

# verbundjournal

DAS MAGAZIN DES FORSCHUNGSVERBUNDES BERLIN E.V.

## Kräfte bündeln

Wichtige Forschungsfragen lassen sich durch langfristige Kooperationen internationaler Forschungseinrichtungen bearbeiten.



Großfahndung nach  
Wirkstoffen

10

Ein Kaskadenlaser für  
die fliegende Sternwarte

15

Jenseits des  
Lehrplans

23

## ■ Editorial



*Liebe Leserin, lieber Leser,*

revolutionäre Forschungsergebnisse werden manchmal von genialen Wissenschaftlern mehr oder weniger im Alleingang erzielt – Albert Einstein, Marie Curie oder Gottfried Wilhelm Leibniz tauschten sich zwar intensiv mit Kollegen aus, waren aber nicht Teil großer Forscherteams. Manche großen Ziele lassen sich jedoch nur in großen Kooperationen erreichen, insbesondere dann, wenn enormer technischer Aufwand nötig ist. Den Mond hätte ein Einzelkämpfer allein nie erreicht.

Für immer mehr gesellschaftliche Probleme, die für das Leben und den Wohlstand der Menschen eine wichtige Rolle spielen, kann die Wissenschaft nur mit großem Aufwand Lösungsansätze finden. Wie können wir die Biodiversität als Grundlage des Lebens erhalten? Mit welchen Mitteln lassen sich gefährliche Krankheiten bekämpfen? Wie können wir die Energieversorgung sicherstellen? Um diese komplexen Fragen zu erforschen, müssen viele Experten weltweit koordiniert zusammenarbeiten. So bringen sich auch die Institute des Forschungsverbundes Berlin zunehmend in internationalen Kooperationen ein. Zwei davon befinden sich derzeit mit zentraler Beteiligung von FVB-Instituten im Aufbau (S. 8 und S. 11).

*Eine interessante Lektüre wünscht Ihnen*

*Gesine Wiemer*

## Inhalt

### FORSCHUNG AKTUELL

Meldungen.....	3
Direktorenkolumne: Der Schritt von Adlershof nach Europa <i>Von Wolfgang Sandner</i> .....	5

### TITEL: Kräfte bündeln



*Um ihre Kompetenzen in der Hauptstadtregion zu bündeln, haben Universitäten und Leibniz-Institute das „Berlin-Brandenburgische Institut für Biodiversitätsforschung“ gegründet. Seite 8 »*

Große Fragen – starke Netzwerke.....	7
IGB, IZW: Gemeinsam für die Artenvielfalt.....	8
FMP: Großfahndung nach Wirkstoffen.....	10

### BLICKPUNKT FORSCHUNG



*Atomuhren messen die Zeit ganz genau. Bisher sind sie allerdings noch laborfüllend. Nun wollen Forscher eine portable Atomuhr entwickeln. Seite 12 »*

FBH: Die Vermessung der Zeit.....	12
WIAS: Ein Flip ist kein Flop – neue Version des Programms TetGen erschienen.....	13
FMP: „Sich Moleküle ausdenken, die es bisher nicht gab“.....	14
PDI: Ein Kaskadenlaser für die fliegende Sternwarte.....	15
MBI: Synchrone Bewegung von Elektronen in benachbarten Molekülen.....	16
MBI: Hervorragendes Evaluierungsergebnis – das MBI zählt weltweit zur Spitzengruppe.....	17
MBI: Wasserstoffatome unter der Lupe.....	18
IZW: Gesundheitsfalle Quecksilber.....	20
IGB: Spurensuche im Seearchiv.....	21

### VERBUND INTERN



*PDI-Direktor Prof. Dr. Henning Riechert ist seit dem 1. Mai neuer Vorstandssprecher des Forschungsverbundes Berlin e.V. Seite 22 »*

FVB: „Ein gutes Umfeld für kreative Ideen schaffen“ – neuer Vorstandssprecher.....	22
FBH: Jenseits des Lehrplans.....	23
Girls' Day – „Vielleicht überlege ich es mir noch mal“.....	24
IZW: Wildtiere in Berlin – bitte melden.....	25
IGB: Weiß du, wie viel Sternlein stehen? – Neue App misst Himmelhelligkeit.....	25
Interne Nachrichten.....	26
Aus der Leibniz-Gemeinschaft.....	26
Personen.....	27



# ForschungAktuell



## WIAS

### Organische Elektronik – eine heiße Sache

Organische Halbleiter könnten die Elektronik in vielen Bereichen revolutionieren. Inzwischen erreichen Bauelemente schon so hohe Leistungen, dass sie in kleinen Geräten wie Mobiltelefonen zum Einsatz kommen. Bei größeren Geräten heizen sich die organischen Bauelemente jedoch so unkontrolliert auf, dass sie zusammenbrechen oder ungleichmäßig Strom leiten. Physiker der TU Dresden und Mathematiker des Weierstraß-Instituts für Angewandte Analysis und Stochastik (WIAS) haben nun die typischen Rückkopplungseffekte gemeinsam analysiert und beschreiben diese für organische Halbleiter in den *Physical Review Letters*. Für organische Bauteile gilt das schon lange bekannte Arrhenius-Gesetz: Die elektrische Leitfähigkeit nimmt mit steigender Temperatur stark zu, so dass der Strom durch das Bauteil entsprechend ansteigt und das Material erwärmt. So entsteht eine Rückkopplungsschleife, in der das Bauteil immer weiter aufgeheizt wird – Experimente enden dann häufig damit, dass das Bauteil zerschossen wird. Bislang waren solche Effekte nur bei inorganischen Halbleitern bekannt. Den WIAS-Mathematikern war aufgefallen, dass diese auch in organischen Halbleitern gelten. Mit dem erweiterten Verständnis der Selbsterwärmung in organischen Halbleitern können die Forscher organische

Bauelemente nun so weiterentwickeln, dass sie die störenden Effekte minimieren, z. B. durch eine geometrisch andere Konstruktion der Wärmeableitung und der elektrischen Kontakte. So könnten es dann in Zukunft großflächige Leuchtfolien zur Beleuchtung von Räumen geben.  
doi: [10.1103/PhysRevLett.110.126601](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.110.126601)

## FMP

### Hemmstoff für Ödeme entdeckt

Forscher des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin (MDC) und des Leibniz-Instituts für Molekulare Pharmakologie (FMP) haben jetzt eine Substanz entdeckt, die die Wassereinlagerung in Körpergewebe und damit die Bildung von Ödemen verhindern kann. Die Ergebnisse von Dr. Jana Bogum (MDC/FMP) könnten künftig für die Behandlung der exzessiven Wassereinlagerung bei Patienten mit Herzschwäche (Herzinsuffizienz) von Bedeutung sein. Zugleich haben die Forscher mit einem neuartigen Forschungsansatz einen neuen molekularen Regulationsmechanismus

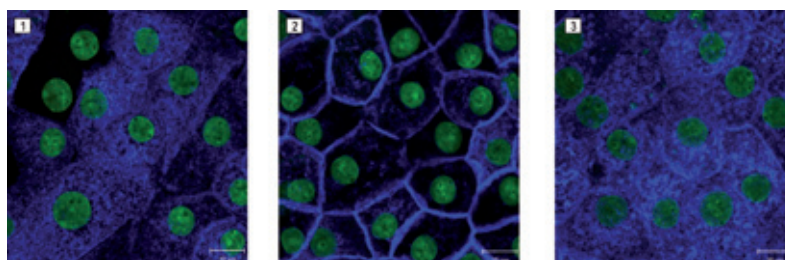
des Wasserhaushalts in der Niere entdeckt (*Journal of the American Society of Nephrology*).

Täglich fließen durch die Nieren rund 1.500 Liter Blut. Daraus filtern die Nieren zunächst 180 Liter Primärharn, den sie auf zwei Liter konzentrieren und dann ausscheiden. Das geschieht wesentlich dadurch, dass das Gehirn das Hormon AVP (Arginin-Vasopressin) ausschüttet. Dieses Hormon gibt den Startschuss für eine mehrere Schritte umfassende Signalkaskade in der Niere, die auf Wasserkanäle (Aquaporine) und vor allem auf das Aquaporin-2 einwirkt. Bei Durst veranlasst AVP das Aquaporin-2, aus dem Zellinneren der Nierenhauptzellen in die Plasmamembran zu wandern. Das an der Membran vorbeifließende Wasser aus dem Primärharn können die Nierenzellen über Aquaporin-2 dann herausfiltern. Über andere Wasserkanäle, die ständig in der Plasmamembran sitzen, wird das Wasser in das Blut und das Körpergewebe zurück geleitet. Ist der Durst gelöscht, vermindert sich das Hormon AVP und Aquaporin-2 geht zurück in das Innere der Nierenzelle, solange, bis es wieder benötigt wird.

Ist der AVP-Spiegel jedoch zu hoch, wie zum Beispiel bei Patienten mit Herzinsuffizienz, befindet sich Aquaporin-2 dauerhaft in der Plasmamembran der Nierenhauptzelle und leitet das Wasser ohne Unterlass aus dem Primärharn in die Nierenhauptzellen. Diese Zellen führen das überschüssige Wasser in das Körpergewebe ab. Dieser Prozess trägt zur Bildung von Ödemen bei.

Den Forschern gelang es nun, durch das Testen von 17.700 Substanzen einen Hemmstoff zu finden, der die Verlagerung des Wasserkanals Aquaporin-2 in die Zellmembran verhindert.

doi: [10.1681/ASN.2012030295](https://doi.org/10.1681/ASN.2012030295)



■ FBH

**FBH-Publikation als Journal-Highlight ausgewählt**

Eine Publikation von X. Wang, G. Erbert, H. Wenzel, B. Eppich, P. Crump, A. Ginolas, J. Fricke, F. Bugge, M. Spreemann, G. Tränkle aus dem FBH wurde als Highlight 2012 von der Redaktion des Journals Semiconductor Science and Technology ausgewählt. Dort war der ausgezeichnete Artikel "High-power, spectrally stabilized, near-diffraction-limited 970 nm laser light source based on truncated-tapered semiconductor optical amplifiers with low confinement factors" im vergangenen Jahr erschienen. Highlights basieren auf „herausragender Forschung und Einfluss auf die Halbleiter-Community“ wie es in der Begründung hieß.

**Laser World of Photonics**



Das FBH präsentierte auf der Fachmesse Laser World of Photonics in München verschiedene miniaturisierte Laserstrahlquellen sowie Diodenlaser für den roten Spektralbereich, die eine neuartige Gittertechnologie zur Wellenlängenselektion nutzen. Mit kompakten, hybrid-integrierten Diodenlasermodulen erschließt das Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) vielfältige Anwendungen. Die flexiblen „Alleskönner“ lassen sich je nach Anforderung optimieren, von der Materialanalytik, Sensorik oder Displaytechnologie bis hin zur Materialbearbeitung. Eine neuartige Gittertechnologie bei rot emittierenden Diodenlasern kann Gaslaser in der Materialanalytik und Längenmesstechnik ersetzen und ermöglicht kompakteres Messequipment. Von der Gittertechnologie profitieren auch spektroskopische Applikationen in der Sensorik, an denen das FBH seit mehreren Jahren arbeitet. So lassen sich viele Substanzen präzise analysieren, insbesondere biologische Proben wie Fleisch, Früchte, Blätter oder auch bei der medizinischen Diagnostik an der Haut.



■ IZW

**Embryonen des Pardelluchses im Tiefkühler**

Ein bahnbrechendes Verfahren ermöglicht die Sicherung biologischen Materials von Iberischen Luchsweibchen. In Zukunft wird dieses Zellmaterial für Zuchtprogramme und die Erhaltung der bedrohten Katzenart eine große Rolle spielen. WissenschaftlerInnen des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) gewannen im Rahmen einer medizinisch indizierten Kastration Luchs-Embryonen, darüber hinaus sicherten sie Teile des Eierstockgewebes. Die Embryonen und das Eierstockgewebe wurden erfolgreich in flüssigem Stickstoff bei minus 196 Grad Celsius eingefroren und somit für eine sehr lange Zeit haltbar gemacht. Der Iberische Luchs steht kurz vor dem Aussterben, vor einem Jahrzehnt lebten in Südspanien weniger als 200 Individuen. Das IZW ist langfristiger wissenschaftlicher Partner des Iberian Lynx Conservation Breeding Program (ILCBPS) in Andalusien, Spanien.

**Früh übt sich – Kängurus klettern bereits in der Gebärmutter**

Einem Forschungsteam aus Deutschland und Australien gelang erstmals die Ultraschall-Untersuchung der Trächtigkeit eines Kängurus. Die Aufnahmen zeigten, dass der Fötus seine Armmuskulatur bereits in der Gebärmutter trainiert, indem er Kletterbewegungen ausführt. Die Ergebnisse der Studie wurden in dem Wissenschaftsjournal „Scientific Reports“ veröffentlicht. Die ForscherInnen konnten beobachten, wie sich der Embryo eines Tammar-Wallabys, einer Känguru-Art, von einem etwa 100-zelligen Stadium innerhalb von nur 26 Tagen bis zur Geburt entwickelte. Erstaunlich war die Feststellung, dass die Gebärmutter sich während der Trächtigkeit ständig bewegte und den Embryo dadurch

hin- und herrollte. Derartig starke Kontraktionen der Gebärmutter werden bei Plazentatieren hormonell unterbunden, um eine ungestörte Einnistung des Embryos zu ermöglichen. Die Bewegung des Känguruembryos könnte für eine adäquate Ernährung durch mütterliche Sekrete hilfreich sein, da eine Anheftung des Embryos an die Gebärmutterwand und die anschließende Entwicklung der Plazenta erst im letzten Drittel der Trächtigkeit erfolgt.

Die ForscherInnen konnten Kletterbewegungen schon drei Tage vor der Geburt in der Gebärmutter beobachten. Im Gegensatz zu erwachsenen Tieren sind beim Fötus des Kängurus die Arme bereits stark entwickelt, während die Hinterbeine nur als Anlage vorhanden sind. Das frühe Training ermöglicht es dem bei der Geburt nur 0,4 Gramm leichten Jungtier, den Weg von der Öffnung des Geburtskanals bis zur Zitze im Beutel der Mutter selbstständig zurückzulegen.

Das sehr kleine Jungtier saugt sich nun an einer Zitze fest und verharrt daran für die nächsten 9 Monate. Der Hauptteil der Weiterentwicklung des Fötus spielt sich außerhalb des Mutterleibs im Beutel der Mutter ab.

doi: 10.1038/srep01458



Foto: FBH/ichurin.com; Iberian Lynx Conservation Breeding Program; Fotolia (dicks)



FBH

## WOCSDICE 2013

Aktuelle Entwicklungstrends bei Bauelementen auf Basis von Verbindungshalbleitern standen im Fokus der diesjährigen 37. WOCSDICE (Workshop on Compound Semiconductor Devices and



Integrated Circuits). Die vom Ferdinand-Braun-Institut organisierte Konferenz fand vom 26.-29. Mai 2013 in Warnemünde mit mehr als 85 Teilnehmenden statt – die Besucherinnen und Besucher kamen vorwiegend aus Europa, gut 20 Prozent reisten aus Asien und den USA an.

Der Schwerpunkt des diesjährigen, breit gefächerten Vortragsprogramms lag auf Entwicklungen aus der GaN-Leistungselektronik, die das große Potenzial der Technologie für künftige energieeffiziente Leistungswandler zeigten. Hervorzuheben sind die Sessions zur THz-Technologie sowie zu den Möglichkeiten, Verbindungshalbleiter auf Silizium als aktive Schaltelemente in extrem hochintegrierten Halbleitergenerationen einzusetzen – damit lassen sich die Grenzen der konventionellen Si-Technologien erweitern. Beeindruckende Ergebnisse auf dem Gebiet von Graphen-Transistoren, Spintronic-Bauelementen und optoelektronischen Bauelementen rundeten das Programm ab. Die Sessions wurden üblicherweise durch eingeladene, hochkarätige Wissenschaftler aus Europa, Asien oder USA eröffnet. Sie führten in das spezifische Themenfeld ein, ergänzt von weiteren Vorträgen.

