashorns zu gewinnen.

An international team of scientists headed up by the Leibniz IZW will travel to Kenya at the end of the year to help save the northern white rhino. The objective is to use a complex method to harvest eggs from the last two infertile females of this species. The eggs will then be mixed with extracted sperm, which has been in liquid nitrogen storage for some time. The scientists hope that this method will produce a sufficient number of northern white rhino offspring.



Translation: Teresa Gehrs

# Mein Jahr im Wasser: Tagebuch einer Schwimmerin

## Turning: A Swimming Memoir

Jessica Lee

**Ich habe den Stechlinsee zum ersten Mal vor zwei Jahren besucht, nachdem mir der IGB-Wissenschaftler Michael Monaghan von der Geschichte des Sees erzählt hatte. Den Herbstnachmittag habe ich im kühlen, klaren Seewasser verbracht, über die Vielfalt an Moosen und Pilzen im angrenzenden Wald nachgedacht und mir Notizen für das gemacht, was ein Kapitel meines ersten Buches werden sollte: eine Naturerinnerung mit dem Titel „Turning: A Swimming Memoir“.**



**I first visited Lake Stechlin two years ago, having learned about the lake's history from one of the IGB's scientists, Michael Monaghan. I spent an autumn afternoon swimming in its cool, clear waters, musing over the local forest's diversity of mosses and mushrooms, and taking notes for what would become a chapter of my first book, a nature memoir titled "Turning: A Swimming Memoir".**

Released in spring of 2017 and translated as "Mein Jahr im Wasser" in German, the book follows a year I spent swimming fifty-two of the 3000 or so lakes in Berlin and Brandenburg over the course of a year – in all seasons, from summer sun to winter ice. Drawing on my doctoral training in environmental history, the book takes in both my explorations of the region and my research on its rich histories, both cultural and natural, stitched together with the story of my life living in Canada, the UK, and Germany. From "Baggerseen" like Flughafensee to remote "Waldseen" like Hellsee, "Turning" focuses on the lakes' roles in culture, environmental change, and the emotional lives of those who visit and swim them. And naturally, it charts my growing interest in limnology and freshwater ecology, something of a challenge for a historian with a liberal arts background!

50

Das im Frühjahr 2017 auch auf Deutsch erschienene Buch „Mein Jahr im Wasser“ beschreibt ein Jahr, in dessen Lauf ich in 52 der rund 3000 Seen in Berlin und Brandenburg geschwommen bin – zu allen Jahreszeiten, von der Sommer-sonne bis zum Wintereis. Meiner Doktorarbeit in Umweltgeschichte geschuldet, sind meine Erkundungen der Gegend mit ihren vielen Geschichten über ihre Kultur und Natur Teil des Buches, verbunden mit der Geschichte meines eigenen Lebens in Kanada, Großbritannien und Deutschland. Von Baggerseen wie dem Flughafensee bis hin zu abgelegenen Waldseen wie dem Hellsee konzentriert sich „Turning“ auf die Rolle dieser Seen in der Kultur und im Klimawandel und auf das emotionale Leben derer, die sie besuchen und erschwimmen. Und natürlich beschreibt es mein wachsendes Interesse an der Limnologie und Süßwasserökologie – eine besondere Herausforderung für eine Geisteswissenschaftlerin!

Dieses Interesse war es auch, das mich jetzt, zwei Jahre später, ans IGB als Writer-in-Residence geführt hat. Ich besuche wieder regelmäßig den Stechlinsee, fasziniert von seinen Geschichten und der Arbeit am IGB-Seelabor, wo die Forscherinnen und Forscher mein Verständnis für die Rolle von Seen in der Klimaforschung geschärft haben. Für meine eigene Arbeit habe ich begonnen, in die Geschichte des Sees einzutauchen und seinen Platz in den


*Jessica Lee*

Erzählungen der Einheimischen und auf den Seiten von Theodor Fontanes „Der Stechlin“ nachzuerfolgen. In Fontanes Buch wurde sein Ruf als Wächter globaler Katastrophen gefestigt. Dieser Ruf breitete sich sogar auf den Seiten wissenschaftlicher Zeitschriften des frühen 20. Jahrhunderts aus, als eine Kontroverse um die Rolle der Gegend als Spiegelbild weit entfernter Erdbeben und Vulkanausbrüche Mittelpunkt heftiger Debatten unter den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vor Ort wurde. Mitte des letzten Jahrhunderts richtete sich die Aufmerksamkeit dann auf die Rolle des Sees als Kühlwasserreservoir für das Kernkraftwerk Rheinsberg. Damit begannen auch die langfristigen Untersuchungen, die den Weg für die heutige Forschung am Seelabor freigemacht haben.

Meine Arbeit am IGB hat sich auf diese Vision des Stechlinsees als Spiegelbild und Wächter konzentriert, von seinem historischen – und weitgehend fiktionalen – Ruf bis zu seiner heutigen Funktion als Standort der IGB-Forschung für die Zukunft unserer Gewässer. Und natürlich ist das Schwimmen im See eine große Bereicherung dieser Arbeit – obwohl ich mehr als einmal seltsame Blicke von Einheimischen geerntet habe, wenn ich an nebligen Herbsttagen in den kalten See gesprungen bin.

So with this interest in mind, two years later, I joined the IGB as Writer-in-Residence. I have continued to visit Lake Stechlin, fascinated by its stories and the work of the IGB’s LakeLab, where the scientists have enriched my understanding of the role of lakes in climate change research. In my own work, I began by delving into the history of the lake, tracing its appearances in local histories to the pages of Theodor Fontane’s “Der Stechlin,” where its reputation as a sentinel of global catastrophes was cemented. This reputation spilled onto the pages of early twentieth-century scientific journals, as controversy around the site’s role as a mirror of far-off earthquakes and volcanic eruptions became the focus of fierce debate among local lake scientists. By the middle of the century, of course, attention would turn to the lake’s role as a catchment for the cooling waters of the Rheinsberg nuclear power plant, launching sustained study and leading up to the research that takes place at LakeLab today.

My work at the IGB has focussed on this vision of Lake Stechlin as a mirror or sentinel, from its historical – and largely fictional – reputation to its present-day function as a research site for the IGB’s work on the future of freshwater. Of course, swimming the lake is a perk of the job – though I’ve had more than a few strange glances from locals as I plunge into the chill of the lake on misty autumn days.

