

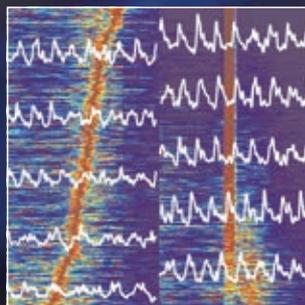
verbundjournal

Es ward Licht

Mit Photonen quer durchs Universum
und in die Quantenwelt



Gastbeitrag von SPD-Politiker
Hubertus Heil..... 6



Grüne Welle im
Gehirn.....12



Die wahre Todesursache
von Eisbär Knut.....18

Editorial



Liebe Leserin, lieber Leser,

das Licht der Erkenntnis strahlt seit den Frühzeiten des Universums. Alles Wissen um die ersten Sterne und Galaxien nach dem Urknall, über ihr Werden und Vergehen erreicht uns in Form von Licht; eingefangen von Teleskopen und Satelliten. Dass sich das Licht von Sonnen, vom Lagerfeuer unserer Urahnen und aus den Lasern unserer FVB-Wissenschaftler mit immer der gleichen Geschwindigkeit ausbreitet, hat als erster Albert Einstein vor 110 Jahren in der Relativitätstheorie formuliert. Licht ist elementare Voraussetzung für das Leben auf der Erde, aber auch zentraler Bestandteil von Kultur und Wissenschaft.

Generationen von Gelehrten rangen um die Natur des Lichts, allein das ist ein naturwissenschaftlicher Krimi. Auf nichts war Johann Wolfgang von Goethe so stolz wie auf seine Farbenlehre, die ja physikalisch falsch war. Vor 200 Jahren entdeckte der französische Physiker Augustin Jean Fresnel die Wellennatur des Lichts, der Schotte James Clerk Maxwell formulierte 1865 einen Satz von Gleichungen zum Elektromagnetismus, der auch die Natur des Lichts beschreibt. Angesichts all dieser Gedenktage haben die Vereinten Nationen für 2015 das Internationale Jahr des Lichts ausgerufen. Zu Recht. In den Labors unserer Institute spielen Photonik, Quantenoptik und Ultrakurzzeitphysik eine bedeutende Rolle.

*Viel Spaß beim Lesen
wünschen Ihnen
Karl-Heinz Karisch und
Gesine Wiemer*

Inhalt

FORSCHUNG AKTUELL

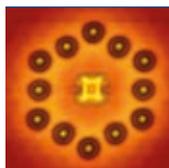
Nachrichten.....	3
Direktorenkolumne: Verständliche Wissenschaft <i>Von Heribert Hofer</i>	5



Noch ist unklar, wie Bund und Länder ihre Finanzbeziehungen künftig gestalten werden. Dabei darf die Finanzierung der Wissenschaft nicht unter die Räder kommen. Seite 6 »

Gastbeitrag von <i>Hubertus Heil</i> , stellvertretender Fraktionsvorsitzender der SPD im Bundestag Wissenschaft weiter denken.....	6
--	---

TITEL – Es ward Licht



Einem internationalen Forscherteam unter Leitung des Paul-Drude-Instituts ist es gelungen, einen Transistor aus einem einzigen Molekül zu bauen. Dieser misst nur eineinhalb Nanometer. Seite 7 »

Mathematiker ermöglichen bessere Laser.....	8
Licht bremst Elektronenplasma	9
Die Signatur der organischen Materie im All	10
Grüne Welle im Gehirn	12
Kürbis-Molekül lässt Krebszellen leuchten.....	13
Laser schneiden Stahl wie Butter	14
Perfekte Kristalle durch Elektronenphotografie.....	16

BLICKPUNKT FORSCHUNG



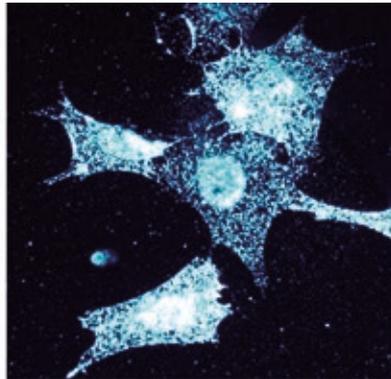
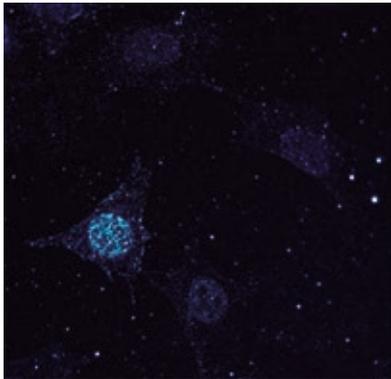
Eisbär Knut litt an einer Autoimmunerkrankung des Gehirns. Diese nicht ansteckende Erkrankung kommt in ähnlicher Form auch beim Menschen vor und wurde nun erstmals im Tierreich nachgewiesen. Seite 18 »

IZW: Rätsel um Eisbär Knuts Erkrankung gelöst	18
IZW: Flugrouten von Fledermäusen.....	20
IGB: Bürger erforschen Flüsse und Seen	21
FMP: Interview mit Prof. Thomas Jentsch	22
WIAS: Ministerin Wanka ehrt Karl Weierstraß	24

VERBUND INTERN

Nachwuchspreis für Kristin Mühlenbruch.....	25
LASERLAB erfolgreich in Horizont 2020	26
Aus der Leibniz-Gemeinschaft.....	26
Personen.....	27

Nachrichten



FMP

Unterdrückung von Tumoren: Regulationsweg entdeckt

Jede Zelle in unserem Körper meistert einen fein austarierten Balanceakt: Sie muss sich auf Kommando teilen und durchs Gewebe an ihren Bestimmungsort wandern, dabei aber strenge Disziplin wahren und sowohl ihre Vermehrung als auch ihre Wanderungen eng begrenzen. Passiert bei diesem Balanceakt ein Fehler, kann es zu unkontrollierten Wucherungen und damit Krebserkrankungen kommen. Die Arbeitsgruppe von Tanja Maritzen am Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie in Berlin (FMP) hat nun einen Mechanismus entdeckt, der die Beweglichkeit von Zellen reguliert und damit vermutlich der Entstehung von Krebs entgegenwirkt. Die Wissenschaftler erzeugten einen Stamm von Mäusen, dem das Gen für das Protein Stonin1 fehlt. Die Tiere entwickelten sich zwar zunächst unauffällig, doch die Forscher fanden heraus, dass sich auf ihren Zelloberflächen der Rezeptor NG2 stark anreichert. Dieses Oberflächenprotein, das die Beweglichkeit von Zellen beeinflusst, kannte man bereits als Tumormarker, unter anderem aus aggressiven Hirntumoren, wo es gehäuft auftritt. „Da erhöhte NG2-Level das Wachstum von Gehirntumoren begünstigen, erfüllt Stonin1 mit dem Abtransport von NG2 unter Umständen eine wichtige Rolle bei der Unterdrückung von Tumoren“, erklärt Gruppenleiterin Tanja Maritzen.

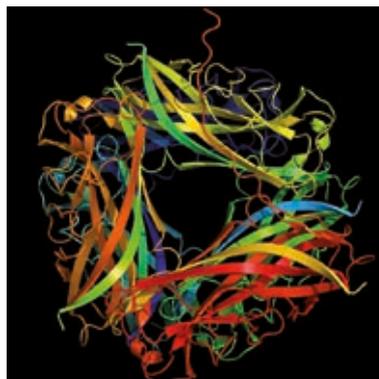
„Dieser Frage möchten wir in Zukunft weiter nachgehen.“

Nature Communications 6, Article number: 8535

DOI:10.1038/ncomms9535

Blasenentzündung: Bakterien werfen die Angel aus

Wie gelingt es Bakterien, die Innenwand einer Harnblase zu besiedeln? Der Berliner Forscher Adam Lange hat die feinen Fortsätze von Escherichia coli-Bakterien analysiert – dank dieser „Pili“ können sich die Einzeller gezielt an die menschliche Schleimhaut anheften. Mit einer Kombination moderner Bildgebungstechnologien dringen die Biophysiker am FMP (Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie) dabei bis in atomare Details vor. Im Bild die Cartoon-Darstellung der Pilus-Struktur. Gezeigt werden sechs Pilusbausteine in einer Ansicht von oben. Motiviert wird ihre Forschung durch die wachsende Zahl von Anti-



biotikaresistenzen: Die Aufklärung von Schlüsselstrukturen pathogener Keime schafft Ansatzpunkte für neue Therapeutika. „Man kann sich jeden einzelnen Pilus wie eine Angelleine vorstellen“, sagt Adam Lange. „Die Leine ist fest und zugleich flexibel, und an ihrem Ende sitzt ein weiterer Eiweißbaustein, der sich wie ein Angelhaken spezifisch an bestimmte Moleküle der menschlichen Schleimhaut anheftet.“ Adam Lange untersuchte mit seiner Gruppe den Pilus vom Typ 1, durch den sich Darmbakterien an der Blaseninnenwand festsetzen. Er ist aus rund 3000 identischen Eiweißbausteinen aufgebaut, die perfekt ineinander passen und sich zu einer gewundenen Helix aneinanderlagern.