Eine der Besonderheiten der WOCSDICE besteht in der ausführlichen Diskussion der Tagungsbeiträge. Dies schafft eine sehr interaktive Atmosphäre mit intensivem Erfahrungsaustausch. Vor allem junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler können sich so schnell einen umfassenden Überblick in den jeweiligen Themenfeldern verschaffen und internationale Kontakte knüpfen. Die WOCSDICE findet jedes Jahr in einem anderen europäischen Land statt, im nächsten Jahr in Griechenland.

Foto: FBH; FVB

## Der Schritt von Adlershof nach Europa



Exzellente Forschungsinfrastrukturen sind essenzieller Bestandteil jedes Wissenschaftssystems und von herausragender Bedeutung für den Wissenschaftsstandort Deutschland. Das sind Kernaussagen der neuen BMBF „Roadmap für Forschungsinfrastrukturen“ zur deutschen Beteiligung an internationalen Großprojekten, gelten aber ebenso für nationale Institute, z.B. die der Leibniz-Gemeinschaft.

Große Forschungsinfrastrukturen sind teuer, weshalb die Evaluierung von nationalen und die Priorisierung der Beteiligung an internationalen Einrichtungen wesentliche Elemente der Forschungspolitik sind. Ich freue mich und bin stolz darauf, dass das Max-Born-Institut, dem ich seit 1993 als einer von drei Direktoren angehöre, kürzlich hervorragend evaluiert wurde: es zähle im weltweiten Vergleich zur Spitzengruppe seines Fachgebiets. Ebenso erfreulich ist, dass die „Extreme Light Infrastructure“ ELI, deren Delivery Consortium Association ich demnächst als Generaldirektor und CEO leiten werde, in der Roadmap des BMBF erscheint – übrigens ebenso wie das Projekt EU-OPENSOURCE des FMP.

ELI wird die weltweit erste internationale Forschungsinfrastruktur auf dem Lasersektor sein. Sie rundet das Gefüge europäischer nationaler Laserinstitute ab, das in den letzten zehn Jahren als LASERLAB-EUROPE vom MBI koordiniert wurde. ELIs Laser werden die heute stärksten Systeme um den Faktor 10 übertreffen. Sie werden neue Anwendungen mit brillanten Sekundärstrahlungsquellen, Teilchen oder kurzwelligen Photonen, erschließen, Forschungsmöglichkeiten mit Attosekundenpulsen bereitstellen oder Wechselwirkungen zwischen Atomkernen und Gammastrahlung untersuchen helfen.

ELI ist eine verteilte Infrastruktur mit (zunächst) drei Standorten in der Tschechischen Republik, Ungarn und Rumänien, somit die erste internationale Forschungsinfrastruktur in neuen EU-Mitgliedsstaaten. Für mich persönlich, als MBI-Direktor und FVB-Vorstand der ersten Stunde, keine unvertraute Situation: auch der FVB war 1992 der erste Verbund von Forschungsinstituten in den neuen Bundesländern. ELI geht in der Integration jedoch deutlich weiter und erinnert an die europäische Flugzeugindustrie: ein „Delivery-Consortium“ baut an drei Standorten, aber unter gemeinsamer Leitung und mit Hilfe internationaler Zulieferer die Komponenten eines neuartigen Produkts, das dann von einem künftigen Betreiberkonsortium übernommen und für internationale „Passagiere“ (Forscher) nutzbar gemacht wird. „Take-off“: im Jahre 2017!

Prof. Dr. Wolfgang Sandner  
Direktor am Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik  
und Kurzzeitspektroskopie



*Um große Ziele zu erreichen  
braucht man ein starkes Team.*



Foto: carasso 13 - Fotolia



# Exzellenz – einzeln und vernetzt

*Erfolgreiche Wissenschaft basiert auf der Arbeit exzellenter Forscherinnen und Forscher. Für manche Fragestellungen ist dabei die Zusammenarbeit in größeren Verbänden sinnvoll.*

Wissenschaftliche Netzwerke liegen im Trend. Es wird gerne betont, dass moderne Forschung oft vielfältig vernetzt ist: mit Partnern in Wissenschaft, Wirtschaft und Öffentlichkeit, national und international, organisatorisch, thematisch, persönlich. Solche Netzwerke sind keine Erfindung jüngster Zeit: Man denke etwa an die Gelehrtennetzwerke um 1700. Leibnizens Briefwechsel, der seit 2008 von der UNESCO als Weltokumentenerbe aufgenommen ist, umfasst mehr als 15.000 Briefe mit über 1100 Korrespondenten. Neu aber scheinen Intensität und Ausmaß gegenwärtiger Kooperationen. Dies gilt beispielsweise für die rasant wachsenden sozialen Netzwerke, die speziell für die Forschung existieren, wie Researchgate, Mendeley oder Academia. Noch nicht absehbar ist, wie die heutigen Möglichkeiten zur nahezu unbegrenzten Sammlung und Speicherung von Daten die Forschungslandschaft und gerade die Vernetzung verändern können. Doch neben der digitalen nehmen auch institutionelle Kooperationen zu. Insbesondere die Politik möchte intensivere Netzwerkbildung forcieren. So diskutiert die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) etwa, in Zukunft mehr Gelder in Richtung Förderung der thematischen Forschungsverbände innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft zu verschieben.

Bei aller Euphorie darf allerdings nicht vergessen werden, dass es sich bei Netzwerkbildung nicht um ein pauschal sinnvolles Verfahren für jegliche Art von Forschungsfragen handelt – sondern um ein Instrument, das unter bestimmten Bedingungen bei bestimmten Fragen bessere Antworten produzieren kann als es bei Einzelforschung möglich wäre. Verbände sind ein geeignetes Instrument für manche, aber eben nicht für alle Fragen der Forschung. Viele Probleme lassen sich weiterhin am besten klassisch disziplinär angehen, daher wird die Arbeit exzellenter Einzelforscherinnen und -forscher auch zukünftig eine unvermindert zentrale Rolle in der Wissenschaft spielen. Dies sollte entsprechend unterstützt werden – und wird es auch, etwa in den Förderformaten des European Research Council. Die Wahl der Organisationsform muss grundsätzlich der Wissenschaft dienen, nicht umgekehrt.

Bestimmte gegenwärtige Herausforderungen der Forschung sind wiederum so verfasst, dass sie deutlich besser durch die Zusammenarbeit fachlich und organisatorisch unterschiedlicher Einrichtungen bearbeitet werden kön-

nen. Dazu zählen insbesondere große Querschnittsfragen, welche die Expertise verschiedener Disziplinen erfordern, so z.B. Klimawandel, Altersforschung oder Biodiversität. Eine besondere Herausforderung dieser Netzwerke besteht darin, eine gemeinsame Sprache der beteiligten Fächer zu finden, etwa von der Biologie in die Physik hinein. Ferner wird angesichts knapper werdender Kassen auch der Aspekt gemeinsamer Ressourcennutzung – etwa von Räumen, Geräten oder Laboren – durch Netzwerke eine größere Rolle spielen.

Kritisch für den Erfolg solcher Netzwerke ist, dass ihr Entstehen von unten, aus der Wissenschaft heraus motiviert wird, getragen durch gemeinsame Ideen und Fragestellungen. Verordnete Netzwerke werden auf Dauer so gut funktionieren wie verordnete Freundschaften. Die Entscheidung, ob bestimmte Fragen besser in Einzelforschung oder in Netzwerken, disziplinär oder transdisziplinär zu bearbeiten sind, kann nur von der

Forschung selbst adäquat beantwortet werden. Beide Formate werden für die Zukunft gebraucht, beides sollte entsprechend flexibel gefördert werden – vor allem aber sollte durch die Forscherinnen und Forscher selbst bestimmt werden, was in welchem Fall angemessen ist.

Beispiele für erfolgreiche Netzwerke lassen sich in Instituten des Forschungsverbundes Berlin leicht finden. Dazu zählt etwa *Berlin-Brandenburg Institute for Biodiversity Research* (BBIB), an dem IGB und IZW mit weiteren Partnern innerhalb und außerhalb der Leibniz-Gemeinschaft zum Thema Artenschutz kooperieren (s. Seite 8 f.). Das WIAS ist Partner des DFG-geförderten Forschungszentrums *MATHEON – Mathematik für Schlüsseltechnologien*. In *Berlin WideBaSe*, gefördert vom BMBF als innovativer regionaler Wachstumskern, sind zehn Unternehmen und drei Forschungseinrichtungen aus Berlin versammelt – zwei dieser Einrichtungen sind das FBH (Koordinator) und das IKZ. Ebenfalls vom BMBF gefördert wird das Projekt *EU-OPENSREEN* am FMP, das seit kurzem in die nationale Roadmap für Forschungsinfrastrukturen aufgenommen worden ist (s. Seite 10 f.). Auch in der Leitung von EU-Projekten sind Institute des Forschungsverbundes erfolgreich. So koordiniert das MBI beispielsweise das Projekt *Laserlab Europe*, in dem 28 der größten europäischen Laserforschungseinrichtungen vertreten sind.

*Jan Wöpkling*

---

*Netzwerke müssen aus der Wissenschaft heraus entstehen, getragen durch Ideen und Fragestellungen.*



# Gemeinsam für Artenvielfalt

*Das Leben auf der Erde ist von einer reichen Artenvielfalt geprägt, die Grundlage unseres Wohlstands ist. Dieses empfindliche System ist global gefährdet. Um die biologische Vielfalt nachhaltig sichern zu können, müssen wir die Ursachen und Wirkungen der raschen Veränderung verstehen. Für ein möglichst umfassendes Bild arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf breiter Basis über Fächergrenzen hinweg zusammen. Vier Universitäten und fünf Leibniz-Institute haben nun das „Berlin-Brandenburgische Institut für Biodiversitätsforschung“ (BBIB) gegründet, um ihre Kompetenzen im Bereich der Biodiversität in der Hauptstadtregion zu bündeln.*

Es herrscht Aufbruchstimmung. Dem Berlin-Brandenburgischen Konsortium war im Auswahlverfahren für ein DFG-Forschungszentrum zur Biodiversität eine ebenso hervorragende wissenschaftliche Qualität wie dem Konsortium aus Leipzig/Halle/Jena bescheinigt worden, das letzten Endes den Zuschlag erhalten hatte. Prof. Klement Tockner, Direktor des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), und Prof. Heribert Hofer, Direktor des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) erklären: „Es war für alle Beteiligten klar, dass wir weiter an der Umsetzung unseres Projekts arbeiten.“ Derzeit sind in Deutschland vier große Zentren im Aufbau: Neben dem BBIB und dem mitteldeutschen DFG-Forschungszentrum (iDiv) gibt es ein Konsortium in Frankfurt/Main (BiK-F) und eines in Niedersachsen. „Inhaltlich werden wir uns untereinander abstimmen“, so Tockner. „Damit besteht die einzigartige Möglichkeit, dass Deutschland in der Biodiversitätsforschung global eine verantwortungsvolle, federführende Rolle wahrnimmt.“

## Die Kooperation ist thematisch fokussiert und langfristig angelegt

Im BBIB bündeln die Partner neben ihren Kompetenzen auch ihre Infrastruktur. Dabei bauen sie auf großexperimentelle Plattformen wie zum Beispiel das Seelabor im Stechlinsee auf. Außerdem überschreiten sie klassische Fächergrenzen, indem sie mit den Politik- und Sozialwissenschaften sehr eng zusammenarbeiten. „So können wir fundierte Konzepte erarbeiten, die unsere Forschungsergebnisse in konkrete Maßnahmen zur langfristigen Sicherung der biologischen Vielfalt übertragen“, betont Tockner.

Für dieses Ziel ist es ebenso unerlässlich, das Thema auf eine breite gesellschaftliche Basis zu stellen. So sollen Bürger in die Forschung einbezogen werden, wie es schon in anderen Projekten, auch in Instituten des Forschungsverbundes, unter dem Stichwort „Citizen Science“ praktiziert wird (vgl. S. 25 und Verbundjournale 93 und 87). Das ermöglicht eine echte Interaktion mit der Bürgergesellschaft. Die gemeinsam gewonnenen Erkenntnisse können die gesellschaftliche Akzeptanz der Wissenschaft erhöhen und idealerweise zu Verhaltensänderungen führen. Diese Form der Wissensgewinnung und des Transfers wollen die Forscher des BBIB auch konzeptionell vorantreiben.

Alle Partner geben eigene Ressourcen in das BBIB. Damit ist es nicht auf eine kurzfristige Drittmittelfinanzierung ausgerichtet, sondern es werden langfristige Forschungsvorhaben verfolgt. Umgekehrt haben das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die Länder Berlin und Brandenburg Unterstützung für das Institut in Aussicht gestellt. Hofer erläutert: „Von den Zuwendungsgebern gibt es große Sympathien für das Projekt. Es ist ein Modell für eine neue Form der Kooperation, die thematisch fokussiert ist, disziplinenübergreifend arbeitet, institutsübergreifende Plattformen durch die enge Verzahnung starker Institutionen bildet, kritische Massen für neue Vorhaben durch Bündelung der eingesetzten Mittel ermöglicht und auf langfristige Forschung angelegt ist.“

BBIB ist ein Modell, in dem universitäre und außeruniversitäre Einrichtungen eng kooperieren, ohne ihre institutionelle Unabhängigkeit aufzugeben. Das BBIB steht damit auch für eine erhöhte Durchlässigkeit und enge Verzahnung wissenschaftlicher Institutionen. Direktor des BBIB wird Prof. Matthias Rillig vom Institut für Biologie der Freien Universität Berlin.

## Raum für kreatives Forschen

Das neue Institut wird es nicht nur virtuell geben – ein eigenes Gebäude soll auf dem Gelände der Freien Universität in Dahlem errichtet werden. In dem neuen Gebäude soll sich die dynamische Atmosphäre widerspiegeln. Es werden flexible, temporäre Arbeitsplätze eingerichtet, damit sich Kreativität und Innovation entfalten können. Außerdem soll es Arbeitsplätze für internationale Partnerorganisationen geben, die ihre Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für eine gewisse Zeit nach Berlin schicken können. So soll es sich zu einem internationalen Zentrum entwickeln. „Derzeit suchen wir nach einem passenden Namen für das Gebäude, in dem der internationale, innovative Charakter zum Ausdruck kommt“, erklärt Tockner.

Ein wichtiges Ziel ist es, ein Umfeld für eine neue Generation von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zu schaffen, die von Beginn an interdisziplinär denkt und arbeitet. Im BBIB wird die Brücke geschlagen von Doktoranden- über Postdoktoranden-Stellen bis hin zu der Möglichkeit von Tenure-Track-Stellen, die jungen Wissenschaftlern die Chance eröffnen, nach einer befristeten Bewährungszeit eine unbefristete Stelle zu erhalten.

Gesine Wiemer





## Partner des BBIB

### Universitäten:

- Freie Universität Berlin
- Universität Potsdam
- Technische Universität Berlin
- Humboldt-Universität zu Berlin

### Leibniz-Institute:

- Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IG B)
- Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW)
- Museum für Naturkunde – Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung (MfN)
- Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
- Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF)

## Projekte im BBIB

Derzeit laufen an den Partner-Institutionen schon eine Reihe wissenschaftlicher Plattformen, die Grundlage für das BBIB sind und durch das BBIB weiter entwickelt werden. Hier sind einige Beispiele.

### BeGenDiv – Berlin Center for Genomics in Biodiversity

**Research:** Mithilfe von Hochdurchsatz-Sequenzierung entschlüsseln Forscher Gene sehr schnell und zu geringen Kosten. So können sie große Bereiche des Genoms analysieren. Außerdem müssen sie sich nicht auf wenige Individuen beschränken, sondern können Studien auf Populations-, Arten- und Ökosystemebene durchführen.