# Quantenmechaniker wagen ein Experiment der anderen Art

## Quantum researchers and their rather different experiment

Tamara Worzewski

**Quantenphysik ist kompliziert und nicht intuitiv – herrscht darüber Konsens? Es war beabsichtigt paradox, dass in Schrödingers berühmtem Gedankenexperiment eine Katze gleichzeitig tot und lebendig sein sollte, und das verwirrt viele.**

**Quantum physics is complicated and not intuitive – are we all agreed? The paradox in Schrödinger's famous thought experiment, which posits a cat being dead and alive at the same time, was intentional. And that confused a lot of people.**

52

Und nun sprechen Experten auch noch von einer zweiten Revolution der Quantenmechanik. Mit Quantum Computing sollen die Geschwindigkeit der Lösung komplexer Problemstellungen um einen Quantensprung erhöht und Big Data besser gemeistert werden. Zum weiteren Anwendungspotenzial gehören innovative Verschlüsselungstechnologien und Bereiche, mit denen sich vorzugsweise Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der Physik und Chemie befassen, die aber auch andere interessieren sollten.

Now experts are even talking about a second revolution in quantum mechanics. With quantum computing, the speed of solving complex problems and the mastery of Big Data are set to make a quantum leap. Other potential applications include innovative encryption technologies, and fields that are essentially the focus of physics and chemistry researchers, but should interest others as well.

Doch wie ermöglicht man einen besseren Zugang zur Quantenmechanik und warum ist der wichtig?

But how do we make quantum mechanics more accessible and why is it important?

Dieser Herausforderung und Diskussion stellen sich die Physikerinnen und Physiker des Paul-Drude-Instituts für Festkörperelektronik (PDI). Mercedes Reischel, PDI-Managerin für Wissens- und Technologietransfer, holte die

Physicists from the Paul Drude Institute for Solid State Electronics (PDI) embraced this challenge and the relevant discussion. PDI Technology Transfer Manager Mercedes Reischel got the Canadians on board, Head of Department Technology and Transfer Dr Carsten Hucho drew up the master plan. During Berlin Science Week they ventured on a five-day experiment with the double exhibition “Quantum Revolution is more than Schrödinger’s Cat.”

They combined two fundamentally different methods of approach by juxtaposing a popular science pop-up exhibition from Canada with the “hard” physics of their current research. Among the highlights were two introductory lectures on quantum computing followed by an open plenary discussion where international experts answered the audience’s questions. The current state of quantum technology, its future potential and consequences were addressed as were the concept behind the exhibition and the mission of communicating with the public.



Populärwissenschaftlich: Pop-Up-Ausstellung aus Kanada.  
Popular science: pop-up exhibition from Canada.

Kanadier ins Haus. Dr. Carsten Hucho, PDI-Abteilungsleiter Technologie und Transfer, formte das Gesamtkonzept. Im Rahmen der Berlin Science Week wagten sie ein fünftägiges Experiment mit der Doppel-Ausstellung „Quantum Revolution is more than Schrödinger’s Cat“.

Sie kombinierten zwei fundamental unterschiedliche Annäherungsmethoden, indem sie eine populärwissenschaftliche Pop-Up-Ausstellung aus Kanada mit der „harten“ Physik ihrer aktuellen Forschung konfrontierten. Zu den Höhepunkten zählten zwei Einführungsvorträge in das Quantum Computing gefolgt von einer öffentlichen Podiumsdiskussion, bei der internationale Experten Zuschauerfragen beantworteten. Aktueller Stand, Zukunftsmöglichkeiten und Konsequenzen der Quantentechnologie wurden ebenso diskutiert wie das Konzept der Ausstellung und der Kommunikationsauftrag an die Öffentlichkeit.

Die interaktive Pop-Up-Ausstellung gewährte einen Zugang in die nicht-intuitive Denkweise der Quantenmechanik. Zum Beispiel erlaubte eine polarisierende Drehscheibe, Schrödingers Katze sowohl tot als auch lebendig zu sehen – und das sowohl separat als auch gleichzeitig. Das gedankliche Paradoxon wurde anschaulich.

Demgegenüber erklärten Physikerinnen und Physiker leidenschaftlich ihre Forschung mit Postern, Animationen und Exponaten. Sie demonstrierten, wie man einzelne Atome wie im Setzkasten platziert, neue Materialeigenschaften erzeugt und die Wechselwirkungen zwischen den kleinsten Teilchen ergründet. Komplizierter Sachverhalt. Die Forscherinnen und Forscher versteckten das aber nicht – schließlich ist nicht alles immer einfach erklärbar.

Auch PDI-Direktor Prof. Henning Riechert erwartet von der Öffentlichkeit nicht, dass sie alles versteht. Er betonte aber, es sei Aufgabe der Wissenschaftler, die Türen zu öffnen, über alles zu berichten und allen ihre Leidenschaft zu zeigen, damit die Öffentlichkeit ihnen vertraut. Heutzutage sei es wichtiger denn je, der Gesellschaft die Bedeutung von Wissenschaft und Technologie aufzuzeigen und das Vertrauen darin zu stärken.

Alle Errungenschaften wie Laser und MRT, deren Nutzen heute unbestritten sind, resultierten aus Grundlagenforschungen der ersten Revolution der Quantenmechanik. Die Erfahrung zeigt, dass dies auch für das Quantum Computing der Fall sein könnte. Diese zweite Revolution umfasst jedenfalls sehr viel mehr als nur Schrödingers Katze.



*Forschungswirklichkeit: Exponate aus den PDI-Laboren.  
Real science: lab exhibits from PDI.*

The interactive pop-up exhibition facilitated access to the non-intuitive thought processes of quantum mechanics. A polarizing disc, for example, not only illustrated that Schrödinger’s cat could be seen both dead and alive, but also separately and concurrently. The intellectual paradox was made graphically clear.

The physicists, on the other hand, passionately explained their research using posters, animations and exhibits. They demonstrated how to position individual atoms, just like in a typeset, to generate new material properties and then to explore the interaction between the tiniest particles. Complicated matters. The researchers made no secret of the fact – after all, not everything is easy to explain.

PDI Director Professor Henning Riechert does not expect the public to understand every single thing either. But he emphasized that scientists had a duty to open doors, to report on everything and to demonstrate their passion in the quest to gain the public’s trust. Today, it was more necessary than ever to show society the importance of science and technology and reinforce people’s trust in them.