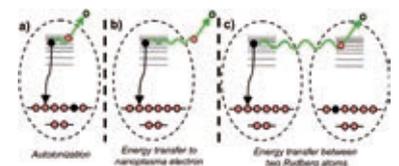
Angew Chem Int Ed Engl. 2015 Sep 28;54(40):11691-5

DOI: 10.1002/anie.201505065

MBI

Energieaustausch in hoch-ionisierten Nanopartikeln

Angeregte Atome zerfallen oft durch die Aussendung von Strahlung, ein Prozess, der als Fluoreszenz bekannt ist. Ein anderes Szenario kann auftreten, wenn ein angeregtes Atom von anderen angeregten Atomen, Ionen und Elektronen umgeben ist. Solch eine Situation wird erreicht, wenn ein intensiver Laserpuls mit einem Nanoskalen-Objekt wechselwirkt. In diesem Fall kann ein angeregtes Atom zerfallen, indem es die Überschussenergie auf ein anderes Partikel in der Umgebung überträgt. Wissenschaftler des Max-Born-Instituts in Berlin, der Universität Rostock sowie der Universität Heidelberg haben nun Beweise für solch einen Energieaustausch gefunden, der zwischen Elektronen stattfindet, die in einem Nanocluster gefangen sind. Sie haben einen bislang unentdeckten Peak im Elektronenspektrum beobachtet, der nach der Ionisation eines Nanoclusters durch einen nahinfraroten (NIR) Laserpuls auftritt. ▶



Die Forscher führen dieses Signal auf die Relaxation eines Elektrons aus einem Rydberg-Zustand und dem gleichzeitigen Übertragen der Überschussenergie auf ein zweites Elektron, das dem Cluster entfliehen kann, zurück. Die erzielten Ergebnisse, die jetzt in *Nature Communications* veröffentlicht wurden, sind von universeller Natur. Es wird erwartet, dass sie eine wichtige Rolle in anderen Nanosystemen wie z.B. Biomolekülen spielen.

Nature Communications 6,
DOI: 10.1038/ncomms9596

IZW

Erbgut der letzten Wildpferde analysiert

Zum ersten Mal hat ein internationales Forscherteam das komplette Erbgut von elf Przewalski-Pferden sequenziert, einschließlich aller Abstammungslinien. Fünf Pferdeproben stammten von mehr als 100 Jahre alten Museumsexemplaren. Die Genome wurden mit dem Erbgut von 28 Hauspferden verglichen, um ein detailliertes Bild der Vergangenheit und Gegenwart der bedrohten Tiere zu erhalten. Die letzten echten Wildpferde der Welt, bekannt als Przewalski-Pferde, lebten in den 1870er Jahren in den asiatischen Steppen der Mongolei und Chinas. 90 Jahre später waren diese Pferde jedoch nicht mehr freilebend. Nur eine einzige

in Gefangenschaft lebende Population blieb übrig, die von etwa einem Dutzend Individuen aus Wildfängen und vier domestizierten Pferden abstammte. Dank erheblicher Schutzbemühungen umfasst die heutige Population der Przewalski-Pferde über 2.000 Individuen, von denen etwa ein Viertel in Auswilderungsreservaten lebt. „Der genetische Nachweis trägt zur Klärung einer langjährigen Debatte hinsichtlich der Beziehung zwischen wilden und domestizierten Pferden in der Pferdeevolution bei“, erklärt Arne Ludwig, Genetiker am Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW). Die Wissenschaftler berichten, dass die Vorfahren der Przewalski-Pferde und Hauspferde nach ihrem Auseinanderstreben vor ungefähr 45.000 Jahren noch für lange Zeit durch einen Genfluss miteinander verbunden blieben. Auch als Menschen vor etwa 5.000 Jahren anfangen Pferde zu domestizieren, vermischten sich ihre Populationen weiterhin. „Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung von fossilen DNA-Nachweisen, um die Domestikation von Tieren zu verstehen. Wir wollen noch weitere alte Pferderassen – sowohl wilde als auch domestizierte – untersuchen, um die Geschichte der 5.500 Jahre alten Pferdedomestizierung zu rekonstruieren“, berichtet Ludwig.
Curr Biol. 2015 Oct 5;25(19):2577-83
DOI: 10.1016/j.cub.2015.08.032



IGB

Kollektive Intelligenz verbessert Krebs-Diagnostik

Brustkrebs ist der am häufigsten diagnostizierte Krebs bei Frauen, jährlich erkranken allein in Deutschland etwa 43.000 Frauen. Breit angelegte Mammographie-Screening-Programme haben zum Ziel, die Erkrankung frühzeitig zu erkennen. Doch auch wenn wie üblich zwei Ärzte die Röntgenaufnahmen beurteilen, führt das häufig zu falschen Entscheidungen. Eine neue Studie zeigt nun, dass sich mithilfe kollektiver Intelligenz deutliche Verbesserungen in der Brustkrebsdiagnose erzielen lassen. „Bereits fünf unabhängige Einschätzungen von Ärzten genügen, um die Befundgenauigkeit bei der Brustkrebsdiagnose erheblich zu verbessern“, sagt Dr. Max Wolf vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) in Berlin. Gemeinsam mit einem interdisziplinären Team untersuchte der Verhaltensbiologe, wie sich das Brustkrebs-Screening mit Methoden der kollektiven Intelligenz verbessern lässt. „In der Regel wird ein Mammogramm von zwei Ärzten untersucht“, erklärt er. Für ihre Studie nutzten die Wissenschaftler einen der international umfangreichsten Mammographie-Datensätze, in dem über einhundert Radiologen unabhängig voneinander jeweils mehr als einhundert Mammogramme beurteilten. Neben diesen über 15.000 Beurteilungen berücksichtigten sie dabei auch den tatsächlichen Gesundheitsstatus der Patientinnen. Auf Grundlage dieser Daten konnten die Forscher zeigen, dass bereits fünf unabhängige Befunde zu einem Ergebnis führen, das selbst die Genauigkeit des besten Arztes deutlich übertrifft. „Das Verfahren ist sehr einfach und ließe sich leicht automatisieren und in das Screening-Programm eingliedern“, sagt Max Wolf.

PLOS ONE

DOI: 10.1371/journal.pone.0134269

Direktorenkolumne

Verständliche Wissenschaft

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler (und die Leitungen) aller Leibniz-Institute des Forschungsverbundes Berlin e.V. strahlen, wenn ihre wissenschaftlichen Ergebnisse als Aufsätze in wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert werden. Noch mehr freut es manche, wenn dann Tages- und Wochenzeitungen, Internetforen oder andere Medien die Ergebnisse aufgreifen und sie der geeigneten Öffentlichkeit präsentieren. Mittlerweile interessieren sich Parlamentarier, Zuwendungsgeber oder Evaluierungskommissionen dafür, welche Anstrengungen unsere Einrichtungen machen, um die allgemeine Öffentlichkeit über unsere Forschung zu informieren. Herzlichen Dank also unserer Pressestelle, die mit ihren vielfältigen Aktivitäten und dem Verbundjournal genau hier die Forschungsverbund-Institute gut unterstützt. Alles in Ordnung also? Nicht ganz... Denn es gibt einige Fallstricke auf dem Weg zur verständlichen Wissenschaft.



Zunächst: Sollen die Urheber der Ergebnisse dies übernehmen? Nun, eine verständliche und sachlich korrekte Darstellung abgestimmt auf die Bedürfnisse des Zielpublikums ist nicht einfach – die allermeisten Forscher haben dies nie gelernt und kennen die Anforderungen nicht. Deshalb braucht es Pressestellen oder -verantwortliche in den Instituten und Wissenschaftsjournalisten, die dafür geschult sind.

Allerdings: Eine Schlüsselherausforderung für Journalisten ist die korrekte Zusammenfassung des Kernergebnisses. Wer die Nuancen nicht kennt, formuliert vielleicht haarscharf vorbei und lässt das Ergebnis in einem missverständlichen oder falschen Licht erscheinen. Vielen Forschern sind diese Ungenauigkeiten ein Graus – sie stehen daher Vermittlungsbemühungen skeptisch gegenüber.