► [www.begendiv.de](http://www.begendiv.de)

**Scapelabs:** Forscher untersuchen, wie sich anthropogene Einflüsse auf Biodiversität und Ökosystemfunktionen auswirken. Die großskalig angelegten Landschaftslabore („landscape laboratories“ = Scapelabs) dienen dazu, Mechanismen und Funktionen in realen Landschaften zu untersuchen, nämlich Agrarlandschaften, Seenlandschaften, städtischen Gebieten und im Bodenbereich.

► [www.scapelabs.org](http://www.scapelabs.org)

**Verlust der Nacht:** In diesem interdisziplinären Projekt untersuchen Wissenschaftler erstmals gemeinsam die ökologischen, gesundheitlichen, kulturellen und sozioökonomischen Auswirkungen der zunehmenden Beleuchtung der Nacht. Es sollen Lösungsansätze für moderne Beleuchtungskonzepte und nachhaltige Techniken entstehen.

► [www.verlustdernacht.de](http://www.verlustdernacht.de)

### SMART – Science for the Management of Rivers and their Tidal Systems:

In dieser Graduiertenschule im Rahmen des „Erasmus Mundus Programme“ der EU forschen die Nachwuchswissenschaftler zu Themen des nachhaltigen Managements von Fließgewässern: Hydrologie, Biogeochemie, Geomorphologie, Ökologie und Biologie. Die Doktoranden absolvieren Forschungsaufenthalte bei internationalen Partnerinstitutionen.

► [www.riverscience.eu](http://www.riverscience.eu)



# Großfahndung nach Wirkstoffen

*Dem Projekt EU-OPENSREEN wurde vom Bund höchste Priorität in der deutschen Forschungslandschaft eingeräumt: Die Initiative soll die Grundlagenforschung in den Lebenswissenschaften durch eine koordinierte Suche nach neuen Wirkstoffen vorantreiben und europaweit vernetzen.*

Im Rahmen von EU-OPENSREEN vernetzen europäische Forschungseinrichtungen ihre Hochtechnologieelabore für die systematische Testung (Screening) von mehreren 100.000 chemischen Substanzen auf biologische Wirkungen. Die mit Hilfe dieser Infrastruktur identifizierten biologisch aktiven Substanzen werden als Werkzeuge zur Aufklärung biologischer Vorgänge genutzt und können als Ausgangspunkte für die Entwicklung von neuen Produkten wie Medikamenten, Pflanzenschutzmitteln u.v.m. dienen. EU-OPENSREEN wird einen drängenden Forschungsbedarf im Bereich der gesamten Lebenswissenschaften bedienen und somit einen erheblichen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Forschung leisten. Die im April vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) herausgegebene „Roadmap für Forschungsinfrastrukturen“ sichert EU-OPENSREEN besondere strategische Unterstützung und Finanzierungssicherheit zu.

Ehrgeizige Forschungsvorhaben benötigen eine gezielte Förderung durch nationale Mittel sowie internationale Zusammenarbeit – das gilt auch für die Forschung in den Lebenswissenschaften. Die Biowissenschaften haben in den vergangenen Jahren immer genauere Einsichten in die physiologischen Abläufe von Zellen und Organismen, zum Beispiel die Entstehung von Krankheiten, gewonnen, allerdings mangelt es häufig an der Umsetzung in entsprechende Therapien.

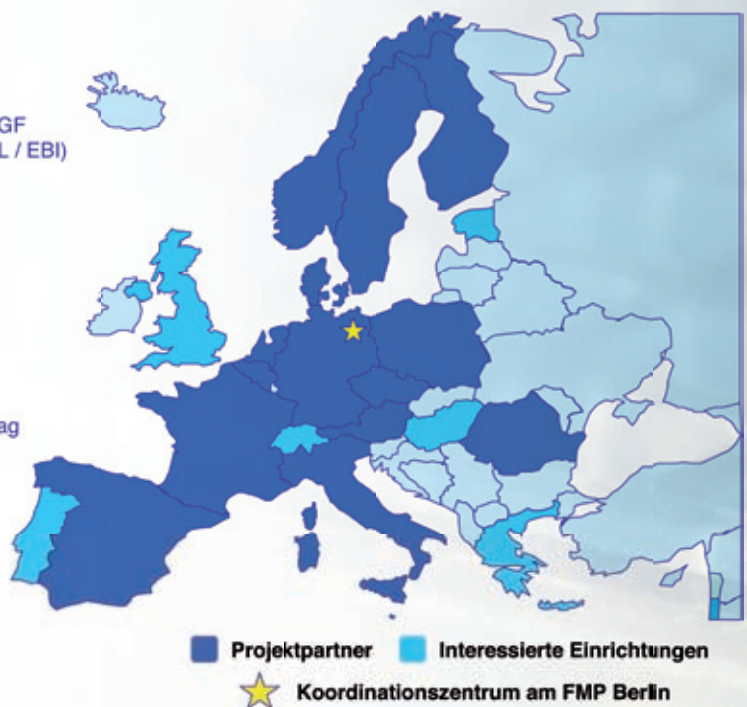
Um die Suche nach neuen Wirkstoffen zu beschleunigen, können heute hochleistungsfähige Roboter riesige Substanz-Sammlungen auf gewünschte physiologische Wirkungen hin testen. Seit 2003 arbeiten am Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie (FMP) in Berlin-Buch schon solche Roboter in der sogenannten Screening-Plattform. Neben den FMP-Forschern nutzt insbesondere das benachbarte Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) die Einrichtung für viele seiner Forschungsprojekte, zusammen mit weiteren nationalen und internationalen Forschergruppen. Das Projekt EU-OPENSREEN möchte daher diese Kapazitäten ausbauen und ähnliche Forschungszentren in ganz Europa miteinander vernetzen, wobei die Daten im Gegensatz zur industriellen Forschung öffentlich zugänglich sein sollen. Das BMBF hatte 2011 den Wissenschaftsrat beauftragt, große wissenschaftliche Infrastrukturvorhaben zu prüfen; in der nun veröffentlichten „Roadmap für Forschungsinfrastrukturen“ wird EU-OPENSREEN neben zwei physikalischen Großvorhaben als besonders förderungswürdige neue Forschungsinfrastruktur herausgestellt. Die hohe Priorisierung gibt der Großfahndung nach Wirkstoffen neuen Rückenwind: „Wir haben uns riesig über diese Entscheidung gefreut, schließlich arbeiten wir schon seit 2005 auf dieses Ziel hin“, sagt Ronald Frank, Koordinator von EU-OPENSREEN. „Damals wurde offensichtlich, dass die Wissenschaftler solche Einrichtungen benötigen, und wir begannen, ein Netzwerk von Instituten aufzubauen – in Deutschland das ChemBio-Net“. Das FMP hat gemeinsam mit dem MDC und dem Braunschweiger Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI) das Projekt erarbeitet und gleichzeitig die Gesamtkoordination der europäischen

## Projektpartner:

Belgien – VIB Gent  
 Dänemark – DTU Kopenhagen  
 Deutschland – FMP, HZI, MDC, BMBF, WGL, HGF  
 EMBL – European Bioinformatics Institute (EMBL / EBI)  
 Finnland – FIMM Helsinki  
 Frankreich – CNRS  
 Italien – CISI Mailand, IRBM Rom  
 Niederlande – NKI Amsterdam  
 Norwegen – Universität Oslo  
 Österreich – CeMM Wien  
 Polen – IMB Lodz  
 Rumänien – Institute of Chemistry Timisoara  
 Schweden – Universität Umeå  
 Spanien – Barcelona Science Park  
 Tschechien – Institute of Molecular Genetics, Prag

## Interessierte Einrichtungen:

England – Univ. Dundee, Univ. Cambridge  
 Estland – Universität Tartu  
 Griechenland – BRFAA Athen  
 Israel – Weizmann Institut, Rehovot  
 Portugal – Universität Lissabon  
 Schweiz – EPFL Lausanne  
 Ungarn – Universität Budapest





Initiative übernommen. Durch die nationale Anerkennung sieht sich Ronald Frank in den umfangreichen Verhandlungen mit den europäischen Partnern bestärkt. Innerhalb des Netzwerks soll künftig jeder raschen Einblick erhalten, wo welche Substanzen vorhanden sind und welche Ergebnisse bislang mit ihnen erzielt wurden.

Konkret planen die Verantwortlichen nun am FMP ein neues Gebäude, um dem wachsenden Platzbedarf des Projekts zu genügen: „Bei uns hier am FMP passt nichts mehr rein“, so Ronald Frank. Mit ihm zusammen freut sich FMP-Direktor Volker Hauke über den Erfolg: „Die Gesellschaft erwartet zu Recht, dass aus der biologischen Grundlagenforschung ein medizinischer Nutzen entspringt. EU-OPENSCREEN wird gemeinsam mit dem in der Gründung befindlichen Berliner Institut für Gesundheitsforschung dazu beitragen, Berlin als führendes Zentrum der translationalen Medizin zu etablieren“.

*red.*

► [www.eu-openscreen.eu](http://www.eu-openscreen.eu)

## Projekte

### Was wird gesucht?

In der Screening-Plattform des FMP, die auch die zentrale Core Facility zur Wirkstoffsuche des neuen Berliner Instituts für Gesundheitsforschung (BIG) wird, laufen schon viele internationale Projekte. Hier einige Beispiele:

### Neue Wege gegen die Grippe

Viren passen sich sehr schnell veränderten Bedingungen an und entwickeln Immunitäten. Um diesen Mechanismus zu umgehen, suchen die Forscher im EU-Projekt Antiflu nicht nach Wirkstoffen gegen die Viren selbst, sondern sie schalten gezielt körpereigene Proteine aus, ohne die sich die Viren nicht vermehren können.

► [www.antiflu-project.eu](http://www.antiflu-project.eu)

### Metastasierung von Tumorzellen einschränken

Im EU-Projekt SFMET wurden Wirkstoffe gesucht, die die Metastasierung von Tumorzellen blockieren können.

► [http://ec.europa.eu/research/health/medical-research/cancer/fp7-projects/sfmet\\_en.html](http://ec.europa.eu/research/health/medical-research/cancer/fp7-projects/sfmet_en.html)

### Arzneimittel gegen Tumoren

In einem Projekt mit der Universität Oslo wurden Substanzen identifiziert, die die Entstehung von Tumoren hemmen. Diese Substanzen befinden sich derzeit in der Arzneimittelentwicklung.

► <http://cancerres.aacrjournals.org/content/early/2012/03/27/0008-5472.CAN-11-3336>

### Tuberkulose-Bakterien bekämpfen

Das internationale „Mycobacterium Tuberculosis structural genomics consortium“ fahndet nach Wirkstoffen, die die Enzyme von Tuberkulosebakterien blockieren.

► [http://en.wikipedia.org/wiki/Mycobacterium\\_Tuberculosis\\_Structural\\_Genomics\\_Consortium](http://en.wikipedia.org/wiki/Mycobacterium_Tuberculosis_Structural_Genomics_Consortium)

# Die Vermessung der Zeit

*Im Leibniz-Projekt Timing the Future forschen Wissenschaftler an der europaweit ersten portablen optischen Atomuhr.*

Dem Glücklichen fliegt sie, dem Unglücklichen vergeht sie quälend langsam. Ist Zeit relativ? Zwar gibt es keine Größe, die sich so exakt messen lässt, aber bereits 1908 postulierte Albert Einstein, dass Zeit tatsächlich nicht überall gleich schnell vergeht.

Seit den 1950er-Jahren dienen Atomuhren als Zeitreferenz. Dabei wird ausgenutzt, dass Elektronen beim Übergang zwischen zwei Energieniveaus elektromagnetische Wellen bestimmter Frequenz abgeben. Diese Übergänge liegen im Mikrowellenbereich und erlauben eine extrem genaue Zeitmessung. „In 1.000 Sekunden liegt der Fehler dieser Uhren bei  $10^{-12}$ s“, erzählt Andreas Wicht, Physiker am FBH.

Seit einigen Jahren gibt es optische Atomuhren. Da die Frequenz von sichtbarem Licht 50.000 Mal höher ist als von Mikrowellen, gehen sie noch genauer. Doch bislang sind sie laborfüllend und nur begrenzt einsetzbar.

Gemeinsam mit Kollegen von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig und der Humboldt-Universität forscht Wicht im Leibniz-Projekt *Timing the Future* an der europaweit ersten portablen optischen Atomuhr. Wichts Team baut sozusagen den „Lichtschalter“, der die Uhr zum Ticken bringt.

Die neue Uhr wird aus einem Atomreservoir bestehen – einer Falle, in der einzelne Atome mittels elektromagnetischer Wechselfelder im Hochvakuum in der Schwebe gehalten werden – sowie einem Lasersystem samt Kühlung. Das Ganze soll deutlich kleiner und portabel werden.

Ein Atom allein – in diesem Fall: ein Ion – macht noch keine Uhr. „Es ist nur die Referenz“, erklärt Wicht. „Die Information, die im Ion gespeichert ist, muss erst ausgelesen werden. Dazu stellt man den Laser so ein, dass er genau die Wellenlänge ausstrahlt, die das Ion anregt.“ Funktioniert das, streut das Ion das Licht und Fluoreszenz entsteht. Ihre Intensität ist ein Maß dafür, wie genau die Laserfrequenz der Resonanzfrequenz des Ions entspricht. Wird eine Abweichung festgestellt, wird die Frequenz des Lasers nachgeregelt.

„Am FBH mikrintegrieren wir dafür ein Lasersystem, das auf der nichtlinearen Frequenzkonversion von Laserstrahlung aus Gallium-Arsenid-Diodenlasern basiert“, beschreibt Wicht das Projekt. Die Herausforderung: die Uhr muss Beschleunigungen von 30 g aushalten, denn sie soll auch Raketenstarts überstehen. „Anders als kommerzielle Systeme ist unseres kleiner und enthält keine justierbaren Teile mehr. Alles ist fest verklebt oder gelötet.“

Heutige Atomuhren haben nur eine Abweichung von einer Sekunde in 30 Millionen Jahren. Reicht das nicht? Hat höhere Genauigkeit einen Nutzen oder ist es allein akademischer Eifer? „Beides“, meint Andreas Wicht lächelnd. „Zum einen geht es um Fundamentalphysik. Für fast alles gibt es quantenmechanische Beschreibungen. Aber nicht für Gravitation.“ In der Schule lernt man, dass alle Dinge gleich schnell fallen, egal wie sie beschaffen sind. „Moderne Theorien sagen jedoch, dass das nicht stimmt. Aber bisher können wir nicht mit hinreichender Genauigkeit messen, um dies zu überprüfen.“

Kurios ist auch, dass zwei Uhren unterschiedlich gehen, wenn sie nicht auf gleicher Höhe stehen. „Das hat mit der allgemeinen Relativitätstheorie zu tun. In einem Gravitationsfeld läuft eine Uhr langsamer als außerhalb. Auf der Erdoberfläche vergeht die Zeit minimal langsamer als im Weltraum. „Schon ein Meter Differenz macht einen messbaren Unterschied.“

Optische Atomuhren sind Quantensensoren für Gravitation und sind deshalb nützlich bei der exakten Vermessung der Erde. Diese ist alles andere als eine perfekte Kugel und ihre tatsächliche Form wurde von Satelliten bisher nur grob abgetastet. Kompakte Geräte können dies bald zentimetergenau vom Boden oder Flugzeug aus tun. Die lokale Dichte des Planeten lässt Rückschlüsse auf die Lage von Bodenschätzen und Hohlräumen zu.

Atomuhren werden auch zur Navigation im Weltraum gebraucht, denn GPS funktioniert nur nahe dem Blauen Planeten. Als Physiker liegt Andreas Wicht die Relativitätstheorie jedoch viel näher als Mars und Saturn: Irrte Einstein oder hatte er tatsächlich Recht?