All the accomplishments that are now taken completely for granted, such as lasers and MRI, are the products of basic research in the first quantum revolution. Experience has shown that this could happen with quantum computing, too. Whatever the case, this second revolution goes well beyond just Schrödinger’s cat.

# Exzellenzstrategie – Berlin geht erfolgreich in die finale Bewerbungsrunde

## Excellence Strategy – Berlin has made it through to the final

Anja Wirsing und | and Anastasia Gotgelf

54

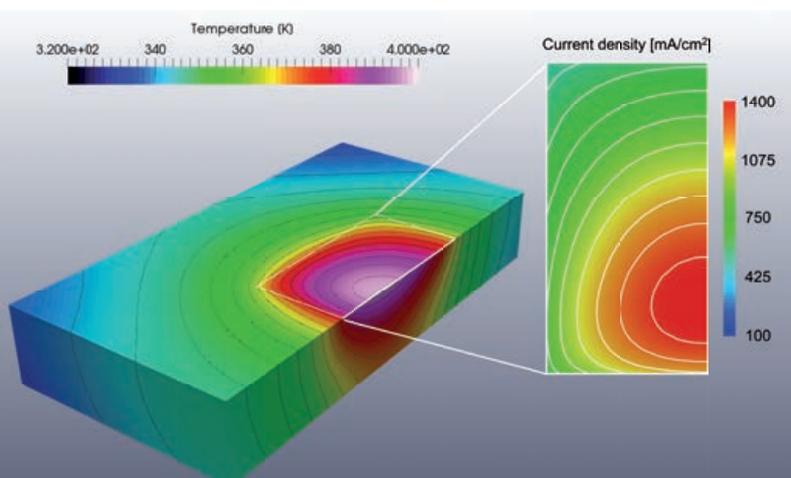
Berliner Universitäten und Forschungseinrichtungen ziehen mit insgesamt neun Exzellenzcluster-Anträgen in die entscheidende Runde der Exzellenzstrategie ein. Bundesweit waren 88 Projekte von 41 Hochschulen erfolgreich. Am 29. September 2017 gaben dies die Deutsche Forschungsgemeinschaft und der Wissenschaftsrat bekannt. Ein großer Erfolg für Berlin – kein anderer Standort konnte so viele Anträge in die Endrunde bringen. Auch der Forschungsverbund Berlin jubelt: Drei seiner Institute sind an vier Cluster-Anträgen beteiligt. Weiterhin besteht eine externe Beteiligung an einem Cluster-Antrag der Universität Konstanz.

Die Exzellenzinitiative ist ein Förderprogramm von Bund und Ländern für die deutschen Universitäten, das die Bundesregierung 2005 initiiert hat. Sie ist 2017/18 durch die Exzellenzstrategie abgelöst worden, deren Förderung 2019 beginnen wird. Die stark wettbewerbsorientierte Initiative will wissenschaftliche Spitzenleistungen, Profilbildung und Kooperationen im Wissenschaftssystem fördern. Die finale Förderentscheidung für voraussichtlich 45 bis 50 Exzellenzcluster soll im September 2018 fallen.

Berlin universities and research institutions have entered the final round of the Excellence Strategy with a total of nine Cluster of Excellence projects. On September 29, 2017, the German Research Foundation and the German Council of Science and Humanities announced its selection of eighty-eight Clusters projects from forty-one universities nationwide. This is definitely a great success for Berlin. No other location put forward so many proposals in the final stage. The Forschungsverbund Berlin also has reason to cheer: three of its institutes are involved in four Cluster projects. Furthermore there is external cooperation on a Cluster project with the University of Konstanz.

In 2005, the German government launched the Excellence Initiative, a funding program from German federal and state governments to support outstanding research at German universities. Starting in 2017/18, it is to be succeeded by the Excellence Strategy, the funding of which will begin in 2019. The highly competitive initiative is designed to promote top level research and cooperation in the national science system, and to boost Germany's international scientific profile. The final decision of funding for about forty-five to fifty Clusters of Excellence will be made in September 2018.

*Mit dem Exzellenzcluster MATH+ entsteht ein institutionen- und disziplinübergreifendes Forschungszentrum. Das WIAS leistet Beiträge u.a. im Bereich Materialien-Licht-Bauteile - hier : Vorarbeiten zur Simulation der Temperaturverteilung und Stromdichte einer Organischen Leuchtdiode (OLED).*  
*The MATH+ Cluster of Excellence will create a cross-institutional and interdisciplinary research center. The WIAS contributes, e.g., in the area Materials-Light-Devices, here: preliminary work to simulate temperature distribution and current density for an Organic Light-Emitting Diode (OLED).*



## Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP)

### NeuroCure – neue Perspektiven in der Therapie neurologischer Erkrankungen

**Antragstellende Hochschulen:** Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin

**FMP-Beteiligung:** Projektleiter: Prof. Volker Haucke, Prof. Thomas J. Jentsch, Prof. Andrew Plested  
*Forschung zu molekularen Mechanismen bei Neurodegeneration, neuronaler Entwicklung und fortlaufender Regeneration des Nervensystems zur Entwicklung besserer medizinischer Therapien*

### UniSysCat – Unifying Systems in Catalysis

**Antragstellende Hochschule:** Technische Universität Berlin

**FMP-Beteiligung:** Prof. Dorothea Fiedler und Prof. Adam Lange  
*Forschung zu Regulation Inositol-basierter Botenstoffe, sekundärer Botenstoffe unter Kontrolle von Nährstoffen, Mitogenen und Stressfaktoren, mit dem Ziel, neue zelluläre Ziele medizinischer Therapien zu finden (Fiedler); Forschung zu Spaltung und Abbau von Proteinen innerhalb biologischer Membranen, wie z.B. der mit Alzheimer verknüpften Gamma-Sekretase (Lange)*

## Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)

### SCIoI – Science of Intelligence

**Antragstellende Hochschulen:** Humboldt-Universität zu Berlin, Technische Universität Berlin

**IGB-Beteiligung:** Prof. Jens Krause  
*Forschung zu kollektiver Intelligenz und kollektivem Verhalten*

Als Externer ist Jens Krause weiterhin am Cluster-Antrag „Collective Behaviour“ der Universität Konstanz beteiligt.

## Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik (WIAS)

### MATH+ The Berlin Mathematics Research Center

**Antragstellende Hochschulen:** Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, Technische Universität Berlin

**WIAS-Beteiligung:** Einer von drei designierten Sprechern: Prof. Michael Hintermüller, Prof. Alexander Mielke, Prof. Vladimir Spokoyny, Prof. Wolfgang König  
*Entwicklung von bildgebenden Verfahren für Mikroskopie und Spektroskopie (Hintermüller, Spokoyny), datengetriebene stochastische Modellierung dynamischer Umgebungen (König) sowie Anwendungen in den Bereichen Materialien, Licht und Bauteile (Mielke, Hintermüller)*

## Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP)

### NeuroCure – Towards a better outcome of neurological disorders

**Applicant universities:** Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin

**FMP involvement:** Project managers: Prof. Volker Haucke, Prof. Thomas J. Jentsch, Prof. Andrew Plested  
*Research on molecular mechanisms of neurodegeneration, neuronal development, and continuous regeneration of the nervous system for the development of better medical therapies*

### UniSysCat – Unifying Systems in Catalysis

**Applicant university:** Technische Universität Berlin

**FMP involvement:** Prof. Dorothea Fiedler und Prof. Adam Lange  
*Research on the regulation of inositol-based messengers, secondary messengers under the control of nutrients, mitogens and stress factors, with the aim of finding new cellular targets for medical therapies (Fiedler); research on the cleavage and degradation of proteins within biological membranes, for example by gamma secretase, which is linked to Alzheimer's disease (Lange)*

## Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB)

### SCIoI – Science of Intelligence

**Applicant universities:** Humboldt-Universität zu Berlin, Technische Universität Berlin

**IGB involvement:** Prof. Jens Krause  
*Research on collective intelligence and collective behavior*

Jens Krause continues to be involved as an external partner in the Collective Behaviour Cluster project of the University of Konstanz.

## Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics (WIAS)

### MATH+ The Berlin Mathematics Research Center

**Applicant universities:** Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, Technische Universität Berlin

**WIAS involvement:** One of three designated speakers: Prof. Michael Hintermüller, Prof. Alexander Mielke, Prof. Vladimir Spokoyny, Prof. Wolfgang König  
*Development of imaging methods for microscopy and spectroscopy (Hintermüller, Spokoyny), data-driven stochastic modeling of dynamical environments (König), and applications in the fields of materials, light, and devices (Mielke, Hintermüller)*



## Der Forschungsverbund rockt die Wissenschaft

56

## The Forschungsverbund rocks the scientific community

Paul Janositz und | and Gesine Wiemer

Lebendig, lehrreich und lustig – so präsentierte sich der Forschungsverbund Berlin (FVB) zum 25-jährigen Gründungsjubiläum. Am 18. Mai 2017 strömten die Gäste morgens in die Urania zu Festakt, Symposium und LabSlam. Im Foyer präsentierten sich die acht Institute, die sich 1992 zum FVB zusammengeschlossen hatten, mit Info-Ständen. Im voll besetzten großen Humboldt-Saal begrüßte Professor Volker Haucke, Vorstandssprecher und Direktor am Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP), hochrangige Vertreter aus Politik und Wissenschaft, Institutsmitarbeiter, aber auch Schülerinnen und Schüler, mit Worten von Hermann Hesse: „Man muss das Unmögliche versuchen, um das Mögliche zu erreichen.“ Als Provisorium gedacht, habe sich der Zusammenschluss aus acht Forschungsinstituten der ehemaligen DDR-Akademie der Wissenschaften nicht nur als lebensfähig, sondern als ausgesprochen erfolgreich erwiesen. „Grund genug, in diesem Jahr zu feiern“, sagte Haucke.

Lively, enlightening and fun – this was the impression given by the Forschungsverbund Berlin (FVB) to mark the twenty-fifth anniversary of its foundation. Guests flocked to the Urania on the morning of May 18, 2017 to attend the ceremony, symposium and LabSlam. Each of the eight institutes that teamed up to form FVB in 1992 manned information stands in the foyer. In the packed Humboldt-Theater, Professor Volker Haucke, Spokesperson of the Board of Directors and Director of the Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP), welcomed top-ranking representatives from politics and academia, staff members of the institutes as well as pupils with the words of Hermann Hesse: “You have to try the impossible to achieve the possible.” Originally intended to be a provisional solution, the alliance of eight research institutes from the former Academy of Sciences of the GDR has proven to be not only viable, but also exceedingly successful. “Reason enough to celebrate this year,” enthused Haucke.

Am 15. Juni 2017 stieg dann eine große Wissenschafts-Party in der Kulturbrauerei für Freunde, Förderer und Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Forschungsverbundes. Der Regierende Bürgermeister Michael Müller hielt ein Grußwort, es gab viel Gelegenheit zum Austausch der Gäste untereinander und es wurde eine sehr fröhliche Feier. Im Anschluss twitterte Michael Müller: „Der Forschungsverbund Berlin rockt seit 25 Jahren den Wissenschafts- und Forschungsstandort Berlin und heute Abend die Kulturbrauerei.“

A big science party was thrown for friends, sponsors and staff of the Forschungsverbund in the Kulturbrauerei on June 15, 2017. The Governing Mayor of Berlin Michael Müller held a welcome speech, there were plenty of opportunities for guests to engage in exchange, and the party was a great success. After the event, Michael Müller twittered: “The Forschungsverbund Berlin has been rocking the science and research location of Berlin for 25 years, and tonight it has rocked the Kulturbrauerei.”



Fotos/Photos: David Ausserhofer, Volkmar Otto

# Personen

## People

58

### FBH

#### Vielfache Auszeichnungen für Mahmoud Tawfieq



Der FBH-Doktorand Mahmoud Tawfieq wurde 2017 gleich mehrfach ausgezeichnet: auf dem 24. Kongress der International Commission for Optics mit dem OSA/SPIE Student Paper Award, mit dem Travel Award der Summer School der International Society for Clinical Spectroscopy und dem Poster Award der Danish Optical Society. Beim Falling Walls Lab Adlershof, einem Vorentscheid für die Finalteilnahme auf der Falling Walls Conference in Berlin, kam er auf den zweiten Platz. Wie die internationale Konferenz will auch Tawfieq Grenzen überwinden, konkret bei der Diagnose von Krankheiten. Mit einer speziellen Technik, die auf der Analyse mit Infrarot-Licht basiert, das an verdächtigem Gewebe gestreut wird, soll es künftig besser gelingen, bösartige Tumore von gesunden Strukturen zu unterscheiden (siehe S. 16/17). Tawfieq hat Physik und Nanotechnologie an der Technical University of Denmark studiert und promoviert seit 2015 am FBH.