Daher brauchen Wissenschaftsjournalisten Zeit sowie die Option, bei den Verfassern persönlich nachfragen zu können. Dafür bieten die hoch- und höchstrangigen wissenschaftlichen Zeitschriften einige Tage vor der Veröffentlichung des Aufsatzes ausgewählten Wissenschaftsjournalisten an, diesen vorab zu lesen und mit den Verfassern zu sprechen. Einzige Bedingung: ihr Artikel darf nicht vor dem Zeitpunkt der Veröffentlichung des Aufsatzes erscheinen. Eine einfache Regel, an die sich die Wissenschaftsjournalisten weltweit üblicherweise halten, weil sie Inhalte gut und korrekt wiedergeben wollen (und sonst den privilegierten Zugang verlieren). Anders sieht das in den Chefredaktionen aus: erfahren diese von dem Ergebnis und schätzen den Nachrichtenwert als hoch ein (ja, das ist möglich), dann brechen sie das Embargo und veröffentlichen die Informationen vorab, ohne zu berücksichtigen, dass sie damit die Veröffentlichung des wissenschaftlichen Aufsatzes gefährden. Denn Voraussetzung dafür ist immer, dass die Ergebnisse nicht anderweitig bereits „veröffentlicht“ sind.

Juristisch können Chefredaktionen nicht belangt werden – aber vertrauensbildend ist das nicht. Dennoch: Verständliche Wissenschaft ist für alle gut – die Wissenschaft, die Öffentlichkeit und die Medien. Wir müssen nur dafür sorgen, dass wir mit der nötigen Wachsamkeit die guten Wissenschaftsjournalisten unterstützen.

Ihr Prof. Dr. Heribert Hofer DPhil
 Direktor des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (IZW)

ANZEIGE

marktreif.berlin
 WIRTSCHAFT TRIFFT WISSENSCHAFT

kooperieren
 finden
 suchen

ONLINE SCHNELL DIE RICHTIGEN KOOPERATIONSPARTNER FINDEN

www.marktreif.berlin

IHK Berlin | Handwerkskammer Berlin | **mit Berlin** Partner für Wirtschaft und Technologie

GASTBEITRAG VON HUBERTUS HEIL

Wissenschaft weiter denken

Deutschland hat ein starkes, leistungsfähiges und innovatives Wissenschaftssystem. Die große Koalition hat ohne Zweifel in den beiden vergangenen Jahren wesentliche Schritte unternommen, um diesen Erfolg zu sichern.

So haben wir für Hochschulen und Studierende, für außeruniversitäre Forschungseinrichtungen wie für Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen viel bewegt. Zu nennen ist die Verlängerung des Hochschulpaktes (HSP) und des Paktes für Forschung und Innovation (PFI). Auch beim BAföG sind wichtige Weichenstellungen gelungen, die Erhöhung kommt 2016 und durch die Übernahme der Länderkosten kann der Bund künftig das BAföG auch ohne Länderzustimmung novellieren. Allein durch diese Maßnahmen investiert der Bund bis 2020 rund 25 Mrd. Euro zusätzlich in das Wissenschaftssystem. Diese Zahl wird sich erhöhen, weil die Fortsetzung der Exzellenzinitiative und die Verbesserung der Karriereperspektiven für den wissenschaftlichen Nachwuchs noch bevorstehen, beides über die Legislaturperiode hinaus wichtige Projekte.

Trotz der Erfolge ist es unzweifelhaft, dass die Finanzierung des Wissenschaftssystems insgesamt heute nicht auf nachhaltigen Säulen steht. Einer stagnierenden Grundfinanzierung und den dauerhaften BAföG-Entscheidungen stehen erneut Projektförderungen in Milliardenhöhe gegenüber, die befristet sind – etwa beim HSP, PFI, dem Qualitätspakt Lehre und auch bei der kommenden Exzellenzinitiative und dem Nachwuchspakt. Dies hat oft gute Gründe, verlängert aber auch Planungsunsicherheiten und verschiebt Strukturentwicklungen in den Hochschulen wie auch außeruniversitären Forschungseinrichtungen.

Gerade angesichts der aktuellen Herausforderungen für Forschung und Lehre wie etwa der Demografie, der Internationalisierung und der Digitalisierung, darf es bei diesem Zustand nicht bleiben. Wenn wir unsere Hochschulen „demografiefest“ machen wollen, müssen wir die Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung überprüfen und Studienanfängerzahlen wie Personalbedarfe daraufhin ausrichten. Hinzu kommen der nach wie vor ungebrochene Trend zur Akademisierung und insbesondere die aktuelle Flüchtlingssentwicklung, deren Folgen



Hubertus Heil ist stellvertretender Fraktionsvorsitzender der SPD im Bundestag.

noch nicht absehbar sind. Deutschland muss zudem den in den vergangenen 15 Jahren erlangenen Spitzenplatz als Wissenschaftsstandort behaupten, und das sowohl als international wettbewerbsfähiger Forschungsstandort, als guter Kooperationspartner und nicht zuletzt als attraktiver Studien- und Arbeitsstandort. Damit verbunden erfasst schließlich der Megatrend der Digitalisierung auch die Hochschul- und Forschungslandschaft. Lehrinhalte müssen modernisiert, IT-Infrastrukturen erneuert und allen voran neue digitale Lern- und Lehrformen integriert werden – mit offenen Folgen für das Studium und die Präsenzuniversität.

Vor diesem Hintergrund müssen wir vor allen Dingen das Jahr 2020 in den Blick nehmen: In diesem Jahr läuft nicht nur der Solidarpakt aus, auch die Schuldenbremse entfaltet ihre volle Wirksamkeit. Hinzu kommt, dass ebenfalls im Jahr 2020 rund 4 Milliarden Euro an Bundesmitteln für die Wissenschaft zur Disposition stehen, weil mehrere zentrale Bund-Länder-Pakte auslaufen. Noch ist unklar, wie Bund und Länder ihre Finanzbeziehungen gestalten werden. Dabei darf die Finanzierung der Wissenschaft nicht unter die Räder kommen. Die Bundesmittel müssen auch über 2020 hinaus für die Wissenschaft gesichert werden. Der neue Artikel 91b des Grundgesetzes eröffnet hier neue und dauerhafte Möglichkeiten der Kooperation zwischen Bund und Ländern. So können wir eine neue Balance zwischen dauerhaften und befristeten Finanzierungsbausteinen finden. Wenn wir unser Wissenschaftssystem auch im neuen Jahrzehnt dynamisch weiterentwickeln wollen, geht es nicht ohne den Bund. Er wird dabei natürlich nicht auf einen eigenen wissenschaftspolitischen Gestaltungsanspruch verzichten. All diese Fragen müssen in der kommenden Legislaturperiode geklärt werden. Die Debatte über diese Weichenstellungen für die Wissenschaft 2030 muss aber jetzt beginnen. Deutschland hat ein gutes Wissenschaftssystem. Doch gerade in der Wissenschaft gilt: das Bessere ist der Feind des Guten.

GESINE WIEMER

Ein Molekül-Transistor für die Quantenwelt

Einem internationalen Forscherteam unter Leitung des Paul-Drude-Instituts ist es gelungen, einen Transistor aus einem einzigen Molekül zu bauen. Dieser misst nur eineinhalb Nanometer und hat quantenmechanische Eigenschaften. Damit können die Forscher grundlegende physikalische Erkenntnisse gewinnen, die für weitere Schritte zur Elektronik in der Quantenwelt dienen.

Transistoren als grundlegende Bauelemente für die Mikroelektronik werden immer kleiner. Das Ausgangsmaterial ist in der Regel ein Halbleiter. Mit zwei Elektroden (Source und Drain) lässt sich eine Spannung anlegen, so dass Strom im Halbleiter fließt, mit einer weiteren Steuerelektrode (Gate) lässt sich der Fluss der Elektronen beeinflussen. So kann man mit einem Transistor den Strom an- und abschalten sowie die Stärke regeln. Dabei fließen im Halbleiter Abermillionen von Elektronen, die sich als geladene Teilchen beschreiben lassen.

Eine ähnliche Transistorfunktion auf einer Größenskala von einigen zehn

bis hundert Nanometern erhält man durch einen sogenannten Quantenpunkt. Dieser besteht aus hunderten bis tausenden Atomen, die in Form eines winzigen Halbleiterkristalls auf einem geeigneten Substrat abgeschieden werden. Bei einem solchen Transistor können die Elektronen nur noch diskrete Energieniveaus annehmen. Stromfluss kommt dann zum Beispiel dadurch zustande, dass ein einzelnes Elektron von der Source-Elektrode zum Halbleiter-Quantenpunkt springt und von dort weiter zur Drain-Elektrode. Das nennt man Einzelelektronentunneln. Mit einer zusätzlichen Gate-Elektrode kann man das Niveau verschieben und beeinflusst damit die Wahrscheinlichkeit, dass Elektronen durch den Halbleiter hindurchkommen und somit die Stromrate. In diesen Dimensionen der Quantenphysik besitzen die Elektronen sowohl Teilchen- als auch Welleneigenschaften.