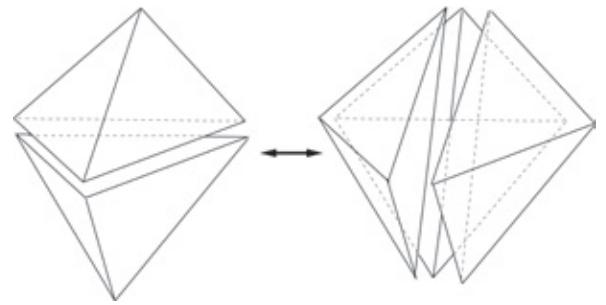
Catarina Pietschmann



# Ein Flip ist kein Flop

## Neue Version des Programms TetGen erschienen

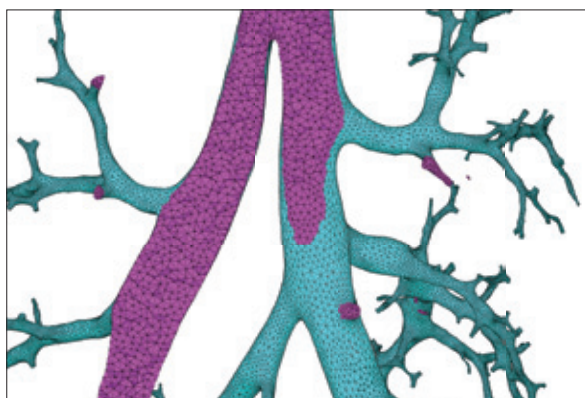
Das Programm TetGen zerlegt dreidimensionale Gebilde in einfache Tetraeder. Mit dieser Darstellung sind sie zugänglich für Computersimulationen. Nun haben die Mathematiker des Weierstraß-Instituts eine neue Version des Programms herausgegeben. Es stößt auf immer größeres Interesse bei akademischen Kooperationspartnern und kommerziellen Softwareanbietern.



Computerspiele arbeiten heutzutage mit sehr lebensnahen 3D-Grafiken. Damit eine Grafik digital verarbeitet werden kann, muss sie in einfache Polyeder zerlegt sein. Mathematiker wählen dafür in der Regel Tetraeder – das ist von vier Dreiecken begrenzt und damit das einfachste Polyeder. Die Grafik wirkt besonders echt und nicht technisch oder hölzern, wenn die Zerlegung gut mit dem realen Körper mit all seinen Rundungen übereinstimmt.

Bei einer solchen Zerlegung liegen die Ecken und Kanten der Tetraeder nicht immer auf dem Rand des ursprünglichen Körpers, sondern oft werden zusätzliche Punkte im Inneren als Eckpunkte benötigt. Ein bisher ungelöstes Problem der Mathematik ist es, wie viele solcher zusätzlichen inneren Punkte man mindestens bei einem Körper braucht.

Dr. Hang Si vom WIAS erklärt: „Bei einem Körper mit  $n$  Kanten wissen wir, dass wir auf jeden Fall mit einer Anzahl innerer Punkte auskommen, die proportional zu  $n^2$  ist. Aber oft reichen auch weniger. Bisher können wir das aber nur ausprobieren und nicht beweisen.“ Ziel ist es zunächst, jeden Körper in die kleinstmögliche Anzahl von Tetraedern zu zerlegen – das macht das Modell einfacher handhabbar und damit Computerprogramme schneller. Gelöst haben die WIAS-Mathematiker das Problem zwar noch nicht, aber sie haben eine bessere Methode gefunden, es systematisch auszuprobieren. „Als Mathematiker haben wir das Ziel, beweisen zu können, dass wir die beste Lösung gefunden haben“, betont Si. „Das unterscheidet TetGen von kommerziellen Programmen: Deren Entwickler gehen meist mit heuristischen Methoden an die Sache heran, die für spezielle Probleme in der Regel ausreichen. Wir dagegen suchen nach einer mathematisch bewiesenen Lösung.“



Tetraedervernetzung der Luftwege einer Rattenlunge mit Hilfe von TetGen. Die Geometriebeschreibung wurde am Pacific North West Laboratory (USA) auf der Basis von Daten der Magnetresonanztomographie erstellt.

Jetzt haben die WIAS-Mathematiker einen neuen Algorithmus entwickelt, der besonders wenige Punkte im Inneren findet. „Im Vergleich zu anderer Software ist das die bisher beste Lösung, und außerdem ist TetGen schneller“, stellt Si heraus. Dazu arbeitet das Programm mit Flips. Für ein zweidimensionales konvexes Viereck gibt es genau zwei Möglichkeiten, dieses in zwei Dreiecke zu zerlegen, je nachdem, mit welcher Diagonale man es „durchstreicht“. Diese Flips sind die Elementaroperationen für den gezielten Umbau einer existierenden Triangulierung. Eine geschickt gewählte Reihenfolge von Flips ist ausreichend, um ohne Einfügen zusätzlicher Punkte die gewünschte Eigenschaft zu erreichen, dass die Summe der jeweils einer Kante gegenüberliegenden Dreieckswinkel kleiner als  $180^\circ$  ist.

Anders verhält es sich im dreidimensionalen Fall. Hier betrachtet man jeweils zwei Tetraeder, die eine Fläche gemeinsam haben und somit eine trianguläre Bipyramide bilden. Mit Hilfe eines Flips kann diese auch in drei Tetraeder zerlegt werden. Allerdings ist es unbekannt, ob eine geschickt gewählte Reihenfolge dieser Flips ausreicht, um eine Tetraederzerlegung ohne Einfügen zusätzlicher Punkte gezielt umzubauen.

Hang Sis Algorithmus generiert zunächst eine Zerlegung des Körpers in Tetraeder, die noch nicht besonders gut sein muss. So kann es zum Beispiel vorkommen, dass die Kanten des ursprünglichen Körpers nicht von den Tetraedern dargestellt werden – das gäbe ein sehr ungenaues Bild. Nun geht das Programm nacheinander alle Tetraeder einzeln durch und versucht, einen Flip auszuführen: Wenn es bei dem ersten Tetraeder keinen Flip gibt, testet das Programm das nächste Tetraeder und so weiter. Wenn es kein Tetraeder findet, bei dem ein Flip möglich ist, fügt es einen Punkt im Inneren ein. Somit werden sehr sparsam, immer nur einzeln, Punkte im Inneren hinzugefügt. „Unser Tests haben gezeigt, dass die damit erzeugten Strukturen nicht weit vom Optimum entfernt sind“, betont Si. „Allerdings haben wir dafür noch keinen mathematischen Beweis gefunden.“ Daran arbeitet er nun weiter.

Die Software TetGen ist frei verfügbar für akademische Zwecke, aber auch kommerzielle Software-Anbieter haben das Programm schon gegen Lizenzgebühren in ihre Programmpakete integriert. So findet TetGen seit einigen Jahren Anwendung in der Software Mathematica, einem der meistbenutzten mathematisch-naturwissenschaftlichen Programmpakete. Die Firma Unity Media stellt eine Softwarebibliothek für Spieleentwickler zur Verfügung und verwendet TetGen für die 3D-Grafik. Gerade hat Google eine Lizenz zur Verwendung im Bereich der Bildverarbeitung erworben.

Gesine Wiemer

► [www.TetGen.org](http://www.TetGen.org)

# „Sich Moleküle ausdenken, die es bisher nicht gab“

*Der Chemiker Marc Nazaré war als Projektleiter bei Sanofi-Aventis über 14 Jahre an der Entwicklung neuer Medikamente beteiligt. Seit Anfang Juni leitet der Medizinalchemiker eine Arbeitsgruppe am FMP, wo er für die Optimierung von Wirkstoffen verantwortlich sein wird.*

*Herr Nazaré, was macht eigentlich ein Medizinalchemiker?*

**Marc Nazaré:** In der frühen Phase der Wirkstoffentwicklung durchsucht man zunächst Tausende von möglichen Substanzen auf eine bestimmte Wirkung hin. Das FMP hat hierfür eine sehr gut aufgestellte und vernetzte Screening Unit. Sehr häufig sind aber die „Hits“ die man dort findet, noch nicht aktiv genug, unselektiv oder werden im Organismus zu schnell verstoffwechselt. Es sind oft nur Skizzen, die eine ungefähre Vorstellung von dem endgültigen, optimalen Wirkstoff geben. Um das Molekül zu optimieren, müssen Biologen, Pharmazeuten, Mediziner und Medizinalchemiker eng zusammenarbeiten. Medizinalchemiker übersetzen die biologischen Testdaten in neue Strukturen, planen und führen deren Synthese durch.

*Neben vielen wissenschaftlichen Publikationen konnten Sie in Ihrer Zeit bei Sanofi-Aventis auch 28 Patente anmelden. Worauf sind Sie besonders stolz?*

Stolz ist nicht das richtige Wort – aber bei einigen Projekten hat es mich besonders gefreut, zusammen mit anderen dazu beigetragen zu haben. Besonders spannend war eine Zeit, als wir intensiv an der Entwicklung neuer Hemmstoffe der Blutgerinnung gearbeitet haben, wie man sie zum Beispiel zur Vorbeugung von Herzinfarkten oder Schlaganfällen und bei Herzrhythmusstörungen einsetzt. Wir haben Substanzen entwickelt, die den Koagulationsfaktor Xa hemmen und die Struktur dieser Wechselwirkung bis ins Detail untersucht. Dabei haben wir ein allgemeines, für uns überraschendes Prinzip entdeckt, das die Wechselwirkung von Halogenatomen des Inhibitors mit bestimmten Aminosäuren in Proteinen betrifft. Man kann es künftig auf andere Proteine übertragen und so in diesen Fällen die Wirksamkeit der Inhibitoren auf vergleichsweise einfache Weise um das Hundertfache steigern.

*Was motiviert Sie bei der Arbeit?*

Sich gemeinsam mit anderen Wissenschaftlern Moleküle auszudenken, die es bisher noch nicht gab, das finde ich faszinierend. Jedes neue Molekül ist immer auch eine kleine Wette darauf, dass diese Verbindung sich besser auf seiner „Reise“ durch die verschiedenen Tests schlägt als das Vorgängermolekül. Da ist bei allem rationalen Herangehen auch viel Kreativität und Zufall im Spiel, und gerade auch schwach begründete Hypothesen führen zu überraschenden Befunden.



Marc Nazaré

*Wie unterscheidet sich die industrielle von der akademischen Pharmaforschung, und was hat Sie zu dem Wechsel ans FMP bewogen?*

Die Frage ist sicherlich schwierig zu verallgemeinern, prinzipiell ist Industrieforschung sehr zielorientiert, der Zweck eines Vorhabens steht von Anfang an fest: ein sicheres, patentgeschütztes, marktfähiges Medikament für eine bestimmte Indikation möglichst schnell zu identifizieren und zu entwickeln. Dagegen wird nach meinem Eindruck an öffentlichen Instituten das Forschungsergebnis selbst mehr gewürdigt, es geht eher um das Verständnis der zugrundeliegenden molekularen Mechanismen. Am FMP hat mich gereizt, in einem sehr interdisziplinär aufgestellten und gut ausgestatteten Umfeld bereits in der frühen explorativen Phase der Wirkstofffindung zu arbeiten – ebenso freue ich mich auf den offenen wissenschaftlichen Austausch und die vielfältigen Kooperationsmöglichkeiten.

*Gegen welche Krankheit würden Sie gerne einmal einen Wirkstoff entwickeln?*

Da gäbe es viele. Besonders würden mich zum Beispiel Wirkstoffe gegen jene Krankheiten interessieren, die aus verschiedenen Gründen von der industriellen Pharmaforschung eher weniger beachtet werden, wie cystische Fibrose, pulmonaler Bluthochdruck oder tropische Infektionskrankheiten. Andererseits aber auch Wirkstoffe gegen weit verbreitete und beachtete Krankheiten wie ischämischer Schlaganfall oder chronische Herzinsuffizienz, für die es meiner Kenntnis nach bisher nur unzureichende medikamentöse Behandlungsmöglichkeiten gibt.

*Die Fragen stellte Birgit Herden.*



# Ein Kaskadenlaser für die fliegende Sternwarte

*Wer die Entstehung des Weltalls erkunden will, muss hoch hinaus – dorthin, wo kein atmosphärischer Wasserdampf mehr die Sicht auf die Galaxis vernebelt.*

NASA und Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) haben dafür eine Boeing 747 zum *Stratosphären-Observatorium für Infrarotastronomie* – kurz: SOFIA – umgebaut. 2011 hob der Forschungsfieger ab und blickte aus zehn Kilometer Höhe erstmals mittels eines Terahertz-Spektrometers auf M17, den Omeganebel, und noch weiter Richtung IC342, eine Spiralgalaxie im Sternbild Giraffe. Sie liegt quasi „um die Ecke“, nur wenige Millionen Lichtjahre entfernt. Hier entstehen neue Sterne. Es gilt Moleküle nachzuweisen, aus deren Wolken sich ein Stern zusammenballt. „Je nach Zusammensetzung senden diese Molekülwolken schwache Terahertzstrahlung aus und die lässt sich nachweisen“, sagt Lutz Schrottke vom Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik (PDI).

Deshalb ist GREAT an Bord, der *German Receiver for Astronomy at Terahertz Frequencies*. Er empfängt jene Strahlung, die im elektromagnetischen Spektrum zwischen Mikrowellen- und Infrarotbereich liegt. Besonders interessiert die Forscher der interstellare Sauerstoff – konkret: eine Linie im Sauerstoffspektrum, die dem Hyperfeinstrukturübergang bei 4,745 THz entspricht. Wissenschaftler im PDI entwickeln ein noch fehlendes Bauteil dafür – einen Quantenkaskadenlaser (QCL), der vom Institut für Planetenforschung des DLR in Berlin als lokaler Oszillator in GREAT integriert werden soll. Der Laser wird genau die Frequenz ausstrahlen, welche die Sauerstoffatome aussenden. Aus einer kleinen Differenz beider Signale lässt sich ableiten, ob die Moleküle sich auf die Erde zu oder von ihr weg bewegen.

Während normale Halbleiterlaser Licht erzeugen, wenn Elektronen des Leitungsbandes mit Löchern des Valenzbandes rekombinieren, machen die Elektronen bei Quantenkaskadenlasern energetisch eher kleine „Sprünge“ – Intersubband-Übergänge, also innerhalb des Leitungsbandes. Entsprechend anders ist auch der Aufbau des Lasers. Er besteht nicht mehr aus wenigen, sondern aus 1.000 bis 2.000 ultradünnen Schichten, jeweils Galliumarsenid und Aluminium-Galliumarsenid im Wechsel. Elektrisch angeregt fließen die Elektronen kaskadenartig durch die hauchdünnen Halbleiterschichten, über deren Dicke sich die Laserfrequenz sehr genau einstellen lässt.

Die Halbleiterschichten allein machen noch keinen Laser. Das Schichtsystem muss erst noch perfekt als Resonator zugeschnitten werden. An den Seiten wird soviel Material weggeätzt, bis nur ein Streifen übrig bleibt – 11 Mikrometer hoch und 100 Mikrometer breit. „Durch das Abspalten der Stirnflächen entstehen so glatte Ober-

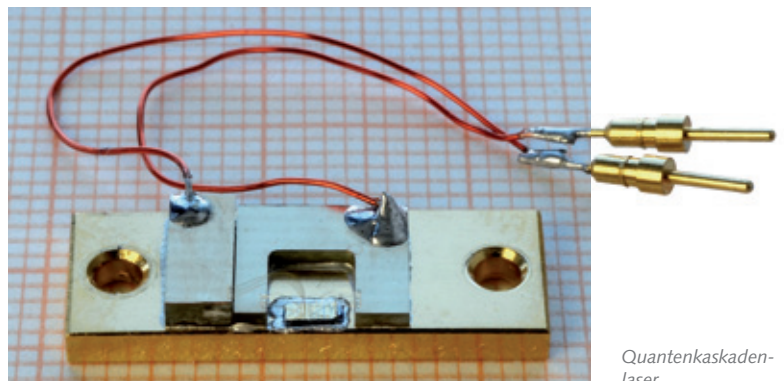
flächen, dass sie wie Spiegel wirken. Das Licht ist im wenige Millimeter langen Resonator gefangen, wird immer wieder hin und her geschickt und bei jedem Durchlauf verstärkt“, erklärt Schrottke. Ein Teil des Lichts tritt am Ende aus – der Laserstrahl.