Der FBH-Doktorand Mahmoud Tawfieq wurde 2017 gleich mehrfach ausgezeichnet: auf dem 24. Kongress der International Commission for Optics mit dem OSA/SPIE Student Paper Award, mit dem Travel Award der Summer School der International Society for Clinical Spectroscopy und dem Poster Award der Danish Optical Society. Beim Falling Walls Lab Adlershof, einem Vorentscheid für die Finalteilnahme auf der Falling Walls Conference in Berlin, kam er auf den zweiten Platz. Wie die internationale Konferenz will auch Tawfieq Grenzen überwinden, konkret bei der Diagnose von Krankheiten. Mit einer speziellen Technik, die auf der Analyse mit Infrarot-Licht basiert, das an verdächtigem Gewebe gestreut wird, soll es künftig besser gelingen, bösartige Tumore von gesunden Strukturen zu unterscheiden (siehe S. 16/17). Tawfieq hat Physik und Nanotechnologie an der Technical University of Denmark studiert und promoviert seit 2015 am FBH.

#### Numerous awards for Mahmoud Tawfieq

A PhD candidate from the FBH, Mahmoud Tawfieq, has received several awards this year: an OSA/SPIE Student Paper Award for his paper submitted to the Congress of International Commission for Optics, a Student Travel Award from the Summer School of the International Society for Clinical Spectroscopy, and the Best Poster Award from the Danish Optical Society. He came in second place at the Falling Walls Lab Adlershof competition, one of the preliminary rounds for selecting candidates for the Falling Walls Conference in Berlin. Like the international conference, Tawfieq seeks to break down barriers, specifically in the diagnosis of diseases.

With a special method based on the analysis of infrared light which is scattered on suspicious tissue, it should be easier in the future to distinguish malicious tumors from healthy structures (see pp. 16-17). Tawfieq studied physics and nanotechnology at the Technical University of Denmark. Since 2015, he has been a PhD candidate at the FBH.

### FMP

#### Volker Haucke in zwei Wissenschaftsakademien gewählt

In Anerkennung seiner wissenschaftlichen Leistungen ist Prof. Volker Haucke zum Mitglied der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina gewählt worden. Damit hat er eine der höchsten wissenschaftlichen Auszeichnungen erhalten, die eine deutsche Institution vergibt. Weiterhin ist Haucke als neues Mitglied in die Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften gewählt worden. Die Akademie ist eine Fach- und Ländergrenzen überschreitende Vereinigung herausragender Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler.



Haucke ist seit 2012 FMP-Direktor und seit 2007 Mitglied des Exzellenzclusters NeuroCure der Charité. Seit 2003 lehrt er an der Freien Universität Berlin. Sein Forschungsschwerpunkt liegt auf den molekularen Mechanismen des endozytotischen und endosomalen Membrantransports. Das langfristige Ziel seiner Arbeit ist es, die molekularen Grundlagen der endozytotischen und endosomalen Funktion und Dysfunktion zu erforschen und dabei neue Wege für pharmakologische Eingriffe zu eröffnen.

**Volker Haucke is elected member of two scientific academies**

In recognition of his scientific achievements, Prof. Volker Haucke was elected as a member of the National Academy of Sciences Leopoldina. He has thus received one of the highest scientific honors awarded by a German institution. Furthermore, he was elected a new member of the Berlin-Brandenburg Academy of Sciences and Humanities. The Academy is a learned society of uniting outstanding scholars and scientists across national and disciplinary boundaries. Haucke has been FMP Director since 2012 and a member of the Excellence Cluster NeuroCure at the Charité since 2007. He has been teaching at Freie Universität Berlin since 2003. His research focuses on the molecular mechanisms of endocytic and endosomal membrane traffic. The long-term goal of his work is to investigate the molecular basis of endocytic and endosomal function and dysfunction, thereby opening new avenues for pharmacological intervention.



**Ehrendoktorwürde für Thomas J. Jentsch**

Prof. Thomas J. Jentsch wurde zum Ehrendoktor der Medizinischen Fakultät des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf (UKE) ernannt. Er forscht am Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC), am FMP und an der Charité. Jentsch studierte Humanmedizin und Physik an der Freien Universität Berlin. Heute leitet er die Forschungsgruppe „Physiologie und Pathologie des Ionentransportes“ am FMP und MDC. Er gilt als ein weltweit führender Wissenschaftler auf dem Gebiet der Ionenkanäle und erhielt zahlreiche Auszeichnungen für seine Forschung im Bereich Nephrologie, Neurologie und Physiologie. Seine Forschung an Ionenkanälen hat dazu beigetragen, die Ursachen vieler genetisch bedingter Krankheiten aufzuklären. Mit dem UKE verbindet den Wissenschaftler eine langjährige Schaffensphase: So war Jentsch von 1988 bis 2006 im Zentrum für Molekulare Neurobiologie Hamburg (ZMNH) des UKE tätig, das er zeitweise auch leitete.

**Honorary doctorate conferred on Thomas J. Jentsch**

Prof. Thomas J. Jentsch was named honorary doctor by the University Medical Center Hamburg-Eppendorf (UKE). He conducts research at the Max Delbrück Center for Molecular Medicine in the Helmholtz Association (MDC), at FMP, and the Charité. Jentsch studied human medicine and physics at Freie Universität Berlin. Today he heads the Physiology and Pathology of Ion Transport research team at FMP and MDC. He is recognized as a world leader in research on ion channels and has received numerous awards for his work in the fields of nephrology, neurology, and physiology. His research on ion channels has helped to explain the causes of many genetic diseases. Jentsch spent many productive years at UKE. From 1988 to 2006, he was based at UKE’s Center for Molecular Neurobiology Hamburg (ZMNH) and served for several years as ZMNH’s director.

**IGB**

**Gegen Lichtverschmutzung: Galileo Award für Sibylle Schroer**

IGB-Wissenschaftlerin Dr. Sibylle Schroer ist Preisträgerin des diesjährigen Galileo Awards der International Dark Sky Association (IDA), die sich weltweit der Bekämpfung von Lichtverschmutzung widmet. Der Galileo Award wird für langjährige, herausragende Leistungen in der Forschung oder akademischen Arbeit zur Lichtverschmutzung verliehen.