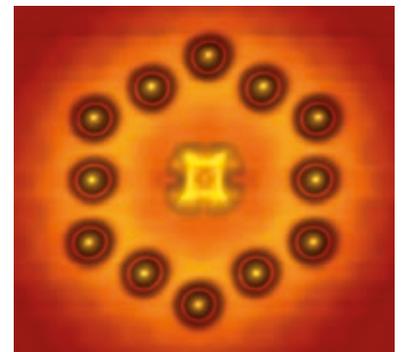
Allerdings sind herkömmliche Quantenpunkte nicht absolut identisch, da sie durch das Abscheiden der Atome auf einem Substrat mit den Unwägbarkeiten eines statistischen Wachstumsprozesses behaftet sind. Das Forscherteam wollte ein kleines System aufbauen, von dem ganz genau bekannt ist, wie es aussieht. Ihre Idee: Sie verwenden ein organisches Molekül als Quantenpunkt. Dieses ist chemisch genau definiert, und auch ein Molekül hat immer diskrete Zustände in Analogie zum Quantenpunkt. Das Knifflige an der Sache besteht darin, die Kontakte und die Steuerelektrode an einem 1,3 Nanometer großen Molekül anzubringen.

Es gibt schon verschiedene Techniken, wie etwa die Methode der Bruchkontakte. Dafür wird ein dünner Draht immer wieder sehr präzise an derselben Stelle gebogen, bis er bricht. Befindet sich der Draht in einer Flüssigkeit mit Molekülen, kann mit Glück genau ein Molekül die Bruchstelle überbrücken. Dafür sind allerdings sehr viele Versuche nötig, und man kann hinterher auch nicht mit atomarer Auflösung nachschauen, wie das Molekül auf den Kontakten sitzt.

Der Forschergruppe um Stefan Fölsch vom Paul-Drude-Institut ist es nun gelungen, einen Molekül-Transistor mit atomarer Präzision aufzubauen. Auf der Oberfläche eines Indium-Arsenid-Kristalls haben die Physiker ein organisches Phthalocyanin-Molekül abgeschieden. Mit der Spitze eines Rastertunnelmikroskops (STM), mit der man normalerweise die Oberfläche abtastet, um sie abzubilden, positionierten sie anschließend einzelne positiv geladene Indiumatome um das Molekül herum auf die Kristalloberfläche. Und schon war der Mini-Transistor fertig: Als Elektroden fungieren zum einen die Kristalloberfläche, zum anderen die STM-Spitze. Die Steuerspannung wird geregelt durch Verschieben der Indiumatome. Stefan Fölsch berichtet: „Wir wissen ganz genau, wie die Kontakte und die Gate-Elektrode angelagert sind, und wir können mit atomarer Präzision die Steuerspannung kontrollieren.“ Und die Physiker haben auch gleich ein neues Phänomen beobachtet, das beim Halbleiter-Quantenpunkt nicht auftritt: Das Molekül sitzt, anders als die Atome eines Quantenpunktes, nicht fest auf der Oberfläche, sondern es kann sich drehen. Der Ladungszustand und die Rotation beeinflussen sich gegenseitig, was zu einer neuartigen Stromspannungs-Charakteristik des Transistors führt.

Eine Bauanleitung für einen Molekültransistor zur Herstellung eines elektronischen Bauelements liefern die Forscher damit nicht. Erst einmal geht es darum, die grundlegenden physikalischen Prozesse zu verstehen, die eine Quantenelektronik basierend auf einzelnen Molekülen überhaupt erst ermöglichen.

Nature Physics, volume 11, issue 8 (2015)



Einzelnes Phthalocyanin-Molekül, das auf einer Indium-Arsenid-Oberfläche angelagert ist und von zwölf Indiumatomen umgeben wird. Die Atome sind elektrisch geladen und wirken so als Steuerelektrode des Einzelmolekültransistors.

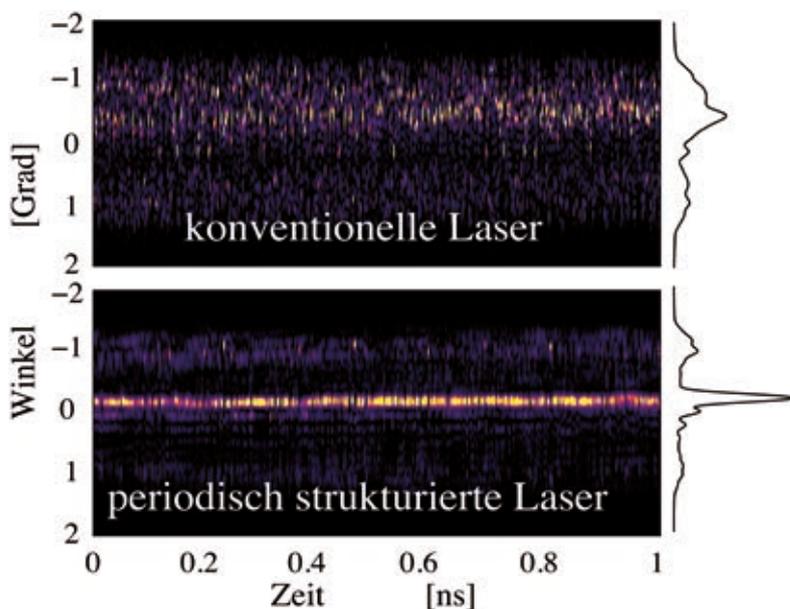
» *Das Molekül sitzt nicht fest auf der Oberfläche, sondern es kann sich drehen.«*

GESINE WIEMER

Viele Köche verbessern den Brei

Ingenieure, Physiker und Mathematiker entwickeln gemeinsam Laser

Viele moderne Technologien sind heute ohne Halbleiterlaser nicht mehr denkbar. Sie finden Anwendung in Bereichen wie Telekommunikation, Medizintechnik, Materialbearbeitung und Sensorik. Damit Ingenieure immer kleinere und leistungsstärkere Laser konstruieren können, entwickeln Mathematiker vom Weierstraß-Institut Computermodele, mit deren Hilfe sich teure Experimente sparen lassen.



Die theoretische Studie der Winkelformung des emittierten Strahls durch den periodisch strukturierten elektrischen Kontakt des Breitstreifenhalbleiterlasers. Emissionsintensitäten in Abhängigkeit vom Emissionswinkel für verschiedene Zeitmomente (links) und Zeitmittelwerte dieser Intensitäten (rechts) in konventionellen (oben) und periodisch strukturierten (unten) Breitstreifenhalbleiterlasern.

Die Modelle des Weierstraß-Instituts für Angewandte Analysis und Stochastik (WIAS) sind zwar kein Ersatz für reale Experimente. Aber die Mathematiker können Trends finden, von welchen Parametern das Verhalten eines Lasers abhängt. Das gibt den Ingenieuren Hinweise darauf, wie ein guter Laser zu konstruieren ist. Damit lassen sich wenig erfolgsversprechende Versuche einsparen, ohne dass teures Lehrgeld gezahlt wird. Dr. Mindaugas Radziunas vom WIAS sagt: „Unsere Modelle sind sehr komplex und hochdimensional. Trotzdem sind sie gegenüber der Realität stark abgespeckt – anders ließen sie sich gar nicht handhaben.“

Die WIAS-Mathematiker haben sich mit Hochleistungs-Breitstreifenlasern beschäftigt. „Nach allgemeinem Verständnis stellt man sich unter Breitstreifen sicher etwas anderes vor“, vermutet Radziunas. Schließlich sei ein solches Gerät etwa 1 bis 10 Millimeter lang und nur bis zu einem Millimeter breit. „Für diese Winzlinge ist das aber

durchaus breit“, betont Radziunas. „Auch unter Hochleistung versteht man gemeinhin etwas anderes als einige Watt.“ Aber auch hier gilt: In dieser Dimension sind einige zehn Watt eine riesige Leistung. Verwendung finden die Halbleiterlaser zum Beispiel als hocheffiziente kostengünstige Pumpquellen für die im Materialbearbeitungsbereich verwendeten Kilowatt starken Faserlaser.