Für den SOFIA-Einsatz muss der Oszillator verbindliche Anforderungen erfüllen. „Er muss durchstimmbare sein, damit er möglichst genau auf die Verschiebung der Sauerstofflinie zu justieren ist. Er soll im Dauerstrichbetrieb arbeiten und mechanisch gekühlt sein, denn flüssige Kühlmittel dürfen im Flugzeug nicht eingesetzt werden.“

Terahertz-Quantenkaskadenlaser sind eine junge Erfindung und werden bisher nur gelegentlich verwendet. Aber das könnte sich bald ändern. Lässt sich durch Kombination mehrerer QCL der gesamte Terahertzbereich abdecken, entsteht eine neue chemische Analysenmethode. Denn jedes organische Molekül hat einen charakteristischen Fingerabdruck im Terahertzbereich – sehr praktisch für schnelles Drogenscreening.

Wasser absorbiert Terahertzstrahlung stark. Das macht Terahertz-QCL für die medizinische Bildgebung interessant. „Weil Krebszellen mehr Wasser als gesunde Zellen enthalten, könnte der Chirurg intraoperativ unter dem Lasermikroskop rasch erkennen, ob er weit genug geschnitten hat“, erzählt Schrottke. In das Innere des Körpers kann man mit einem Terahertz-QCL zwar nicht hineinsehen – dafür ist bereits die Haut zu „wässrig“ – aber durch Kleidung hindurch! Metallische Objekte zeichnen sich am Körper deutlich ab. Auch Qualitätskontrollen sind denkbar. „Etwa um zu prüfen, ob die Verteilung von Haselnüssen in der Schokolade homogen ist“, sagt Schrottke schmunzelnd.

*Catarina Pietschmann*

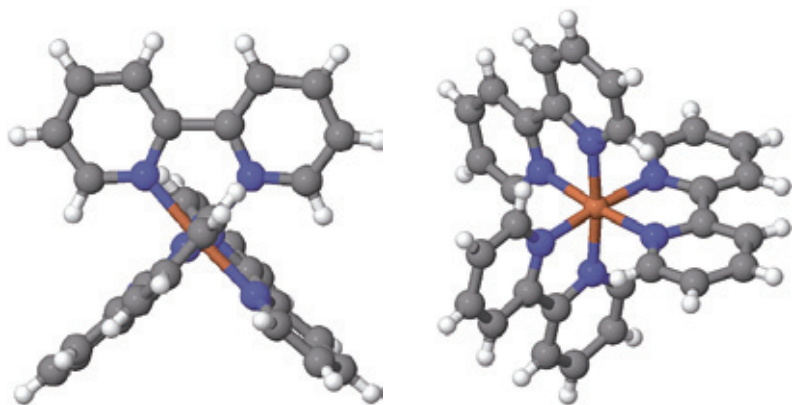


Quantenkaskadenlaser

# Synchrone Bewegung von Elektronen in benachbarten Molekülen

## Ein ultraschneller Röntgenfilm über Metallkomplexe in einem Kristall

Mittels Femtosekunden-Röntgenbeugung konnten Forscher des Max-Born-Instituts (MBI) und der Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (Schweiz) erstmals eine extrem schnelle, kollektive Verschiebung von Elektronen zwischen 100 Molekülen beobachten, nachdem sie ein einzelnes Elektron in einem Kristall aus Übergangsmetallkomplexen angeregt haben.



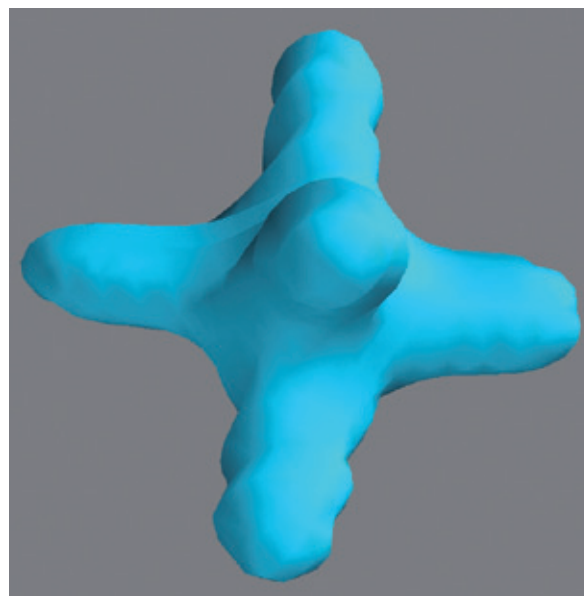
Kugel- und Stäbchenmodell des Übergangsmetallkomplexes Eisen(II)-tris-Bipyridin  $[\text{Fe}(\text{bpy})_3]^{2+}$ . Eisenatome (Fe) sind braune, Stickstoff (N) blaue, Kohlenstoff (C) graue und Wasserstoff (H) weiße Kugeln. Die sechs Stickstoffatome befinden sich an den Ecken eines um das Fe-Atom zentrierten Oktaeders. Die Ebenen der 3 Bipyridin Untereinheiten ( $\text{N}_2\text{C}_{10}\text{H}_8$ ) stehen jeweils senkrecht aufeinander.

In der Photochemie und molekularen Photovoltaik sind sogenannte Übergangsmetallkomplexe ein weitverbreitetes System. Es besteht aus einem zentralen Metallion, an das eine Gruppe von meist organischen Liganden gebunden ist. Diese Materialien zeigen eine starke Absorption von sichtbarem oder ultraviolettem Licht – eine attraktive Eigenschaft für Anwendungen als primäre Lichtabsorber in molekularen Solarzellen oder in der molekularen Optoelektronik. Nach der Absorption von Licht beobachtet man eine extrem schnelle Verlagerung der Elektronen von dem Metallion auf die Liganden. Dieser Mechanismus ist wesentlich um eine elektrische Spannung zu erzeugen. Da in allen Anwendungen Festkörpermateriale bevorzugt werden, sind in diesen die Übergangsmetallkomplexe sehr dicht gepackt, was zu einer starken Wechselwirkung untereinander führt. Bislang hatte man überhaupt keine Information über den Einfluss dieser gegenseitigen Wechselwirkung auf die ultraschnelle Elektronenbewegung nach der Lichtabsorption.

Um solch eine ultraschnelle Elektronenbewegung direkt in Raum und Zeit zu verfolgen, benötigt man experimentelle Methoden, die die Position von Elektronen in einem Kristall mit einer Präzision von 0,1 nm (0,1 nm =  $10^{-10}$  m), etwa der Abstand zwischen benachbarten Atomen, auf einer sub-100 fs Zeitskala (1 fs =  $10^{-15}$ s) be-

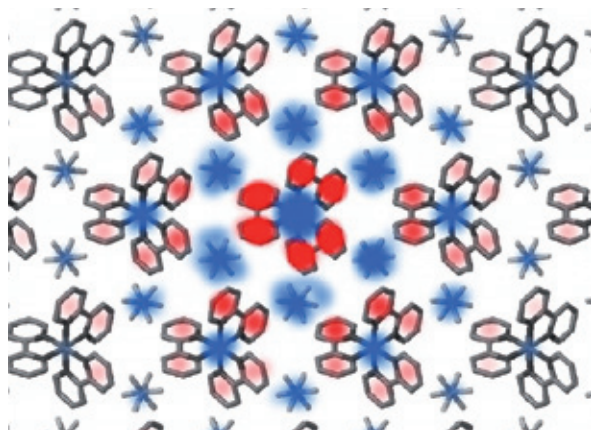
stimmen können. Eine solche Abbildung ist möglich, wenn man ultrakurze Röntgenblitze an den Elektronen streut, da das Beugungsmuster die Information über die räumliche Anordnung der Elektronen zur Verfügung stellt. Die Bewegung der Elektronen wird mittels eines kurzen, optischen Lichtimpulses ausgelöst, welcher ein einzelnes Elektron an einem individuellen Metallkomplex anregt. In der Fachzeitschrift *Journal of Chemical Physics* berichten Benjamin Freyer, Flavio Zamponi, Vincent Juve, Johannes Stingl, Michael Wörner, Thomas Elsässer und Majed Chergui über die erste in-situ Röntgenabbildung der Elektron- und Atom-Bewegungen, die durch solch eine Elektronentransfer-Reaktion ausgelöst wurden. Sie zeigen für das Prototypmaterial  $[\text{Fe}(\text{bpy})_3]^{2+}(\text{PF}_6)_2$  zeitabhängige „Elektronendichte-Landkarten“, welche aus einzelnen Schnappschüssen mittels 100 fs kurzer Röntgenblitze gewonnen wurden. Eine Serie von Schnappschüssen für verschiedene Momente, d.h. vor, während und nach der Elektronentransfer-Reaktion, lässt sich zu einem ultraschnellen Röntgenfilm über Elektron- und Atom-Bewegungen zusammenfügen.

Zur großen Überraschung der Wissenschaftler zeigten die zeitabhängigen „Elektronendichte-Landkarten“ nicht nur eine Verschiebung von Elektronen von den Eisen-



Die Gegenionen in unserem Kristall sind jeweils zwei Hexa-fluorophosphat ( $\text{PF}_6^-$ ) Ionen [Phosphor (P), Fluor (F)]. Die sechs F-Atome sind ebenfalls an den Ecken eines Oktaeders um das zentrale P-Atom angeordnet. Wir zeigen hier eine 3-dimensionale Oberfläche konstanter Elektronendichte  $\rho(r,t) = \rho_c = \text{konst.}$  Der Wert für  $\rho_c$  wurde so gewählt, dass man höchst empfindlich die Bewegung der Elektronen auf dem  $\text{PF}_6^-$  Anion verfolgen kann.



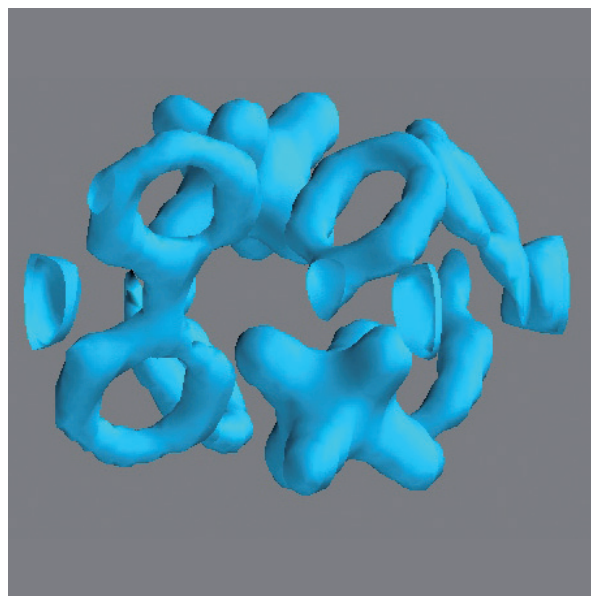


Cartoon der kollektiven Ladungsverschiebung in  $[\text{Fe}(\text{bpy})_3]^{2+}(\text{PF}_6)_2$ , welche ungefähr 30 Metallkomplexe (und jeweils 2 Gegenionen) um den direkt lichtangeregten Komplex involviert. Blau: Reduktion der Elektronendichte, rot: erhöhte Elektronendichte.

atomen zu den Bipyridin-Liganden, sondern auch eine – bislang unerwartete – Verlagerung von Elektronen von den  $\text{PF}_6^-$  Anionen zu den Bipyridin-Liganden. Eine genaue Analyse der Röntgenschnappschüsse zeigt, dass der Elektronentransfer auf etwa 30 Metallkomplexen (mit jeweils 2  $\text{PF}_6^-$  Anionen) um den direkt lichtangeregten Komplex herum stattfindet. Diese kollektive Antwort der Elektronen wird von den starken Coulomb-Kräften zwischen den unterschiedlichen Ionen hervorgerufen, welche eine Minimierung der gesamten elektrostatischen Energie des Kristalls anstreben. Solch ein Verhalten ist höchst willkommen für das Einsammeln von elektrischer Ladung in opto-elektronischen Bauelementen.

Michael Wörner & Thomas Elsässer

doi 10.1063/1.4800223



Die 3-dimensionale Oberfläche konstanter Elektronendichte innerhalb der Einheitszelle des Kristalls zeigt die relative räumliche Anordnung der Eisenatome (Kugeln), Bipyridin-Liganden (Bretzelartige Objekte) und  $\text{PF}_6^-$  Anionen (Oktaeder-förmige Sterne).

## Hervorragendes Evaluierungsergebnis – das MBI zählt weltweit zur Spitzengruppe



Das Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI) wurde von einer international besetzten Expertengruppe glänzend evaluiert. In seiner Stellungnahme, die der Senat der Leibniz-Gemeinschaft abschließend vorlegte, wird festgestellt: „Im weltweiten Vergleich zählt das MBI zur Spitzengruppe der Institute seines Fachgebiets.“ Mit der positiven Evaluierung verbunden ist die Empfehlung an Bund und Länder, das MBI mit seinen etwa zweihundert Mitarbeitern für weitere sieben Jahre gemeinsam zu finanzieren sowie „die finanziellen Voraussetzungen für eine exzellente Weiterentwicklung des Instituts schaffen“.

Im Einzelnen bescheinigten die Gutachter dem MBI hervorragende Forschungsergebnisse von hoher Relevanz. Neben den beeindruckenden Publikationsleistungen in führenden internationalen Zeitschriften werden auch die hohen Drittmitteleinnahmen, darunter ein ERC Advanced Grant (2009), betont. Ferner wird der Beitrag des MBI bei der Realisierung neuester Lasertechnologien, wie beim Aufbau des „Freien Elektronenlasers in Hamburg“ (FLASH) am Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) oder zukünftig beim europäischen „X-Ray Free-Electron Laser“ (XFEL) gelobt. Der vom MBI geleistete Wissenstransfer sei „qualitativ und quantitativ beträchtlich“.

Die hervorragende Ausbildung junger Nachwuchswissenschaftler komme der Wissenschaft wie der Wirtschaft zugute. Als Kooperationspartner sei das MBI im In- und Ausland gefragt; besonders wird seine Rolle als Koordinator des bedeutenden EU-Großprojekts „Laserlab Europe“ herausgestellt. Im Wettbewerb um die klügsten Köpfe sieht der Senat das MBI bestens aufgestellt. Die aufwändige und kostenintensive Ausstattung mit Experimentieranlagen wird für das MBI als unverzichtbar eingeschätzt und als Grund für eine Aufstockung im investiven Bereich gesehen.

Der Geschäftsführende Direktor des MBI, Prof. Marc Vrakking, freut sich über das sehr gute Abschneiden seines Instituts: „Ich bin vor drei Jahren ans MBI gekommen, weil ich von den guten Arbeits- und Forschungsbedingungen überzeugt war. Seitdem konnte ich zu meiner Freude feststellen, dass die Zusammenarbeit zwischen allen Bereichen des Instituts und somit die Möglichkeit, herausragende Wissenschaft zu betreiben, sogar noch besser ist als ich gehofft und erwartet hatte. Es freut mich natürlich sehr, dass dieser positive Eindruck von den internationalen Experten geteilt wird und wir als weltweit führend bewertet werden. Ein so außergewöhnliches Ergebnis lässt sich nur durch die Zusammenarbeit aller hoch motivierten und kompetenten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am MBI erzielen.“

Alexander Grimm

# Wasserstoffatome unter der Lupe

*Einem Forscherteam ist es gelungen, ein Mikroskop zu entwickeln, das die direkte Beobachtung von Knotenstrukturen in elektronischen Zuständen des Wasserstoffatoms ermöglicht.*

Um die mikroskopischen Eigenschaften von Materie und ihre Wechselwirkungen mit der Umgebungswelt beschreiben zu können, werden in der Quantenmechanik Wellenfunktionen genutzt, deren Struktur- und Zeitabhängigkeit von der Schrödingergleichung beschrieben werden. In Atomen lassen sich mithilfe von elektronischen Wellenfunktionen u.a. Ladungsverteilungen beschreiben, deren Größenordnung weit von unserem alltäglichen Erfahrungshorizont entfernt ist. Die experimentelle Beobachtung der Ladungsverteilung wird dadurch erschwert, dass der Vorgang der Messung selbst Auswirkungen auf die Wellenfunktion hat und jede Messung selektiv nur eine Manifestation der möglichen Zustände erfasst. Physiker behelfen sich daher mit Berechnungen von Ladungsverteilungen, die mit Lehrbuchwissen möglich sind. Besser gesagt, bis heute war dies so. Unter der Federführung von Wissenschaftlern des MBI gelang es nun einem internationalen Forscherteam, ein Mikroskop zu entwickeln, das die Vergrößerung der Wellenfunktion angeregter Wasserstoffatome um einen Faktor von mehr als zwanzigtausend erlaubt. Damit können die Knotenstrukturen der elektronischen Zustände des Wasserstoffatoms auf einem zweidimensionalen Detektor sichtbar gemacht werden. Die Ergebnisse der Arbeit stellen die Verwirklichung einer drei Jahrzehnte alten Idee dar und wurden in *Physical Review Letters* (PRL 110, 213001, 2013) veröffentlicht.