Schroer wurde 2010 Forschungs Koordinatorin des IGB-Projektes „Verlust der Nacht“ und forscht seitdem zur Lichtverschmutzung. Sie unterstützt die internationale Zusammenarbeit im Kampf gegen Lichtverschmutzung und will das Wissen über Lichtverschmutzung unter die Leute bringen. Hierfür steht sie in direktem Austausch mit Politikerinnen und Politikern, Gemeinden, der Lichtindustrie, Studierenden, der Öffentlichkeit und den Medien.



**Fighting light pollution: Galileo Award for Sibylle Schroer**

IGB scientist Dr Sibylle Schroer has earned this year’s Galileo Award from the International Dark-Sky Association (IDA), which is dedicated to combating light pollution worldwide. The

Galileo Award is given in recognition of long-term outstanding achievements in research or academic work on light pollution. Sibylle Schroer has been active in light pollution research since 2010, when she joined the "Loss of the Night" research project at IGB as a research coordinator. She supports the importance of joining forces to tackle light pollution worldwide and is an advocate for light pollution education: She interacts directly with politicians and community leaders, representatives of the lighting industry, students, the general public, and the media.

**IKZ**

**Thomas Schröder wird neuer IKZ-Direktor**

Prof. Thomas Schröder hat den Ruf auf die Professur „Kristallwachstum“ an der Humboldt-Universität zu Berlin angenommen. Damit verbunden ist seine Besetzung als neuer Direktor am IKZ. Er wird die Position voraussichtlich im ersten Quartal 2018 antreten.

Schröder ist derzeit Leiter der Abteilung Materialforschung am IHP – Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik in Frankfurt (Oder) und besetzt eine Professur für Halbleitermaterialien an der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg. Er hat mit seinem Team am IHP eine moderne Materialforschung im Bereich der „More than Moore“-Silizium-Mikroelektronik betrieben. Durch eine intensive Projekt- und Publikationstätigkeit konnte er die IHP-Materialforschung in eine internationale Spitzenposition führen.

**Thomas Schröder starts as new IKZ director**

Prof. Thomas Schröder has accepted the call to assume the professorship "Crystal Growth" at the Humboldt University of Berlin. At the same time, he will become the new director of the Leibniz Institute for Crystal Growth (IKZ). He

is expected to take on this role in the first quarter of 2018. At present, Schröder is head of the Materials Research Department at IHP – Leibniz Institute for Innovations for High Performance Microelectronics in Frankfurt (Oder) and professor in semiconductor materials at the Brandenburg Technical University (BTU) Cottbus-Sen-

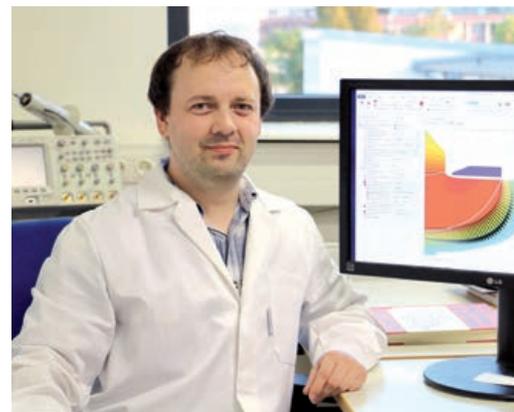


ftenberg. Together with his team, he is doing research and development on modern materials research in the field of "More than Moore" silicon microelectronics. Through intensive project and publication activities, Thomas Schröder has succeeded in leading the IHP materials research to an international top position.

**LIMTECH-Nachwuchspreis für Kaspars Dadzis**

Für seine Arbeiten auf dem Gebiet der Modellexperimente und numerischen Simulation bei der Kristallzüchtung ist der IKZ-Wissenschaftler Dr. Kaspars Dadzis mit dem LIMTECH Young Scientist Award 2017 ausgezeichnet worden.

Dadzis arbeitete an der Universität von Lettland, Riga, an der Simulation von Kristallzüchtungsprozessen nach dem Float Zone-Verfahren, bevor er sich näher mit der industriellen Kristallzüchtung bei der Firma SolarWorld in Freiberg beschäftigte. Seine Promotion erlangte er im Bereich der gerichteten Erstarrung von Silizium an der TU Bergakademie Freiberg in Kooperation mit den Fraunhofer-Instituten IISB und THM. Seit 2016 forscht Dadzis in der IKZ-Arbeitsgruppe Silizium & Germanium an der Entwicklung neuer Methoden bei der Züchtung kristalliner Materialien.



**LIMTECH Young Scientist Award for Kaspars Dadzis**

IKZ scientist Dr Kaspars Dadzis has received the LIMTECH Young Scientist Award 2017 for his work in the field of model experiments and numerical simulation in crystal growth. Dadzis worked at the University of Latvia, Riga, on the simulation of crystal growth processes using the float zone method before he started to work in industrial crystal growth at the SolarWorld company in Freiberg. He obtained his doctorate in the area of the directional solidification of silicon at the TU Bergakademie Freiberg in cooperation with the Fraunhofer institutes IISB and THM. Since 2016, Dadzis has been conducting research in the Silicon & Germanium IKZ workgroup, where he has been working on the development of new methods for growing crystalline materials.

**IZW**

**Internationaler Tierschutzpreis für Frank Göritz**

Dr. Frank Göritz, IZW-Forscher und leitender Tierarzt, wurde mit dem internationalen „Vier Pfoten-Tierschutzpreis“ ausgezeichnet – als Dank für seine außergewöhnlichen Leistungen, seinen unermüdlichen Einsatz und sein fachkundiges, veterinärmedizinisches Engagement für den internationalen Tierschutz. Göritz forscht in der Abteilung „Reproduktionsmanagement“ des IZW. Er leistet dort einen nachhaltigen Beitrag zum evidenzbasierten Naturschutz und setzt sich für den Erhalt bedrohter Wildtierarten ein.



**International Animal Award for Frank Göritz**

Dr Frank Göritz, IZW scientist and head veterinarian, received the international “Vier Pfoten-Tierschutzpreis (‘Four Paws Animal Welfare Award’) as thanks for his outstanding achievements and his expert, tireless commitment to international animal welfare. Göritz conducts research in the Reproduction Management department at IZW. There he is making an important and sustainable contribution to evidence-based conservation, and he advocates for the preservation of endangered wildlife species.