Für hochpräzise Anwendungen muss die Laserstrahlung geordnet sein. Beim Austritt aus dem Gerät strahlt das Licht jedoch in verschiedenen Winkeln ab. Eine neue Generation von Lasern soll daher so konstruiert sein, dass der Strahlwinkel so klein wie möglich ist. Die zeitliche Komponente spielt auch eine Rolle: Die Strahlung tritt nicht nur in unterschiedlichen Winkeln aus, sie variiert auch in der Zeit. Ziel ist daher nicht nur ein schmaler Strahlungswinkel, die optimale Feldemission sollte auch gleichmäßig sein über die Zeit. Und außerdem sollen neue Laser immer effizienter sein als ihre Vorgänger.

Die WIAS-Mathematiker arbeiten eng mit Physikern und Ingenieuren zusammen, häufig aus dem Ferdinand-Braun-Institut. Dafür müssen sie die Sprache des anderen verstehen. Radziunas betont: „Damit ist nicht Deutsch, Englisch oder Litauisch, meine Muttersprache, gemeint.“ Auch die Fachsprachen seien sehr unterschiedlich. „Mittlerweile kann ich ein bisschen ingenieurisch sprechen – aber nur auf Anfängerniveau“, schmunzelt der Mathematiker.

Ein Beispiel einer solchen Zusammenarbeit ist eine Studie eines Halbleiterlasers mit unerwünschten, fast periodischen Sprüngen der Emissionswellenlänge während des Wechsels der Stromzufuhr. Die Ursache war nicht unmittelbar ersichtlich. Die Modellanalyse und Simulationen im WIAS gaben den Hinweis darauf, dass starke Reflexionen im Laser zusammen mit thermischen Effekten die Ursache dieser Sprünge sein können. Weitere Simulationen haben die Reduktion dieser Sprünge im Laser mit einem richtig ausgewählten Designparameter vorgeschlagen. Die Ingenieure wissen nun, an welcher Stelle es sich lohnen könnte, die Konstruktion zu verändern.

Derzeit untersucht Radziunas die Winkelformung des optischen Feldes in einem Breitstreifenhalbleiterverstärker mit periodisch strukturiertem elektrischen Kontakt. Gemeinsam mit den Kollegen aus dem FBH plant der Mathematiker, die Persistenz der simulierten Effekte (siehe Abbildung) in periodisch modulierten Breitstreifenlasern zu untersuchen.

TOBIAS TYBORSKI, MICHAEL WÖRNER UND THOMAS ELSÄSSER

Hitze macht schlapp: Licht verlangsamt die Schwingungen eines Elektronenplasmas

Die Schwingungsfrequenz eines optisch aufgeheizten Elektronenplasmas hängt empfindlich von der Plasmatemperatur ab. Ultraschnelles Aufheizen und Abkühlen eines Plasmas im Halbleiter Zinkoxid (ZnO) führt zu deutlichen Änderungen der Plasmafrequenz. Dieses Phänomen birgt ein vielversprechendes Potential für ultraschnelle Schalter in der Optoelektronik.

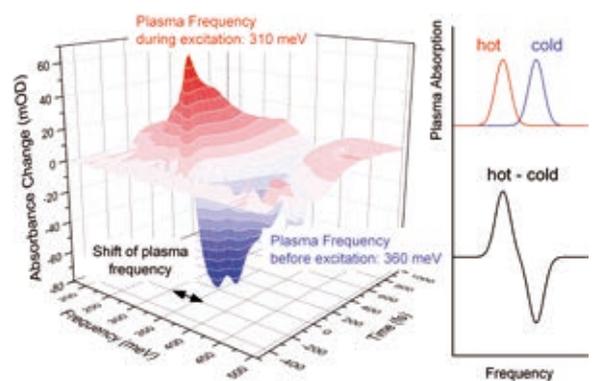
Ein Plasma ist ein spezieller Zustand der Materie, in dem eine große Anzahl von Elektronen eine negativ geladene Wolke bildet, die sich gegenüber dem positiv geladenen Hintergrund der Ionen verschieben kann. Plasmen tauchen in einer Vielzahl von Systemen auf; dazu gehören heiße Sterne, die Ionosphäre und andere ionisierte Gase sowie Festkörpermaterialien. Die elektrischen Kräfte zwischen Elektronen und Ionen ermöglichen zeitlich periodische Bewegungen der Elektronenwolke gegenüber dem Ionenhintergrund, die sogenannten Plasmaschwingungen oder auch Plasmonen. Das Interesse an Plasmonen in Metallen und Halbleitern ist in letzter Zeit stark gewachsen. Deren herausragende optische Eigenschaften besitzen ein vielversprechendes Potenzial für Anwendungen in der Hochgeschwindigkeits-Optoelektronik und der optischen Mikroskopie mit Subwellenlängen-Auflösung.

» *Plasmonen besitzen ein vielversprechendes Potenzial für Anwendungen in der Optoelektronik und Mikroskopie.*

sehr kurzen Zeitskalen die elektrischen und optischen Eigenschaften schalten, ein ideales Instrument für die moderne Optoelektronik. In der Fachzeitschrift *Physical Review Letters* [115, 147401 (2015)] hat ein Forscherteam aus dem Max-Born-Institut und der Humboldt-Universität zu Berlin ein neues Konzept demonstriert, das ein ultraschnelles Schalten der Plasmonen im Halbleiter ZnO erlaubt. In ihren Experimenten untersuchten die Wissenschaftler Plasmaschwingungen in einer 100 Nanometer dicken, kristallinen ZnO Schicht, die eine hohe Dichte von ungefähr 10^{20} freien Elektronen pro Kubikzentimeter enthält. Ein Infrarot-Lichtimpuls von 150 fs Dauer ($1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$) regte die Plasmaschwingungen an. Deren Frequenz wurde über die Infrarotabsorption des Plasmas mittels eines schwächeren Abtastimpulses zeit aufgelöst gemessen. Aus der Verschiebung der Absorptionslinie wurde die momentane Frequenz der Plasmaschwingun-

gen bestimmt (Abbildung). Die Experimente zeigen eine deutliche Rotverschiebung, d.h. Verringerung der Plasmafrequenz. Die Erniedrigung um 20 % hält jedoch nur 400 fs an, danach kehrt das System zur ursprünglichen Plasmafrequenz zurück. Im gesamten Zeitraum des Experimentes bleibt die Elektronendichte unverändert.

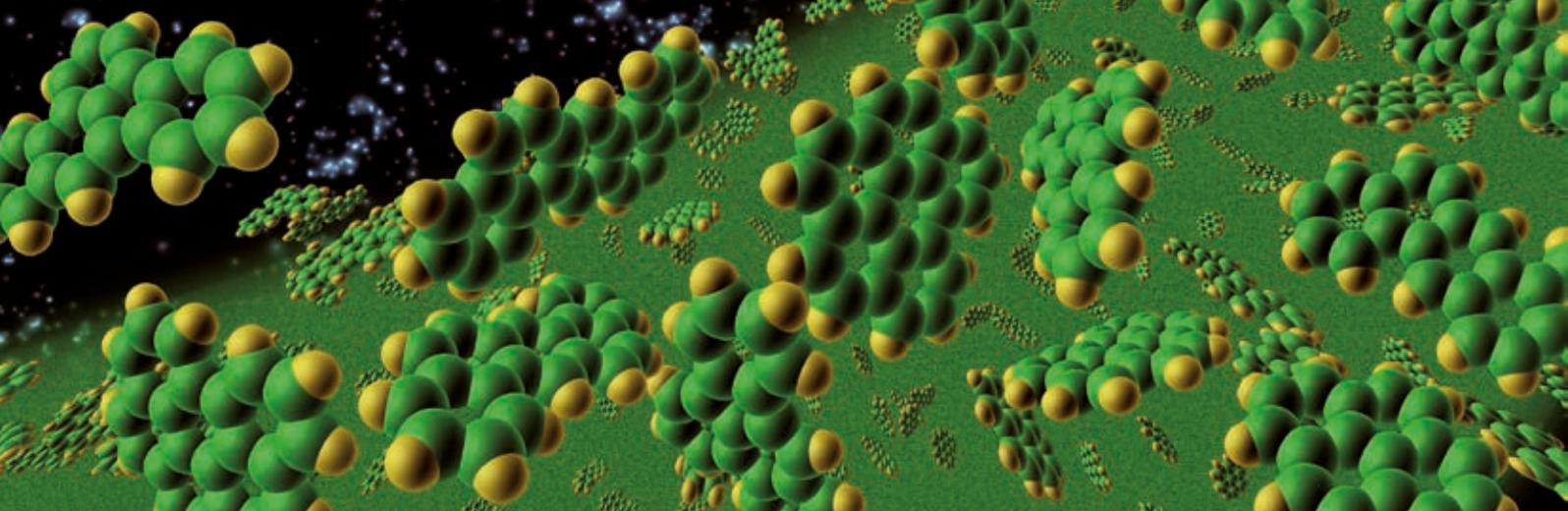
Die physikalische Ursache der Rotverschiebung liegt in dem vorübergehenden Aufheizen des Elektronenplasmas durch den infraroten Anregungsimpuls. Die Elektronen erreichen eine Spitztemperatur von ca. 3.300 K und bevölkern dabei einen weiten Bereich des Leitungsbandes von ZnO. In diesem Bereich ist die mittlere Elektronenmasse deutlich höher als im Ausgangszustand was zu einer Erniedrigung der Plasmafrequenz führt. Die heißen Elektronen verlieren den Löwenanteil ihrer Energie an das Kristallgitter innerhalb der ersten 400 fs mit der Folge, dass sowohl die mittlere Masse als auch die Plasmafrequenz zu ihren ursprünglichen Werten zurückkehren. Alle experimentellen Beobachtungen sind in exzellenter Übereinstimmung mit theoretischen Modellrechnungen.