Die Entwicklung der Quantenmechanik in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts hatte erheblichen Einfluss auf das naturwissenschaftliche Verständnis der Welt. Die Quantenmechanik erweiterte das auf der klassischen Newtonschen Mechanik aufbauende Weltbild um eine Beschreibung der Mikrowelt, deren Eigenschaften sich mit klassischen Ansätzen nicht erklären ließen. Diese Eigenschaften umfassen z.B. die Teilchen-Welle-Dualität, die Interferenz und Verschränkung von Teilcheneigenschaften, die Heisenbergsche Unschärferelation und das Paulische Ausschlussprinzip. Von zentraler Bedeutung in der Quantenmechanik ist das Konzept der Wellenfunktion, die eine mathematische Lösung der zeitabhängigen Schrödingergleichung erlaubt. Gemäß der Kopenhagener Interpretation beschreibt die Wellenfunktion die Wahrscheinlich-

keit von Messergebnissen, die aus einem quantenmechanischen System hervorgehen wie z.B. die Energie eines Systems oder die Position und der Impuls seiner Bestandteile. Die Wellenfunktion erlaubt damit die Beschreibung nicht-klassischer Phänomene auf der Mikroskala, die durch Messungen auf der Makroskala beobachtet werden. Die Messung entspricht dem Betrachten eines oder mehrerer der unzähligen möglichen Manifestationen der Wellenfunktion.

Trotz ihres enormen Einflusses auf die moderne Elektronik und Photonik bieten die Quantenmechanik und die sich daraus eröffnenden Möglichkeiten noch immer große intellektuelle Herausforderungen. Immer wieder wurden neue Experimente angeregt, um die faszinierenden Vorhersagen der Theorie zu veranschaulichen. So erhielten beispielweise Haroche und Wineland den Nobelpreis 2012 für ihre Arbeiten zur Messung und Steuerung einzelner Quantensysteme in störungsfreien Quantenexperimenten, die den Weg für genauere optische Uhren und möglicherweise sogar für die zukünftige Realisierung eines Quantencomputers ebneten. Unter Verwendung kurzer Laserimpulse können in Experimenten kohärente Überlagerungen von stationären quantenmechanischen Zuständen (Wellen) der Elektronen, die sich auf periodischen Umlaufbahnen um Atomkerne bewegen, beobachtet werden. Die Wellenfunktion jedes dieser elektronischen stationären Zustände ist eine stehende Welle, die ein Knotenmuster aufweist, in dem sich die Quantenzahlen der jeweiligen Zustände widerspiegeln. Zur Beobachtung solcher Knotenmuster wurden Raster-Tunnel-Verfahren auf Oberflächen angewandt. Außerdem ermöglichen jüngst durchgeführte Laserionisierungsexperimente die Herstellung von Licht im extremen UV-Bereich, welches die initiale Wellenfunktion eines Atoms oder Moleküls im Ruhezustand kodiert.

Vor ungefähr 30 Jahren haben russische Theoretiker eine alternative experimentelle Methode vorgestellt, um die Eigenschaften von Wellenfunktionen zu messen. Sie schlugen vor, Experimente zur Erforschung der Laserionisierung von atomarem Wasserstoff in einem statischen elektrischen Feld durchzuführen. Sie sagten voraus, dass die Projektion von Elektronen auf einem zweidimensionalen Detektor (der senkrecht zum statischen elektrischen Feld platziert ist) die Messung von Interferenzmustern erlaubt, welche unmittelbar die Knotenstruktur der elektronischen Wellenfunktion widerspiegeln. Diese Tatsache liegt in der besonderen Eigenschaft des Wasserstoffs begründet, welches als einziges in der Natur vorkommendes Atom nur ein Elektron enthält. Aufgrund dieser Besonderheit lassen sich die Wellen-

*Die Wellenfunktion erlaubt die Beschreibung nicht-klassischer Phänomene auf der Mikroskala, die durch Messungen auf der Makroskala beobachtet werden.*

*Die 30 Jahre alte theoretische Überlegung konnte jetzt experimentell nachgewiesen werden.*



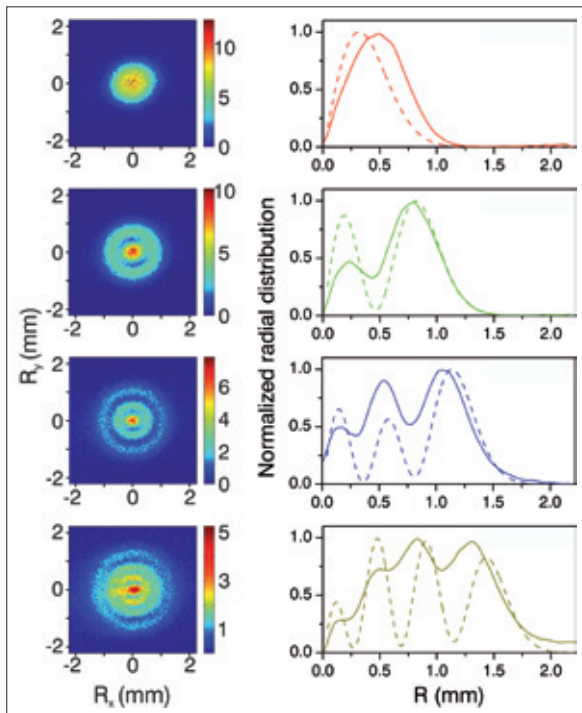


Abbildung: (links) zweidimensionale Projektion von Elektronen aus der Anregung von Wasserstoffatomen auf vier elektronische Zustände, versehen mit Quantenzahlen  $(n_1, n_2, m)$  und mit (von oben nach unten) 0, 1, 2 und 3 Knoten in ihrer Wellenfunktion für die parabolische Koordinate  $\zeta = r+z$ ; (rechts) Vergleich der experimentell gemessenen radialen Verteilung (durchgehende Linien) mit Ergebnissen aus quantenmechanischen Berechnungen (gestrichelte Linien), der zeigt, dass im Experiment die Knotenstruktur der quantenmechanischen Wellenfunktion gemessen wurde.

funktionen des Wasserstoffs als Produkt von genau zwei Wellenfunktionen darstellen, welche beschreiben, wie sich die Wellenfunktion als eine Funktion zweier sog. „parabolischer Koordinaten“ verändert. Wesentlich ist, dass die Form der beiden parabelförmigen Wellenfunktionen unabhängig von der Stärke des statischen elektrischen Feldes gleichbleibend ist und somit auf der gesamten Reise des Elektrons vom Ionisierungsort zum zweidimensionalen Detektor (in unserem Experiment etwa ein halber Meter!) erhalten bleibt.

Die schlüssige Idee in die experimentelle Realität umzusetzen war indessen alles andere als einfach. Da Wasserstoffatome nicht chemisch stabil sind, mussten sie zunächst per Laserdissoziation eines geeigneten Vorläufermoleküls (Wasserstoffdisulfid) hergestellt werden. Dann mussten die Wasserstoffatome in entsprechende elektronische Zustände angeregt werden, was wiederum zwei weitere, genau abzustimmende Laserquellen erforderte. Waren die Elektronen dann angeregt, musste schließlich eine äußerst empfindliche elektrostatische Linse zum Einsatz kommen, um die physikalischen Dimensionen des Atoms in den Bereich einer Millimeter-skala zu vergrößern, auf der sie dann mit bloßem Auge auf einem zweidimensionalen Bildwandler beobachtet und mit einem Kamerasystem aufgenommen werden konnten. Die wichtigsten Ergebnisse sind in der Abbildung dargestellt. Die Abbildung zeigt die rohen Kameradaten von vier Messungen, bei denen das Wasserstoffatom auf Zustände mit 0, 1, 2, und 3 Knoten in der Wellenfunktion für die parabolische Koordinate  $\zeta = r+z$  angeregt wurde. Wie die experimentell ermittelten Projektionen auf dem zweidimensionalen Detektor zeigen, können die Knoten leicht über die Messungen erfasst werden. Der experimentelle Aufbau dient hier als Mikroskop, das es uns bei einer Vergrößerung um einen Faktor von etwa zwanzigtausend ermöglicht, sehr tief in ein Wasserstoffatom hinein zu schauen.

Über den reinen Nachweis einer mehr als 30 Jahre alten theoretischen Überlegung hinaus, werden in unserem Experiment wunderschön die Feinheiten der Quantenmechanik demonstriert. Außerdem sollten unsere Ergebnisse als ein fruchtbares Spielfeld für weitere Forschungen dienen, bei denen man beispielsweise Wasserstoffatome gleichzeitig sowohl elektrischen wie magnetischen Feldern aussetzt. Das einfachste Atom in der Natur hat immer noch eine Menge spannender Physik zu bieten.

Marc Vrakking

[doi 10.1103/PhysRevLett.110.213001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.110.213001)

## Erratum

Im letzten Journal haben wir in dem Artikel „Mehr als nur ein Bleistiftstrich“ auf Seite 17 über ein Projekt im Paul-Drude-Institut zum Material Graphen berichtet. Leider gab es eine fehlerhafte Bildunterschrift. Richtig muss es heißen:

*Transmissionselektronenmikroskopische Aufnahme einer Graphenschicht im Querschnitt*

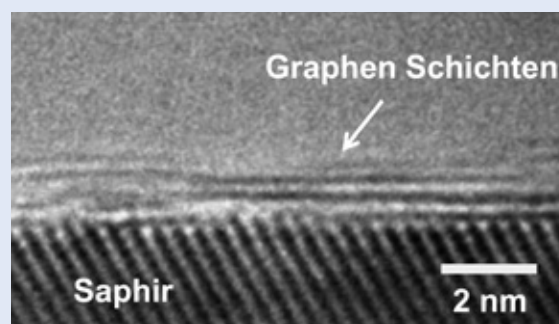


Abb.: PDI

# Gesundheitsfalle Quecksilber

*Polarfüchse, die in Küstenregionen leben, leiden häufig unter Quecksilberbelastung, wie Forscher vom IZW herausfanden – ein Problem, das auf kontaminierte Nahrung zurückgeht und zeigt, dass der Druck auf polare Ökosysteme in den kommenden Jahren zunehmen dürfte.*

**A**uch entlegene, scheinbar vom Menschen unbeeinflusste Ökosysteme sind zuweilen fragil: So schrumpfte die Polarfuchs-Population auf der Insel Mednyi, eine der im Nordpazifik gelegenen Kommandeurinseln, in den 1970er Jahren von 1000 auf 100, ohne sich seitdem erholen zu können. Seit 2008 erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in einem deutsch-russischen Kooperationsprojekt unter IZW-Beteiligung die Gründe hierfür. Sie vermuteten zunächst eine gesundheitliche Ursache und machten sich auf die Suche nach möglichen Krankheitserregern – erfolglos. IZW-Forscher Alex Greenwood, seit 2009 Leiter des Kooperationsprojekts, regte daraufhin an, die Nahrung der Tiere zu untersuchen. Es stellte sich schnell heraus, dass die auf Mednyi lebenden Polarfüchse ausschließlich marine Wirbeltiere wie Seevögel und Robben fressen. Und diese sind stark mit Quecksilber belastet, einem giftigen Schwermetall, das die Forscher auch in den Haaren und inneren Organen der Füchse nachwiesen.

Diese Ergebnisse gaben Anlass zu einer Ausweitung des Projekts: Greenwood und sein Team nahmen zusätzlich die Polarfüchse der Beringinsel, der größeren, besiedelten Nachbarinsel Mednyis, sowie zwei isländische Polarfuchspopulationen unter die Lupe, von denen eine an den Kü-

sten und eine im Landesinnern lebt. Außerdem analysierten sie historische Hautproben von Füchsen, die von Mednyi stammen.

Das Forscherteam fand heraus: Fuchspopulationen, deren Nahrungsquellen stark mit Quecksilber belastet sind, weisen eine hohe Quecksilberbelastung und eine Beeinträchtigung der Populationsentwicklung auf. So ist von den miteinander verglichenen Populationen jene, die im isländischen Landesinnern lebt, die mit Quecksilber am geringsten belastete – diese Tiere ernähren sich vorwiegend von Nagetieren. Die an der Küste lebenden Fuchspopulationen Islands und auf der Beringinsel sind seit Längerem stabil, obwohl sich diese Tiere in stärkerem Maße von Meeresvögeln ernähren; sie haben allerdings auch Zugang zu anderen Futterquellen, etwa menschlichen Abfällen. Dagegen ist die Sterblichkeitsrate bei Jungtieren der Polarfuchs-Population auf Mednyi mit etwa 90 Prozent besorgniserregend hoch. Zudem haben diese Tiere durchgehend ein sehr geringes Körpergewicht, und ihr Fell befindet sich in schlechtem Zustand. „Unsere Ergebnisse zeigen, dass es eine starke Beziehung zwischen der Abhängigkeit von mariner Nahrung und der Kontamination der Füchse gibt“, sagt Greenwood. So konnten die Forscher auch in den Museumsproben erhöhte Quecksilberkonzentrationen finden, denn die Polarfüchse auf Mednyi haben keine Alternative zu quecksilberhaltigen Nahrungsquellen.

Aus diesem Grund ist Mednyis Polarfuchspopulation in besonderer Gefahr: Die Wahrscheinlichkeit, dass sie nicht mehr lange überleben wird, ist nach Ansicht des Forscherteams sehr hoch, denn externe Faktoren wie Krankheiten oder strenge Winter machen einer derart kleinen Population schnell den Garaus. Da die auf Mednyi lebenden Polarfüchse eine eigene Unterart bilden, ginge diese damit unwiderruflich verloren. Naturschützerische Maßnahmen sind allerdings schwer durchführbar, denn am Hauptproblem der Füchse, ihrer Nahrung, lässt sich kaum etwas ändern – „und dies betrifft letztlich alle Lebewesen, die an der Spitze ihrer Nahrungskette stehen und sich aus marinen Quellen ernähren“, sagt Alex Greenwood. Dabei wird sich das Problem noch verschärfen: Die Einleitung von Quecksilber in die Ozeane nimmt weiter zu – über den Zeitraum von 2005 bis 2020 um etwa 25 Prozent.

Aktuell untersuchen Greenwood und sein Team, wie sich andere Umweltschadstoffe – etwa industrielle Chemikalien – auf das Ökosystem Islands auswirken. Sie erhoffen sich davon weitere Aufschlüsse darüber, in welchem Maße Beeinträchtigungen der natürlichen Umgebung der dort lebenden Tiere ihre Gesundheit beeinflussen.