**MBI**

**„The World of Thomas Elsaesser“**

Unter diesem Titel ehrte das MBI Prof. Thomas Elsaesser zu seinem 60. Geburtstag mit einem internationalen wissenschaftlichen Symposium zu ultraschnellen Prozessen in kondensierter

Materie. Es fand am 10. Oktober 2017 am MBI statt. Kolleginnen und Kollegen, sein Doktorvater, frühere Mitarbeiter und Freunde reisten zu diesem Anlass nach Adlershof. Die Redner Majed Chergui, Jens Stenger, Christos Flytzanis, Alfred Leitenstorfer, Shaul Mukamel, Claus Ropers und Dwayne



Miller referierten über Themen aus Physik, Chemie, Medizin und selbst über die Restauration von Kunstwerken mit optischen Methoden. Elsaesser forscht zu Prozessen im Femtosekunden-Zeitbereich mit optischen Methoden. Dazu gehören bahnbrechende Untersuchungen zum Nichtgleichgewichtsverhalten von Ladungsträgern in Halbleitern und Nanosystemen, zur Dynamik zwischenmolekularer Wasserstoffbrücken und zur Aufklärung ultraschneller Strukturänderungen mit Ultrakurzzeit-Röntgenmethoden.

**“The World of Thomas Elsaesser”**

This was the title of the international scientific symposium on ultrafast processes in condensed matter which MBI held to honor Prof. Thomas Elsaesser on his sixtieth birthday. The event took place on October 10, 2017 at MBI. Prof. Elsaesser’s present and former colleagues, his doctoral thesis supervisor, as well as friends had traveled on this occasion to Adlershof. The speakers Majed Chergui, Jens Stenger, Christos Flytzanis, Alfred Leitenstorfer, Shaul Mukamel, Claus Ropers, and Dwayne Miller reported on various topics from physics, chemistry, medicine, and even restoring artworks with optical methods. Elsaesser has done pioneering work on the nonequilibrium dynamics of charge carriers in semiconductors and nanosystems, on the dynamics of intermolecular hydrogen bonds, and on ultrafast structural changes, the latter with femtosecond x-ray methods.

**Günter Steinmeyer zum Professor an der HU Berlin berufen und zum APS Fellow ernannt**

Günter Steinmeyer hat den Ruf auf eine Professur für Nichtlineare Ultrakurzzeitphysik an der Humboldt-Universität zu Berlin (HU) angenommen. Steinmeyer ist studierter und promovierter Physiker (Universität Hannover). Er arbeitete



am Massachusetts Institute of Technology (MIT), wechselte dann an die Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) in Zürich und habilitierte sich. Seit 2002 ist er als Leiter der Abteilung C2 (Festkörperlichtquellen) am MBI tätig. Von 2008 bis 2013 hatte er eine Gastprofessur am Optoelectronics Research Centre der Tampere University of Technology in Finnland inne. Steinmeyer wird seinen Lehrauftrag im Rahmen des internationalen Masterstudiengangs „Optical Sciences“ an der HU erfüllen und seine Forschungen zu nichtlinearer Kurzzeitoptik am MBI fortsetzen.

Steinmeyer wurde weiterhin zum „Fellow of the American Physical Society“ (APS) ernannt. Mit dem APS Fellowship werden Wissenschaftler ausgezeichnet, die in der physikalischen Grundlagenforschung einen außerordentlichen Beitrag zur wissenschaftlichen und technologischen Anwendung geleistet haben.

**Günter Steinmeyer appointed Professor at HU Berlin and elected APS Fellow**

Günter Steinmeyer was appointed a professorship for nonlinear ultrafast optics at the Institute of Physics of Humboldt University (HU) of Berlin. He has a degree and PhD in physics (University of Hannover). He worked at the Massachusetts Institute of Technology (MIT) and then moved to the Swiss Federal Institute of Technology (ETH) in Zurich and completed his habilitation. Since 2002, he has been head of Division C2 (solid-state light sources) at MBI. From 2008 to 2013, he was a visiting professor at the Optoelectronics Research Centre of the Tampere University of Technology in Finland. Besides his research commitments to ultrafast nonlinear optics at MBI, Steinmeyer will teach within the international Optical Sciences master program at HU. Furthermore, Steinmeyer was elected “Fellow of the American Physical Society” (APS). The APS Fellowship is awarded to scientists in physical fundamental research who make exceptional contributions to scientific and technical applications.

**Kooperation mit Heisenberg-Stipendiat Thomas Fennel**



Prof. Thomas Fennel, Gruppenleiter am Institut für Physik der Universität Rostock und Gastwissenschaftler am MBI, hat das begehrte Heisenberg-Stipendium erhalten, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) vergeben

wird. Im Rahmen des Stipendiums unterstützt die DFG ein Forschungsprojekt zur theoretischen und experimentellen Untersuchung neuer Wege zur Analyse und Kontrolle ultraschneller elektronischer Vorgänge in Nanostrukturen. Die damit verknüpfte Forschung ist Gegenstand einer engen Kollaboration zwischen Fennels Team an der Universität Rostock und Wissenschaftlern der Abteilung A des MBI, die von Prof. Marc Vrakking geleitet wird und an welcher Fennel nun als assoziierter Wissenschaftler wirkt (siehe S. 28/29).

**Cooperation with Heisenberg Fellow Thomas Fennel**

Prof. Thomas Fennel, group leader at the Institute of Physics at the University of Rostock and guest researcher at MBI, has been awarded a prestigious Heisenberg Fellowship, which is funded by the German Research Foundation (DFG). With the Heisenberg Fellowship, the DFG is supporting a research project to theoretically and experimentally explore new routes for analyzing and controlling ultrafast electronic motion in nanostructures. The underlying research will be carried out in a joint effort between Prof. Fennel’s team at the University of Rostock and researchers from MBI’s Division A, which is led by Prof. Marc Vrakking and to which Prof. Fennel is now affiliated as an associated researcher (see pp. 28-29).

**WIAS**

**Leibniz-Auszubildenden-Preis für Chiara D’Alonzo**

Beim Leibniz-Auszubildenden-Preis 2017 hat Chiara D’Alonzo vom WIAS den 2. Preis erhalten. Die 34-Jährige absolvierte eine Ausbildung zur mathematisch-technischen Softwareentwicklerin, die sie an ein vorangegangenes Mathematikstudium anschloss. Dieses setzte sie parallel zur Ausbildung in Teilzeit fort. Ihre Ausbildung beinhaltete herausfordernde Tätigkeiten in den Bereichen der numerischen Mathematik, stochastischer Verfahren, Algorithmik und deren Umsetzung am Computer einschließlich Datenbankprogrammierung. Seit Juni 2017 ist sie als Softwareentwicklerin im wissenschaftlich-technischen Bereich am WIAS beschäftigt – eine Tätigkeit, die dort normalerweise nur mit Hochschulabschluss möglich ist.