Experimentell beobachtete zeitabhängige Verschiebung der Plasmafrequenz in einer dünnen ZnO-Schicht. Links: 3D-Grafik der Absorptionsänderung als Funktion der Abtastfrequenz und der Verzögerungszeit zwischen Anreg- und Abtast-Lichtimpulsen. Rechts: Konzept eines transienten Differenzspektrums. Das kalte Plasma (blau) zeigt eine Absorptionslinie bei der Plasmafrequenz des kalten Elektronengases. Der Anreg-Lichtimpuls heizt das Plasma, was zu einer Rotverschiebung der Plasmonresonanz (rot) führt. In den zeitaufgelösten Experimenten wird das sogenannte Differenzspektrum gemessen, d.h., die Absorptionslinie des heißen Plasmas minus der des kalten Plasmas (schwarz).

Physical Review Letters 115, 147401 (2015)

In den Spektren interstellärer Wolken im Weltraum zeigen sich große Mengen von Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen, wie Experimente am MBI belegen.



MARC VRAKING UND KARL-HEINZ KARISCH

Dem Geheimnis der organischen Materie im Weltall auf der Spur

Seit mehreren Jahren gibt es starke Indizien dafür, dass sich bereits in der Frühzeit des Universums gewaltige Mengen komplexer organischer Verbindungen in den interstellaren Wolken gebildet haben. Erste starke Belege für diese Vermutung kommen jetzt aus dem Max-Born-Institut (MBI) in Berlin.

Etwa 400 diffuse Absorptionsbanden (DIBs) entdeckten die Astronomen bislang im Licht aus interstellaren Wolken. Allerdings war die genaue Zuordnung der DIBs zu konkreten Verbindungen bislang kaum möglich. Dass es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit tatsächlich um die vermuteten Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK/PAH) handelt, konnte jetzt Prof. Marc Vrakking

vom Max-Born-Institut in Berlin gemeinsam mit internationalen Partnern zeigen. Die Ergebnisse wurden in *Nature Communications* veröffentlicht und könnten weitreichende Folgen haben. „Umso mehr komplexe Moleküle wir im Weltraum nachweisen können, umso größer wäre zugleich die Wahrscheinlichkeit für häufige Lebensformen im Universum“, sagt Vrakking.

Mit Hilfe von ultraschnellen UV-Lasern konnten Vrakking und Kollegen die Dynamik der hoch angeregten Molekülzustände entschlüsseln. Unter den Kohlenwasserstoffen, die mögliche Auslöser der Träger der Absorptionsbanden sind, galten die Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe als besonders vielversprechend. Die Anwesenheit von PAK/PAH-Molekülen wurde zuvor in vielen astronomischen Objekten abgeleitet, beispielsweise in interstellaren Materiewolken unserer Milchstraße, aber sogar in zehn Milliarden Jahre alter Materie aus der Frühzeit des Universums. Unter Astronomen gab es allerdings auch Zweifel an den Hypothesen, da die Lebensdauer der ungewöhnlichen Molekülzustände nicht bekannt war. Diese Zweifel sind inzwischen ausgeräumt. Denn den MBI-Forschern gelang in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern der Universität Lyon der Nachweis, dass die Lebensdauer der elektronischen Zustände von kleinen bis mittelgroßen PAHs mit den Linienbreiten übereinstimmen, die in den diffusen Absorptionsbanden beobachtet werden. Unterstützt wurde die Arbeit durch theoretische Berechnungen von Wissenschaftlern an den Universitäten Leiden, Heidelberg und Hyderabad.

In den Experimenten wurde eine Reihe von kleinen bis mittelgroßen PAH-Molekülen (Naphthalin, Anthracen, Pyren und Tetracen, die jeweils mehrere kondensierte aromatische Ringe enthalten) mit einem ultrakurzen extrem-ultravioletten Laserpuls (XUV) ionisiert. Die Absorption eines XUV-Photons führte nicht nur zur Entfernung eines der Elektronen, sondern darüber hinaus zur elektronischen Anregung des dadurch entstandenen positiv geladenen Molekül-Ions. Die Lebensdauer dieser angeregten kationischen elektronischen Zustände wurde mit Hilfe eines zeitverzögerten Infrarot-Laserimpulses gemessen.

Sobald ein Elektron aus dem Molekül entfernt worden ist, ist die elektronische Anregung am höchsten, so dass nur ein oder wenige Infrarot-Photonen benötigt werden, um ein zweites Elektron zu entfernen. Bereits kurze Zeit später „entspannt“ sich das Ion, es werden nun mehr IR-Photonen benötigt, um ein zweites Elek-

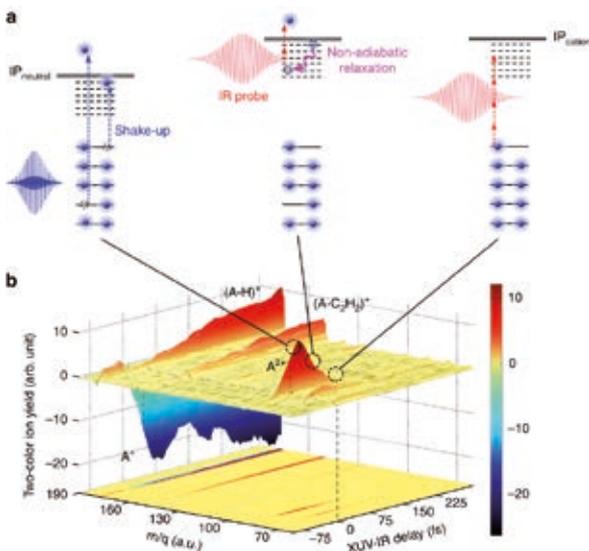
» *Umso mehr komplexe Moleküle wir nachweisen können, umso größer wäre die Wahrscheinlichkeit für häufige Lebensformen im Universum.*«

tron herauszuschlagen. Mit anderen Worten: Die Überwachung der Bildung von zweifach geladenen Ionen als Funktion der Verzögerungszeit zwischen den Laserimpulsen XUV und IR erlaubt die Messung der Lebensdauer der verschiedenen Zustände. Durch die Messungen, die durch theoretische High-Level-Berechnungen gestützt wurden, konnte gezeigt werden, dass die Lebenszeit der organischen PAH-Ionen im Bereich von einigen 10 Femtosekunden damit übereinstimmt, was auch in den diffusen Absorptionsbanden (DIBs) aus dem Weltall gemessen wird.

Die Experimente haben Auswirkungen auf die weitere Entwicklung der Attosekunden-Physik. Denn in der Chemie ist eine genaue Kenntnis der Ladungswanderung von großem Interesse, d.h. ultraschnelle Bewegungen eines Elektrons oder eines Lochs durch eine Molekülstruktur. Sie erfolgen in der unvorstellbar kurzen Zeit von Attosekunden (ein Millardstel einer Millardstel Sekunde) bis zu wenigen Femtosekunden (10^{-15} Sekunden). Durch die kontrollierte Ladungswanderung könnten völlig neue Möglichkeiten zur Steuerung von chemischen Reaktionen entstehen; ein Ziel, das so alt ist wie die chemische Forschung selbst. Erste Hinweise darauf, dass Ladungswanderungen in einer Zeitskala von Attosekunden bis zu wenigen Femtosekunden kontrolliert werden können, legten Forschern der Universität Mailand im vergangenen Jahr vor.

Die PAK/PAH-Moleküle, die in den Experimenten am MBI untersucht wurden, sind die bislang größten, auf die die ultraschnelle XUV-IR Pump-Probe-Spektroskopie angewendet wurde.