Wiebke Peters

[PLoS ONE, doi:10.1371/journal.pone.0060879](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060879)



*Polarfüchse (Vulpes lagopus) werden mit dunkelbraunem Fell geboren. Auch erwachsene Tiere haben im Sommer dunkleres Fell, der Winterpelz ist weiß oder blau.*



# Spurensuche im Seearchiv

*Manchmal geht es um ein singuläres Phänomen. In anderen Fällen darum, Trends zu erkennen. Detektivarbeit für die Gewässerökologen des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB). Viele Indizien zur Lösung sind bereits vorhanden, denn seit 35 Jahren stehen Müggelsee und Stechlinsee unter wissenschaftlicher Beobachtung. Es gilt nur, die vielfältigen Daten aus dem Archiv zu ziehen – und die richtigen Fragen zu stellen.*

Was war da los im Jahrhundertsommer 2003? Die Temperaturen lagen deutlich über dem langjährigen Mittel – so auch 2006 und 2007. „Erfahrungsgemäß kommt es in derartigen Hitzesommern zu einer besonders starken Ausbildung von Algenblüten. Stabile thermische Schichtungseignisse nehmen zu, die allgemein länger anhalten“, erklärt Rita Adrian, Leiterin der Abteilung Ökosystemforschung am IGB und Spezialistin für Langzeitstudien von Seen und Klimafolgenforschung. Das Wasser durchmischt sich nicht mehr vertikal. Dadurch sinkt der Sauerstoffgehalt in den unteren Schichten drastisch, Phosphat wird aus dem Sediment freigesetzt und die interne Düngung des Müggelsees setzt ein. Wenn sich das Wasser wieder mischt, ist es das pure Schlaraffenland für Algen. Nährstoffe im Überfluss! Sie vermehren sich ungehemmt und das Wasser wird durch Algenblüte entsprechend trüb. So war es in den im Mittel identisch heißen Sommern 2006 und 2007 – aber nicht 2003. Da blieb der See klar. Warum?

Wie gut, dass es so eine Art „See-Tagebuch“ gibt. „Die langen Zeitreihen ermöglichen uns unter anderem, kritische Zeitfenster im Jahr und kritische Grenzwerte zu ermitteln“, erklärt Adrian. „Wir beobachten den Temperaturverlauf über das ganze Jahr und das Antwortverhalten im Plankton.“ Die Frage für diese Extremereignisse 2003, 2006, 2007: Wie lang muss die Schichtung anhalten und wie hoch der Phosphorwert sein, damit Cyanophyceen dominant werden und das Wasser trüben? Mit Hilfe statistischer Modelle können aus den langjährigen Zeitreihen kritische

Grenzwerte z. B. zur Temperatur, Länge von thermischen Schichtungseignissen sowie Nährstoffen quantifiziert und auf Extremereignisse wie Hitzesommer angewandt und getestet werden. Im Jahrhundertsommer 2003 unterschritt die Länge der Schichtungseignisse meist die für die Ausbildung von Cyanophyceenblüten notwendige kritische Länge. Und deshalb kam die Algenblüte nicht so stark in Schwung wie in den anderen Hitzesommern.

Seit 1979 steht der Müggelsee unter ständiger Beobachtung. Diverse Parameter werden ermittelt, ausgewertet und online gestellt. Die automatisch in situ gemessenen Parameter alle fünf Minuten, andere meist auf wöchentlicher Zeitskala. Darunter: Wassertemperatur, Sauerstoff- und Nährstoffgehalt, pH-Wert, Fluoreszenz des Wassers – als Maß für das Phytoplankton, Art und Biomasse des Phyto- und des Zooplanktons. Außerdem werden, zur Freude von Seglern und Badenden, Wetterdaten erhoben.

Die Messungen an Müggelsee und Stechlinsee sind Teil von GLEON, dem *Global Lake Ecological Observatory Network* sowie seinem europäischen Pendant NETLAKE. Im Rahmen von GLEON beobachten Forscher Veränderungen der Systemdynamik auf unterschiedlichen Zeitskalen im Bereich von Minuten bis hin zu mehreren Dekaden.

„Auch wenn die saisonalen Grundmuster des Ökosystems See in jedem Jahr meist gleich sind: Im Detail sind sie verschieden und schwer vorhersagbar. Diese Variabilität und die Verbesserung einer Vorhersagbarkeit interessieren uns. Unsere zeitlich hochaufgelösten Zeitreihen, in Verbindung mit Enclosure-Experimenten und mathematischen Modellen, ermöglichen uns, derartig komplexe Fragen zu adressieren“, betont Adrian. Dazu gehören neben der Überprüfung von Theorien auch Fragen zu zugrundeliegenden Treibern abrupter Veränderungen wie Regime Shifts, Tipping Points, Fragen zur Biodiversität und der Konkurrenz unter Mikroorganismen. In Zukunft wollen die Forscher auch verstärkt genetische Studien aufgreifen, um die Mikroevolution im See im Kontext der globalen Klimaerwärmung zu verstehen.

Catarina Pietschmann

*Aufbau des durch die EU geförderten in situ Experimentes REFRESH, Verankerung an der Müggelsee-Messstation.*



# „Ein gutes Umfeld für kreative Ideen schaffen“

*Am 1. Mai 2013 hat Prof. Henning Riechert, Direktor des Paul-Drude-Instituts für Festkörperelektronik (PDI), turnusgemäß das Amt des Vorstandssprechers des Forschungsverbundes Berlin für zwei Jahre übernommen. Stellvertretender Vorstandssprecher ist Prof. Günther Tränkle, Direktor des Ferdinand-Braun-Instituts, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH). Wir sprachen mit Prof. Riechert über die Rolle des Forschungsverbundes.*

*Herr Prof. Riechert, braucht ein einzelnes Institut eigentlich den Forschungsverbund? Könnte es nicht allein viel besser über seine Belange entscheiden?*

**Prof. Riechert:** Am Anfang war ich skeptisch, doch mittlerweile bin ich vom Konzept des Forschungsverbundes überzeugt. Wir bilden so eine stärkere Einheit. Das gilt besonders für die kleineren Institute. Dabei darf natürlich nicht der Charme der Leibniz-Institute verloren gehen: Sie sind flexibel und unabhängig.

*Ist die Balance zwischen zentralen und dezentralen Kompetenzen ausgewogen?*

Für meinen Geschmack ja. Es gibt überhaupt keine Tendenzen, dass wir uns irgendwelchen starren Gerüstwerken unterwerfen. Aber es besteht die Möglichkeit zur Zusammenarbeit in verschiedenen Bereichen.

Was die Verwaltung betrifft, können kurze Wege sehr nützlich sein, so dass für uns auch die Verwaltungsmitarbeiter im Institut wichtige Ansprechpartner sind. Andererseits können wir uns in der Gemeinsamen Verwaltung Spezialistentum leisten, wie Beratung bei Personalfragen, das Patentwesen oder das Justizariat. Das ist ein unschätzbare Vorteil.

Wenn die Verwaltung so funktioniert, dass die Wissenschaftler nicht viel davon merken, dann ist sie leistungsfähig – schließlich soll die Verwaltung die Wissenschaft entlasten. Wir sind relativ überschaubare Einheiten, die letzten Endes von wenigen Individuen leben, die die kreativen Ideen und das tiefe Wissen haben. Diese Köpfe müssen sich optimal entfalten können unter bestmöglichen Arbeitsbedingungen.

*Profitieren die Institute auch wissenschaftlich?*

Ja, einen solch intensiven Kontakt zu unterschiedlichen Fachbereichen hätten wir als einzelnes Institut sonst nicht so leicht. Das macht für mich den besonderen Reiz aus. Und auch die gemeinsame Arbeit im Vorstand ist eine Bereicherung. Ohne den intensiven Austausch mit Kollegen wäre das Leben viel schwerer.

Im Mittelpunkt stehen bei uns im Vorstand immer die fachlichen Inhalte und die wissenschaftliche Exzellenz. Das gilt es zu bewahren.



*Neuer Sprecher des Forschungsverbundes Berlin ist PDI-Direktor Prof. Henning Riechert.*

*Sind die regelmäßigen Evaluierungen der Leibniz-Gemeinschaft dabei sinnvoll oder behindern sie die Wissenschaftler?*

Die Vorbereitung auf die Evaluierungen verursacht natürlich sehr viel Arbeit, aber sie sind für das Institut sehr wertvoll. Die Beurteilung durch die unabhängigen Gutachter ist allgemein anerkannt. Ich habe bei unserer letzten Evaluierung von den Experten Rückendeckung für einige Pläne erhalten. Mit dieser Bestätigung durch das Expertengremium war es dann viel einfacher, die Umsetzung anzugehen.

*Welche Rolle spielt der Forschungsverbund bei den Zuwendungsgebern?*

Bei den Gesprächen mit dem Senat ist unsere Größe eindeutig ein Vorteil – und zwar für beide Seiten. Für den Senat ist es einfacher, mit dem Forschungsverbund nur einen Gesprächspartner zu haben. Bei aller Pluralität von Meinungen können wir als Institute mit unseren Positionen viel besser durchdringen. Das macht es für alle effizienter.

Als ich vor fünf Jahren am PDI angefangen habe, wollte ich mich ganz auf die wissenschaftliche Arbeit des Instituts konzentrieren. Als Vorstandssprecher möchte ich nun auch über den Tellerrand des Instituts hinausblicken, ich bin gespannt auf das weitere Umfeld und komplexere Finanzierungsmechanismen.

*... und die Leibniz-Gemeinschaft?*

Dort steht uns ein Wechsel des Präsidenten bevor. Er muss sich möglichst schnell bei uns zu Hause fühlen. Da er seinen Sitz in Berlin hat, werden wir ihn sicher gut bei seinem Einstieg unterstützen können. Entscheidend ist, dass er unsere Stärken erkennt und weiter befördert.

*Die Fragen stellte Gesine Wiemer*



# Jenseits des Lehrplans

*In der Schule gibt der Lehrplan in der Regel einen strengen Rahmen vor, Raum für eigene Ideen zum Erkunden von Unterrichtsstoff gibt es kaum. Die Lise-Meitner-Schule hat nun ein Schülerforschungszentrum eingerichtet, in dem Jugendliche eigene Forschungsprojekte umsetzen können. Das Ferdinand-Braun-Institut ist Partner in diesem Projekt.*

Wenn kleine Kinder etwas lernen, gehen sie voller Neugier und Tatendrang an die Sache heran. Niemand leitet sie dazu an, laufen oder sprechen zu lernen. Dieses unabhängige Verfolgen der eigenen Interessen ähnelt dem Forscherdrang von Wissenschaftlern – richtig Neues entsteht vor allem dort, wo es keine starren Vorgaben gibt. In der Schule hingegen muss ein Lehrplan eingehalten werden, dort bleibt wenig Freiraum für echtes Forschen. Um der Kreativität von interessierten Jugendlichen freien Lauf zu lassen, hat die Lise-Meitner-Schule ein Schülerforschungszentrum eingerichtet, in dem Schülerinnen und Schüler ihre Ideen verwirklichen können. Das Ferdinand-Braun-Institut unterstützt das Projekt: die Jugendlichen können sich dort von Wissenschaftlern beraten und unter die Arme greifen lassen.

Anders als in einem Schülerlabor können die Schülerinnen und Schüler im Schülerforschungszentrum nicht nur an einem Tag ein richtiges Labor benutzen, sondern sie entwickeln ihr Projekt über einen längeren Zeitraum. Dabei erhalten sie Unterstützung durch erfahrene Lehrer und Wissenschaftler und können die gute Laborausstattung der Lise-Meitner-Schule nutzen, u.a. im dort ansässigen gemeinsam mit dem FBH betriebenen Schülerlabor MicroLAB. Dies ermöglicht es den jungen Forschern, in ihrem Projekt echte Fragen zu beantworten, anstatt nur längst bekannte Tatsachen einfach nachzumessen. Mit solchen Bedingungen soll auch eine verstärkte Teilnahme von Berliner Schülern an Wettbewerben wie „Jugend forscht“ erreicht werden. Ist so die Begeisterung der Jugendlichen geweckt, kann das sicher auch die Entscheidung für einen naturwissenschaftlich-technischen Beruf beeinflussen – entweder auf dem Weg der Ausbildung oder des Studiums.

Die Schülerinnen und Schüler können mit eigenen Ideen zum Forschungszentrum kommen, aber es reicht auch eine große Portion Neugier. Dann helfen die Betreuer dabei, ein spannendes Forschungsthema zu finden.

Ein erfolgreiches Projekt ist schon gelaufen: Zwei Schülerinnen (16 und 17 Jahre alt) haben untersucht, unter welchen Lagerungsbedingungen es bei Champignons zur Bildung gesundheitsgefährdender Schimmelpilze kommt. Sie haben Champignons zunächst auf unterschiedliche Arten gelagert – im Kühlschrank und bei Zimmertemperatur, jeweils in einer Tupperdose und in der luftdurchlässigen Originalverpackung – und anschließend mikrobiologisch untersucht. Ihr Ergebnis: Am besten ist es, die Champignons sofort zu verarbeiten. Wenn sie doch gelagert werden müssen, sollten sie am besten im Kühlschrank in der luftdurchlässigen Originalverpackung aufbewahrt werden. Dann bilden sich am wenigsten Aflatoxine (Pilzgifte).

Mit ihrer Arbeit gewannen die Schülerinnen den Landeswettbewerb von „Jugend forscht“ und belegten den 3. Platz beim Bundeswettbewerb. Außerdem nahmen sie erfolgreich an dem Wettbewerb „Jugend testet“ der Stiftung Warentest teil.

Das Schülerforschungszentrum wird von der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft zunächst für drei Jahre durch eine Lehrerstelle unterstützt. Die Berlin-Chemie AG finanziert drei Jahre lang Sach- und Verbrauchsmittel.

Das FBH baut damit seine Schüleraktivitäten stetig aus: So betreibt es im Rahmen einer Schulpartnerschaft mit der Lise-Meitner-Schule das Schülerlabor MicroLAB, eine weitere Schulpartnerschaft gibt es mit der Alexander-von-Humboldt-Schule. Über das am FBH ansässige Ausbildungsnetwork Hochtechnologie Berlin finden regelmäßig Berufsinformationsveranstaltungen am Institut statt. Darüber hinaus beteiligt sich das FBH an dem jährlichen Mädchen-Technik-Kongress (vgl. Verbundjournal 92, Dez. 2012), und derzeit ist geplant, die Aus- und Weiterbildungsaktivitäten unter dem Stichwort „go photon“ europaweit auszubauen.

*Gesine Wiemer*

Elena Häring (Heinz-Berggruen-Gymnasium) und Carlotta Pribbenow (Lise-Meitner-Schule) gewannen den Landeswettbewerb von „Jugend forscht“.



# „Vielleicht überlege ich es mir noch mal...“

Beim diesjährigen Girls' Day am 25. April hatten das FBH, das FMP und das MBI Schülerinnen zu Gast, die Einblick in die Arbeit der Wissenschaftlerinnen, Technikerinnen und Laborantinnen erhielten und selbst einiges ausprobieren konnten. Noch immer sind Frauen in den naturwissenschaftlich-technischen Berufen unterrepräsentiert. Beim Girls' Day erleben die Mädchen, wie spannend diese Berufe sind und dass sie nicht nur etwas für Männer sind. Auf dieser Seite finden Sie Zitate der Mädchen über ihren Tag an einem Forschungsverbund-Institut.

Für mich ist der Girls Day sehr interessant, da man sich Berufe anschauen kann, die man sonst nie so sehen würde. Und man darf sich alles anschauen oder selber mal probieren. Wenn man Fragen hat, werden die auch beantwortet. Also alles andere als Pflicht.

Ich finde gut, dass man Einblicke in Berufe bekommt, die man evt. nicht machen würde. Außerdem kann man sich viele Ideen für später holen. Danke!

Ich würde gern mehr darüber erfahren, wo alles so ein Laserteil drin ist und wie man es herausfinden kann.

Mir hat das Experimentieren gut gefallen, und über das Mikroskop die Teile vergrößert sehen zu können. Insgesamt fand ich alles interessant.