**Leibniz Award for Apprentices for Chiara D’Alonzo**

Chiara D’Alonzo of WIAS received 2nd Prize in the 2017 Leibniz Award for Apprentices. D’Alonzo, 34, completed an apprenticeship as a mathematical-technical software developer, having combined this with preceding mathematical studies, which she continued part-time throughout. Her apprenticeship involved challenging tasks in the field of numerical mathematics, stochastic procedures and algorithms and their implementation on the computer, including database programming. Since June 2017, she has been working in the Scientific Technical Services division of WIAS – with duties normally reserved until after completing a university degree.

## Aus der Leibniz-Gemeinschaft From the Leibniz Association

### Leibniz wählt und wächst



Matthias Kleiner bleibt für weitere vier Jahre Präsident der Leibniz-Gemeinschaft. Die Mitgliederversammlung wählte den Ingenieur mit großer Mehrheit für eine zweite Amtszeit. Neue Vizepräsidentin ist die Biologin Katrin Böhning-Gaese, Mitglied des Direktoriums der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung und Professorin an der Goethe-Universität Frankfurt am Main. Sie folgt auf Hildegard Westphal vom Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung in Bremen, die nach drei Amtszeiten aus dem Vorstand ausschied. Zum 1. Januar 2018 wächst die Leibniz-Gemeinschaft um zwei weitere auf 93 Mitgliedsinstitute an. Neu dabei sind das Leibniz-Institut für jüdische Geschichte und Kultur – Simon Dubnow in Leipzig sowie das Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien in Bremen.

Matthias Kleiner continues as the President of the Leibniz Association for another four years. The General Assembly elected the engineer for a second term by a large majority. The new Vice-President is biologist Katrin Böhning-Gaese, who is a member of the Direktorium of the Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung and a professor at Goethe University Frankfurt. She is the successor to Hildegard Westphal of the Leibniz Centre for Tropical Marine Research in Bremen, who leaves the board after three terms in office. As of 1 January 2018, the Leibniz

### Elections and growth for Leibniz

Matthias Kleiner continues as the President of the Leibniz Association for another four years. The General Assembly elected the engineer for a second term by a large majority. The new Vice-President is biologist Katrin Böhning-Gaese, who is a member of the Direktorium of the Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung and a professor at Goethe University Frankfurt. She is the successor to Hildegard Westphal of the Leibniz Centre for Tropical Marine Research in Bremen, who leaves the board after three terms in office. As of 1 January 2018, the Leibniz

Association grows by another two member institutes, to number 93 in total. The newcomers are the Simon Dubnow Institute for Jewish History and Culture in Leipzig and the Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien in Bremen.

### leibniz 3/2017: Himmel

In seiner neuen Ausgabe widmet sich das Leibniz-Magazin dem Schwerpunkt „Himmel“. Er gibt Orientierung, wirft aber auch Fragen auf. Der Blick nach oben zieht sich deshalb durch alle Epochen. Den einen gibt der Himmel Sinn, Ruhe und Trost; die anderen betrachten ihn aus Wissensdrang. Wie können wir ihn erforschen, warum verfärbt er sich zuweilen und was verraten uns die Sterne über die Geschichte der Erde?

### leibniz 3/2017: The Sky

The latest issue of the Leibniz Magazine is dedicated to “The Sky”. It gives us orientation, but also a sense of wonder. Throughout time, we have looked to the sky and asked new questions. To some, it offers meaning, serenity and solace, while in others it awakens a thirst for knowledge. How can we research it, why does it change colour sometimes, and what do the stars reveal to us about the history of the earth?

[leibniz-gemeinschaft.de/  
medien/publikationen/  
journal/32017](http://leibniz-gemeinschaft.de/medien/publikationen/journal/32017)



## Impressum

### Verbundjournal

wird herausgegeben vom  
Forschungsverbund Berlin e. V.  
Rudower Chaussee 17  
D-12489 Berlin  
Tel.: +49 (0)30 6392-3337  
Fax: +49 (0)30 6392-3333

### Vorstandssprecher:

Professor Dr. Volker Haucke

### Geschäftsführerin:

Dr. Manuela B. Urban (V.i.S.d.P.)

### Redaktion:

Gesine Wiemer, Anja Wirsing

### Mitarbeit:

Anastasia Gotgelf

### Proofreading (Englisch):

Dr. Sarah Quigley, Sarah McGee

### Titelbild:

Volkmar Otto

### Fotos und Abbildungen:

FVB-Institute

### Layout:

unicom Werbeagentur GmbH  
Parkaue 36 · 10367 Berlin

### Druck:

ARNOLD group  
Am Wall 15 · 14979 Großbeeren

„Verbundjournal“ ist kostenlos.  
Nachdruck mit Quellenangabe  
gestattet. Belegexemplar erbeten.  
Redaktionsschluss: 30. November 2017

Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) · Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP) · Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) · Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ) · Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) · Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI) · Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Leibniz-Institut im Forschungsverbund Berlin e.V. (PDI) · Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik, Leibniz-Institut im Forschungsverbund Berlin e.V. (WIAS)

Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut fuer Hoechstfrequenztechnik (FBH) · Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP) · Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB) · Leibniz Institute for Crystal Growth (IKZ) · Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research · Max Born Institute for Nonlinear Optics and Short Pulse Spectroscopy (MBI) · Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Leibniz-Institut im Forschungsverbund Berlin e.V. (PDI) · Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics, Leibniz Institute in Forschungsverbund Berlin e.V. (WIAS)



*Das Ölgemälde des Künstlers Anton Molnár zeigt Nabiré, eines der letzten Weibchen der Nördlichen Breitmaulnashörner (Seite S. 48/49). The oil painting of the artist Anton Molnár shows Nabiré, one of the last northern white rhinos.*

[www.fv-berlin.de](http://www.fv-berlin.de)

[www.facebook.com/ForschungsverbundBerlin](https://www.facebook.com/ForschungsverbundBerlin)

[twitter.com/FVB\\_adlershof](https://twitter.com/FVB_adlershof)