Nature Communications 6



Schematische Darstellung des Experiments:

(a) Schematische Darstellung der XUV-induzierten Dynamik in PAH-Molekülen. Die angeregten Zustände zeigen sich in der Valenzschale des Kations durch eine von zwei Möglichkeiten: die Bildung einer Einzellochkonfiguration oder die Bildung einer Zwei-Loch-Einzelpartikel-Konfiguration, die mit steigenden Energien erfolgt (links). IP steht dabei für das Ionisationspotenzial. Das Kation kann durch den IR-Prüflaser ionisiert werden, vorausgesetzt, dass die nicht-adiabatische Entspannung noch nicht eingetreten ist (Mitte). Nach der Entspannung ist es nicht mehr möglich, das Kation mit dem IR-Prüflaser zu ionisieren (rechts).

(b) An Anthracen gemessene zweifarbige XUV-IR-Ionensignale als Funktion des detektierten Masse-zu-Ladung-Verhältnisses und der XUV-IR-Verzögerung. Die Nur-XUV- und die IR-Signale wurden subtrahiert. Die XUV-Pump- und die IR-Prüflaser-Impulse überlappen sich bei einer Verzögerung von null (schwarz gestrichelte Linie). Eine Rotfärbung entspricht einem Signalanstieg, während blaue Farbe Schwund anzeigt. Für positive XUV-IR-Verzögerungen wurde eine sehr schnelle Dynamik für zweifach geladene Anthracen-Ionen (A²⁺, m/q=89) beobachtet. Wie im Text erläutert, gibt die Messung eine nicht-adiabatische Entspannung im Anthracen-Kation (A⁺) wieder. Die im ersten Fragment (A-C₂H₂⁺) beobachtete Dynamik wird in diesem Artikel nicht diskutiert.

BIRGIT HERDEN

Grüne Welle im Gehirn

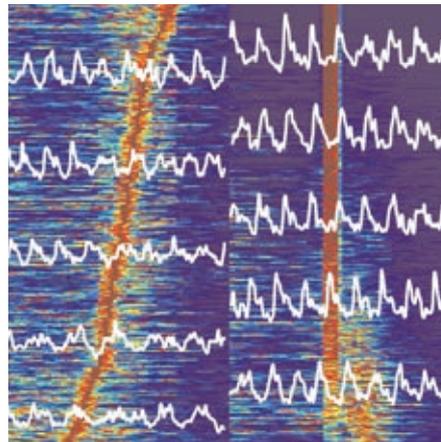
Berliner Forschern ist es gelungen, mittels Lichtstrahlen Thetawellen im Gehirn zu steuern. Sie konnten zeigen, dass die noch wenig verstandenen Gehirnwellen Botschaften zwischen unterschiedlichen Gehirnregionen übermitteln – als eine Art gemeinsame Sprache des Gehirns koordinieren sie mentale Zustände und Verhalten.

Thetawellen wurden vor fast 80 Jahren in Berlin-Buch entdeckt und geben doch bis heute Rätsel auf: Warum feuern Nervenzellen in den Gehirnen von Mensch und Tier mitunter synchron, in einem schnellen Rhythmus von 5⁻¹⁰ Schwingungen pro Sekunde? Thetawellen treten zum Beispiel im Navigationssystem des Gehirns, dem Hippocampus, auf. Bewegen sich Tiere oder Menschen fort, werden hier sogenannte „Ortszellen“ aktiviert: Jede Position im Raum wird durch einige spezifische Ortszellen exakt kodiert. Ob die Thetawellen sich dabei auf das Verhalten der Tiere während der Navigation auswirken, war bislang unbekannt.

Einem Forschungsteam am Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie (FMP) und NeuroCure-Exzellenzcluster in Berlin, geleitet von Tatiana Korotkova und Alexey Ponomarenko, gelang es nun, den Theta-Rhythmus im Hippocampus von Mäusen mit Hilfe optogenetischer Methoden zu steuern. Dabei wurden die neuronalen Verbindungen, die vom Theta-Schrittmacher des Gehirns zum Hippocampus führen, mit lichtempfindlichen Proteinen

ausgestattet und dann über eine optische Faser angeregt. „Es war faszinierend zu beobachten, wie dieser prominente Gehirnmechanismus seinen Rhythmus den blauen Laserstrahlen anpasste“, erinnern sich die Doktorandinnen Franziska Bender und Maria Gorbati.

Durch Steuerung mittels Licht wurden die Thetawellen gleichförmiger und stabiler, da sie weniger von anderen Reizen beeinflusst wurden. Erstmals konnte man so die Bedeutung von Thetawellen für das Verhalten der Tiere erforschen. Die erste Überraschung: Während der Lichtstimulation liefen die Mäuse bei der Erkundung eines Areals langsamer und gleichmäßiger. „Man kann sich die Gehirnrhythmen als Ampeln vorstellen, die den Zellen mitteilen, wann sie an der Reihe sind“, fasst Alexey Ponomarenko die Ergebnisse zusammen. „Konstantere Oszillationen wirken wie präzise wiederkehrende Grünphasen auf die Zellen.“



Thetawellen im Hippocampus von Mäusen. Links das spontane Auftreten, auf der rechten Seite durch Licht gesteuerte Thetawellen, die dadurch gleichmäßiger und stabiler werden.

Die zweite Überraschung: Nicht nur Areale der Großhirnrinde, sondern auch entwicklungsgeologisch weit ältere Hirnzentren reagierten auf die Grün- und Rotphasen der Hippocampusregion, und auch das wirkte sich auf das Verhalten der Mäuse aus. Die Thetawellen im Hippocampus werden über das Laterale Septum an den Hypothalamus weitergeleitet – eine grundlegende Schaltzentrale des Gehirns, die viele unbewusste Signale verarbeitet, was zu Empfindungen wie Hunger oder Bewegungsdrang führt.

„Über viele Jahre wurde die Bedeutung der Thetawellen für die Kodierung von Raum und Zeit studiert, um unser Verständnis da-

von zu erweitern, wie das Gehirn unsere täglichen Erfahrungen abspeichert“, erzählt Tatiana Korotkova. „Jetzt verstehen wir, dass das Bild unserer Umgebung, welches vom Hippocampus generiert wird, von anderen Gehirnregionen abgelesen wird, die direkten Einfluss auf die Bewegungsgeschwindigkeit während der Erkundung einer Umgebung nehmen können.“

Das Gehirn setzt sich aus Netzwerken zusammen, denen höchst unterschiedliche Organisationsmechanismen zugrunde liegen und die womöglich unterschiedliche Sprachen sprechen, aber trotzdem zusammen funktionieren, um das Überleben des Organismus zu sichern. „Es war schon bekannt, dass Netzwerke im Gehirn mittels Synchronisation miteinander kommunizieren. Wir verfügten also über eine Art rudimentäres Wörterbuch, das allerdings noch nie getestet worden war. Mit Optogenetik ist es nun möglich, an dieser Kommunikation teilzunehmen, die genaue Bedeutung des Synchronisations-Vokabulars zu bestimmen und das Wörterbuch zu erweitern“, erklärt Ponomarenko. Die Wissenschaftler sind überzeugt, dass die Manipulation mit optogenetischen Methoden dabei helfen kann, Ursache und Wirkung von Gehirndynamiken und Verhalten zu entschlüsseln und unser mechanistisches Verständnis psychischer Störungen zu vertiefen.

Nature Communications, 6:8521

» Mit der Optogenetik ist es nun möglich, an der Kommunikation der Gehirnzellen teilzunehmen.«

BEATRICE HAMBERGER

Kürbis-Molekül für neue Art der Krebs-Diagnostik

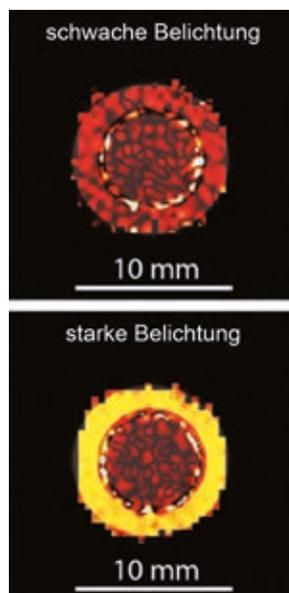
Krankhafte Prozesse wie Krebs möchten Mediziner möglichst früh im Körper nachweisen. Die Xenon-Magnetresonanztomographie hat dafür das Potenzial und kann sogar die verschiedenen Zelltypen unterscheiden. Forscher am Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie in Berlin haben mit dem kürbisförmigen Cucurbituril nun ein Molekül entdeckt, das mit dem Edelgas Xenon einen ganz besonders guten Bildkontrast ergibt.