Also theoretische Physik ist jetzt nicht so mein Ding. Doch ich experimentiere sehr gern und bin in den Fächern auch ganz gut (haja). Aber mein Lehrer hat mich animiert, dass ich öfters Sachen (physikalische) nachschlage oder durchlese.

Ich habe meiner Oma (die im Rollstuhl sitzt) schon mal versucht, eine Regen- und Sonnenschirmvorrichtung zu bauen. Nach einiger Zeit hat es geklappt.

Ich würde nicht unbedingt Physik oder Technik studieren. Aber es ist sehr spannend, sich das anzuschauen ... Vielleicht überlege ich es mir noch mal. Da mich das hier sehr beeindruckt.

Ich würde gern mehr über drahtlose Kommunikation erfahren, Handy und WLAN.

Ich würde gern mehr über die Arbeit im Reinraum erfahren.

Eine Arbeit als Mikrotechnologin oder Physikerin wäre nichts für mich, weil ich mich mehr für Medizin interessiere. Technik ist toll, aber ich möchte Medizin studieren und Chirurgin werden.

Da meine Eltern im Theater arbeiten, habe ich nicht wirklich die Chance, mich für Chemie oder Physik zu interessieren. Deswegen finde ich es hier im MBI sehr interessant.

Ich kann mir vorstellen, als Mikrotechnologin oder Physikerin zu arbeiten, weil man neue Dinge ausprobieren und experimentieren kann.

Mir hat es gut gefallen, selber etwas auszuprobieren und in das Labor reinzuzucken.

Ich bin gern kreativ, mache so Sachen selber, nehme Aktionen gern selbst in die Hand. Aber an Nawi habe ich mich noch nicht so probiert. Aber es steht fest: die Natur erforsche ich gern.

Also ich erforsche gerne Sachen. Ich gehe gern in die Natur und versuche mir dort einige Phänomene zu erklären oder ich experimentiere auch gern mit meinem großem Bruder.







## Wildtiere in Berlin – bitte melden

Ist Ihnen kürzlich ein Wildschwein oder ein Igel in Berlin über den Weg gelaufen? Dann melden Sie es bitte dem IZW. Damit können Sie zu einem Projekt über die Lebensweise von Wildtieren in der Stadt beitragen.

In der Stadt lebende Wildtiere verschiedenster Arten stellen Bevölkerung und Behörden vor neue Herausforderungen. Das Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) startet jetzt zwei beispielhafte Studien über Wildschweine und Igel in der Stadt. Alle Berliner sind aufgerufen, sich an der wissenschaftlichen Datenerhebung zu beteiligen und möglichst viele Wildtierbeobachtungen zu melden.

Im Juni startete offiziell das IZW-Projekt „Wildtiere in der Stadt – Bürger schaffen Wissen, Bürger forschen mit“. Um genaue Daten zur Verbreitung von Wildschweinen und Igel in im Stadtgebiet zu erheben, ist jede Nachricht über eine Tierbeobachtung wertvoll. Damit können die Forscher die Lebensweise von Wildtieren in der Stadt besser und schneller verstehen. Tierbeobachtungen können direkt online eingetragen werden.

Die Wissenschaftler wollen folgende Fragen untersuchen: Wo kommen Wildschweine und Igel in Berlin und den angrenzenden Gebieten überhaupt vor? Auf welchen Wegen gelangen sie in die Stadt? Wie wird ihre Lebensweise von menschlichen Aktivitäten in ihrer Umgebung beeinflusst? Zusätzlich soll die „klassische“ wissenschaftliche Datenerhebung klären, ob Unterschiede in der Nahrung, Parasitenbelastung, körperlichen Verfassung, Fortpflanzung und Sterblichkeitsrate zwischen „Stadt“- und „Land“-Wildtieren bestehen. Insbesondere soll auch geklärt werden, ob die wärmeren Stadtbedingungen das Winterschlafverhalten der Igel beeinflussen. Der aktuelle Stand der Forschungsergebnisse wird den Beteiligten regelmäßig in Form eines Newsletters zurück gemeldet.

red.  
 ▶ [www.izw-berlin.de](http://www.izw-berlin.de)



Bei dem gutem Nahrungsangebot in der Stadt und wenig Gefahr durch Jäger können sich Wildschweine stark vermehren.



## Weißt du, wie viel Sternlein stehen? – Neue App misst Himmelhelligkeit

Wissenschaftler des Projekts „Verlust der Nacht“ haben eine App für Android Smart Phones entwickelt, mit deren Hilfe die Anzahl der Sterne am Himmel gezählt werden kann. Diese Daten wollen Wissenschaftler nutzen, um die weltweite Lichtverschmutzung besser zu verstehen.

„In natürlichen Gegenden kann man mit dem bloßen Auge Tausende von Sternen sehen“, sagt Dr. Christopher Kyba von der Freien Universität Berlin und vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB). „Am Nachthimmel von Berlin sind es immer noch einige Hundert, aber in den meisten Großstädten ist die Situation viel schlimmer.“

Die Smartphone-App soll dabei helfen, weltweit die Himmelhelligkeit zu beschreiben, den sogenannten Skyglow. Sie baut auf das Citizen Science Projekt „GLOBE at Night“ auf, in dem Menschen auf der ganzen Welt die Himmelhelligkeit bestimmen und als Kriterium dafür die Sichtbarkeit der Sterne heranziehen. Daraus entstehen Karten, die die Helligkeitsverteilung und ihre Entwicklung über die Jahre zeigen.

Die App leitet den Nutzer zu bestimmten Sternen und fragt ihn nach deren Sichtbarkeit. Durch Bestimmung des lichtschwächsten Sternes können die Wissenschaftler ermitteln, wie hell der Himmel an diesem Ort ist und wie viele Sterne gesehen werden können.

„Mit der App können interessierte Menschen auf der ganzen Welt Daten für die Forschung über Skyglow sammeln, ohne teure Messgeräte zu benötigen“, sagt Fabian

Kohler vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, das das Projekt finanziell unterstützt. So kann jeder Smartphone-Besitzer zum Erfolg des Projekts beitragen. Man kann aber auch die Helligkeit am eignen Wohnort mit anderen Orten vergleichen. Nebenbei lernt der Nutzer den Sternenhimmel kennen und bekommt ein Gefühl dafür, wie viele Sterne er an einem dunkleren Ort noch sehen könnte.

Die App wurde zusammen mit der Firma Cosalux (Offenbach am Main) basierend auf Google Sky Map entwickelt. Eine App für Apple-Geräte ist in Planung.

Bisher wurde nächtliche Helligkeit hauptsächlich über Satelliten gemessen, aber diese messen das nach oben abgestrahlte Licht, nicht die Helligkeit, die am Boden von Menschen und anderen Organismen erlebt wird. Aussagen darüber werden in Modellen berechnet, doch um diese zu testen sind Vergleichsdaten nötig – und genau solche werden mit der App gesammelt. Heutige Satellitentechnologie ist auch noch nicht ausgereift genug, um Lichtintensitäten zu verstehen. So liegt ein Großteil des Lichts aus LED-Strahlenlampen beispielweise in einem Spektralbereich, den die Satelliten nicht wahrnehmen. LED-beleuchtete Gebiete erscheinen dadurch dunkler, als sie wirklich sind.



Nicht nur der schöne Sternenhimmel geht durch die Lichtverschmutzung verloren, sondern die natürliche Dunkelheit ist auch wichtig für Ökosysteme und Gesundheit.



## Viren, Zucker, Schlaganfall...

Das neue Leibniz-Journal steht ganz im Zeichen der Gesundheitsforschung.

► [www.leibniz-gemeinschaft.de/journal/](http://www.leibniz-gemeinschaft.de/journal/)

## Matthias Kleiner als künftiger Leibniz-Präsident nominiert

Das Präsidium der Leibniz-Gemeinschaft hat Prof. Dr. Matthias Kleiner (58) einstimmig für das Amt des Präsidenten der Leibniz-Gemeinschaft nominiert. Die Wahl eines Nachfolgers von Prof. Dr. Karl Ulrich Mayer (68) steht auf der Tagesordnung der Mitgliederversammlung am 29. November in Berlin. Kleiner ist Professor für Umformtechnik an der Technischen Universität Dortmund und war von 2007 bis 2012 Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

## Gesundheit im demografischen Wandel

Den Herausforderungen für Medizin und Gesundheitswesen widmete sich der Parlamentarische Abend der Leibniz-Gemeinschaft am 4. Juni 2013 in Berlin. Bundesforschungsministerin Prof. Johanna Wanka unterstrich dabei die Bedeutung der Gesundheitsforschung für die Bundesregierung. Prof. Dr. Hans-Georg Joost, Direktor des Deutschen Instituts für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke, stellte vor etwa 150 Besuchern die Gesundheitsforschung in der Leibniz-Gemeinschaft vor, bevor ein Podium mit mehreren Leibniz-Direktoren und dem Deutschland-Chef des Pharmakonzerns Pfizer, Dr. Andreas Penk, das Thema vertieft diskutierte. Aus dem Forschungsverbund Berlin präsentierte Dr. Leif Schröder vom Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie an einem Informationsstand sein ERC-Projekt Biosensorimaging.

## Nationales Bildungspanel soll Leibniz-Institut werden

Der Wissenschaftsrat hat Bund und Ländern empfohlen, das Nationale Bildungspanel (NEPS) als außeruniversitäre Forschungseinrichtung in die gemeinsame Förderung von Bund und Ländern im Rahmen der Leibniz-Gemeinschaft aufzunehmen. Der Wissenschaftsrat würdigte das NEPS als weltweit einzigartige Längsschnittstudie. Im Rahmen des NEPS werden Daten zu Bildungsprozessen und Kompetenzentwicklung in Deutschland von der frühen Kindheit bis ins hohe Erwachsenenalter erhoben.

# Interne Nachrichten

## ■ PDI

### Familienfreundliches Paul-Drude-Institut

Alle Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler kennen Phasen extremer zeitlicher Belastungen bei ihrer Arbeit. Das enorme persönliche Engagement der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter speist sich aus der starken Identifikation mit der Forschung. Die Vereinbarkeit von Beruf und Familie kann dadurch besonders schwierig sein. Das PDI unterstützt seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter hierbei durch individuelle Maßnahmen. Im Rahmen eines externen Auditierungsprozesses werden die Maßnahmen weiterentwickelt. Das PDI wird am 26. Juni für sein Engagement für eine familienbewusste Personalpolitik ausgezeichnet und erhält das Zertifikat der berufundfamilie GmbH.



## ■ WIAS

### Frauen in Führungspositionen bei der Kanzlerin

Am 7. Mai hat Bundeskanzlerin Angela Merkel rund 100 weibliche Führungs- und Nachwuchskräfte aus Wirtschaft, Kultur, Medien, Wissenschaft und Gesellschaft ins Kanzleramt eingeladen. Mit dabei war auch Dr. Marita Thomas aus dem Weierstraß-Institut.

Im Mittelpunkt des Treffens stand neben dem Erfahrungsaustausch auch die Frage, was sich in Gesellschaft, Unternehmen und Politik ändern muss, damit mehr Frauen Führungspositionen erreichen. Merkel forderte von der Wirtschaft, dass bei der Chancengleichheit Bewegung in das „Schneckentempo“ kommen müsse. Auch über die Rolle

der Väter müsse diskutiert werden. Teilnehmerinnen hoben hervor, wie wichtig Vorbilder und Netzwerke seien, um die Position der Frauen zu stärken und die Karriereplanung zu unterstützen.

## ■ IZW

### Filme für den Artenschutz

Das Sabah-Nashorn ist fast ausgestorben. Nur noch 20 bis 30 Individuen vermuten Wissenschaftler auf Borneo. In einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt haben die Partner, darunter das Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW), die dringlichsten Maßnahmen ergriffen, um den Gesamtbestand des Sabah-Nashorns langfristig wiederaufzubauen.



Um die Öffentlichkeit über das Projekt zu informieren, stehen jetzt drei Filme auf der Website des BMBF zur Verfügung.

► [www.bmbf.de/de/sabahnashorn.php](http://www.bmbf.de/de/sabahnashorn.php)





# Personen

IGB

## FU-Professur für Rita Adrian



**Dr. Rita Adrian** wurde von der Freien Universität Berlin zur außerordentlichen Professorin für Limnologie/Aquatische Ökologie berufen. Rita Adrian studierte

und promovierte an der FU, wo sie im Jahr 2000 auch habilitierte. Seit 1993 arbeitet die Ökologin als Senior Scientist am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei. Ihre Forschungsschwerpunkte sind in der Langzeitentwicklung von Seen und der Klimafolgenforschung angesiedelt – eingebunden in einem internationalen Netzwerk. 2012 übernahm Rita Adrian die Leitung der Abteilung II Ökosystemforschung. Lehrveranstaltungen im Bereich aquatische Ökologie veranstaltet sie an ihrer Alma mater als externe Dozentin bereits seit 2002.

## Anglerprofessor Arlinghaus erhält neue Professur



**Prof. Dr. Robert Arlinghaus** vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) ist zum 1. März 2013 auf eine W-2-S Professur

für „Integratives Fischereimanagement“ an die Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin berufen worden. Arlinghaus wurde bereits vielfach für seine sozial-ökologischen Studien zur Angelfischerei ausgezeichnet.

FMP

## 2. Platz beim rbb Science-Slam

Ein normales Mikroskop aufmotzen und plötzlich Ungeahntes entdecken? In die Biochemie reinzoomen und herausfinden, was die ganz kleinen



Strukturen machen? **André Lampe**, Doktorand am Leibniz-Institut für molekulare Pharmakologie (FMP), hat in einer rbb Fernsehshow am 31. Mai in nur fünf Minuten dem Publikum seine Forschung erklärt. Ihm gelang es dabei so gut, die Wissenschaft unterhaltsam zu erklären, dass er bei der Bewertung durch das Publikum auf dem 2. Platz landete.

FVB

## Neuer Controller



Seit Mai hat der Forschungsverbund Berlin e.V. einen neuen Controller: Der Wirtschaftsingenieur **Volkmar Schötz** ist vor allem zuständig für die

Weiterentwicklung des bestehenden Kosten- und Leistungsrechnungssystems und für die Unterstützung der Verbundverwaltung beim Kosten-Controlling. Zuvor war Schötz bei der Wirtschaftsprüfungs- und Unternehmensberatungsgesellschaft KPMG tätig.

## Ein starkes Team

Trotz der Kälte hatten die drei Läuferinnen der Gemeinsamen Verwaltung großen Spaß beim 12. Berliner Firmenlauf Business Run & Skate am 24. Mai. Von links: Sandra Dellgrün (Personalsachbearbeiterin), Manuela Urban (Geschäftsführerin) und Simone Heise-Volkerding (Sachbearbeiterin Personalwirtschaft)



## IMPRESSUM

**verbundjournal** wird herausgegeben vom Forschungsverbund Berlin e.V. Rudower Chaussee 17 · D-12489 Berlin Tel.: (030) 6392-3330 Fax: (030) 6392-3333

Vorstandssprecher: Prof. Dr. Henning Riechert  
Geschäftsführerin: Dr. Manuela B. Urban (V.i.S.d.P.)  
Redaktion: Gesine Wiemer  
Titelbild: magann – Fotolia.com, Silke Oßwald/FMP  
Layout: unicom Werbeagentur GmbH  
Druck: Druckteam Berlin

„Verbundjournal“ erscheint vierteljährlich und ist kostenlos. Nachdruck mit Quellenangabe gestattet. Belegexemplar erbeten.

Redaktionsschluss dieser Ausgabe: 31. Mai 2013





Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik · Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei · Leibniz-Institut für Kristallzüchtung · Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie · Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung · Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie · Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Leibniz-Institut im Forschungsverbund Berlin e.V. · Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik, Leibniz-Institut im Forschungsverbund Berlin e.V.



*Alle acht Institute des Forschungsverbundes haben ihren Besuchern während der Langen Nacht der Wissenschaften am 8. Juni 2013 ihre Wissenschaft auf anschauliche und unterhaltsame Weise nähergebracht.*