Personalisierte Medizin statt eine Behandlung für alle – dieser Ansatz hat insbesondere in der Krebsmedizin zu einem Paradigmenwechsel geführt. Die Molekulare Diagnostik ist jener Schlüssel, um Patienten den Zugang zu einer maßgeschneiderten Therapie zu öffnen. Wenn jedoch Tumore in schwer zugänglichen Körperbereichen liegen oder bereits mehrere Tumorherde vorhanden sind, scheitert es oft an ausreichender Empfindlichkeit der diagnostischen Bildgebung. Die aber wird benötigt, um die verschiedenen Zelltypen bestimmen zu können, die sich selbst innerhalb eines Tumors erheblich unterscheiden. Mit dem PET-CT können heute zwar schon kleinste Tumorherde und andere krankhafte Veränderungen aufgespürt werden, eine Differenzierung nach Zelltyp ist jedoch für gewöhnlich nicht möglich.

Wissenschaftler vom FMP setzen deshalb auf die Xenon-Magnetresonanztomographie: Die Weiterentwicklung der herkömmlichen Kernspintomographie macht sich die „Leuchtkraft“ des Edelgases Xenon zu Nutze, das in der MRT ein 10.000-fach verstärktes Signal liefern kann. Dazu muss es im erkrankten Gewebe von sogenannten „Käfig-Molekülen“ vorübergehend eingefangen werden.

Cucurbituril liefert verblüffende Bildkontraste

Die Arbeitsgruppe von Dr. Leif Schröder am Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie (FMP) hat nun ein Molekül entdeckt, das alle bisher verwendeten Moleküle in den Schatten stellt. Cucurbituril tauscht etwa 100mal mehr Xenon pro Zeiteinheit aus als seine Mitstreiter, was zu einem wesentlich besseren Bildkontrast führt. „Es war schnell klar, dass sich Cucurbituril als Kontrastmittel eignen könnte“, berichtet Schröder. „Überraschend war jedoch, dass damit markierte Bereiche in den Bildern mit viel besserem Kontrast dargestellt werden als bisher.“ Die Erklärung liegt in der Geschwindigkeit. Cucurbituril reagiert sozusagen bei der Belichtung schneller als alle bisher verwendeten Moleküle, da es das Xenon nur sehr kurz bindet und somit die Radiowel-



Xenon-MRT mit verschiedenen Käfig-Molekülen im Vergleich: bei schwacher Belichtung mit Radiofrequenz-Pulsen ist der Bildkontrast zwischen Bereichen mit unterschiedlichen Molekülen gering (oben). Bei starker Belichtung hingegen liefert der Bereich mit Cucurbituril einen wesentlich stärkeren Bildkontrast (unten).

len zum Nachweis des Edelgases innerhalb eines Bruchteils von Sekunden auf sehr viele Xenon-Atome überträgt. Dadurch wird das Edelgas sehr viel effizienter durch das Molekül geschleust.

Für jeden Zelltyp ein hoch spezifisches Kontrastmittel

Gerade wurden auch in einer weiteren Publikation erste Tests mit Zellmaterial veröffentlicht, bei denen Cucurbituril zudem in der Lage ist, ein bestimmtes Enzym zu detektieren, das in Krebszellen gehäuft vorkommt. Anhand der Enzymreaktion lässt

sich auf die Bösartigkeit der Zellen schließen. Für die Krebsdiagnostik wäre das ein Meilenstein. Bei einer MRT-Untersuchung könnten Ärzte durch die Gabe mehrerer Kontrastmittel die Krebszellen gleich molekular klassifizieren und die Therapie entsprechend individualisieren. Ganz ohne belastende Biopsien, wie Leif Schröder betont. Sein Kooperationspartner von der Jacobs University Bremen, Dr. Andreas Hennig, nennt noch einen weiteren Pluspunkt: „Die Xenon-MR-Tomographie hat den großen Vorteil, dass es im Gegensatz zu klassischen radioaktiven Kontrastmitteln keine nennenswerten Strahlenbelastung für den Patienten gibt.“

Erstautor Martin Kunth sieht in der Entdeckung von Cucurbituril aber erst den Anfang einer erfolgsversprechenden Entwicklung. Denn die Studie liefert auch eine generelle Erklärung, welche Eigenschaften ein Xe-MRT-Kontrastmittel haben muss, um noch sensibler detektiert zu werden. „Dieses Wissen haben wir gezielt mit dem Cucurbituril ausgenutzt, es lässt sich aber auch auf noch weitere Moleküle übertragen“, sagt Physiker Kunth.

Chemical Science, 2015, 6, 6069 – 6075; Angew. Chem. Int. Ed., 2015 Oct 1

KARL-HEINZ KARISCH

Stahl lässt sich wie Butter schneiden

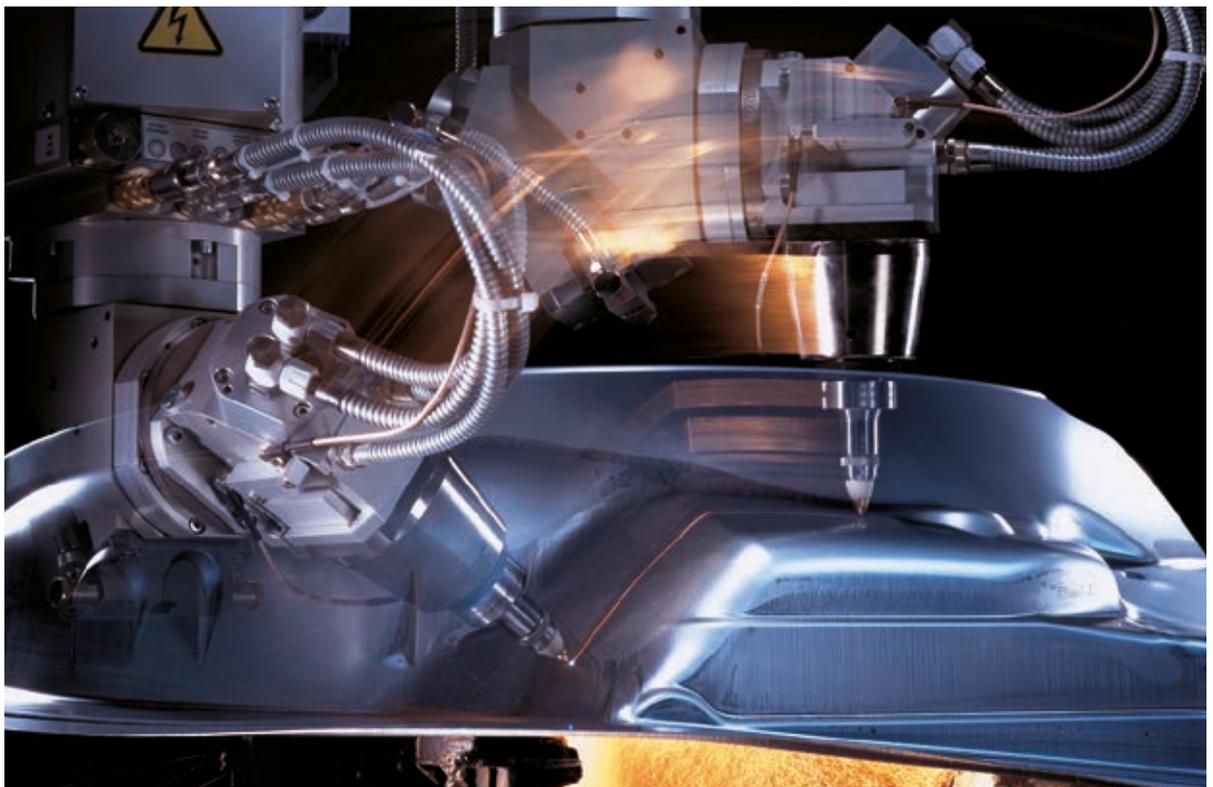
Stahlplatten für den Automobil- oder Schiffsbau werden heute mit Hochleistungslasern präzise zurechtgeschnitten. Die weltweit stärksten Hochleistungsdioden-Pumplaser werden dafür am Ferdinand-Braun-Institut (FBH) entwickelt. Das FBH arbeitet hierbei eng mit dem Weltmarkt- und Technologieführer für Industrielaser TRUMPF zusammen. Mit einer neuen Niederlassung in Adlershof will die Firma die eigene Entwicklungsarbeit und die erfolgreiche Zusammenarbeit mit dem FBH weiter vorantreiben.

Die erweiterte Zusammenarbeit mit TRUMPF ist Zeichen für die Leistungsfähigkeit unserer FBH-Teams und für den Wunsch auch großer Konzerne, ihre Marktführerschaft mit unserer Hilfe zu halten und auszubauen“, sagt Prof. Günther Tränkle, Direktor des Ferdinand-Braun-Instituts. „Umgekehrt benötigt das FBH für seine Entwicklungen starke Partner, über die wir dank enger Kooperationen mit Unternehmen wie TRUMPF, Osram oder Jenoptik verfügen.“

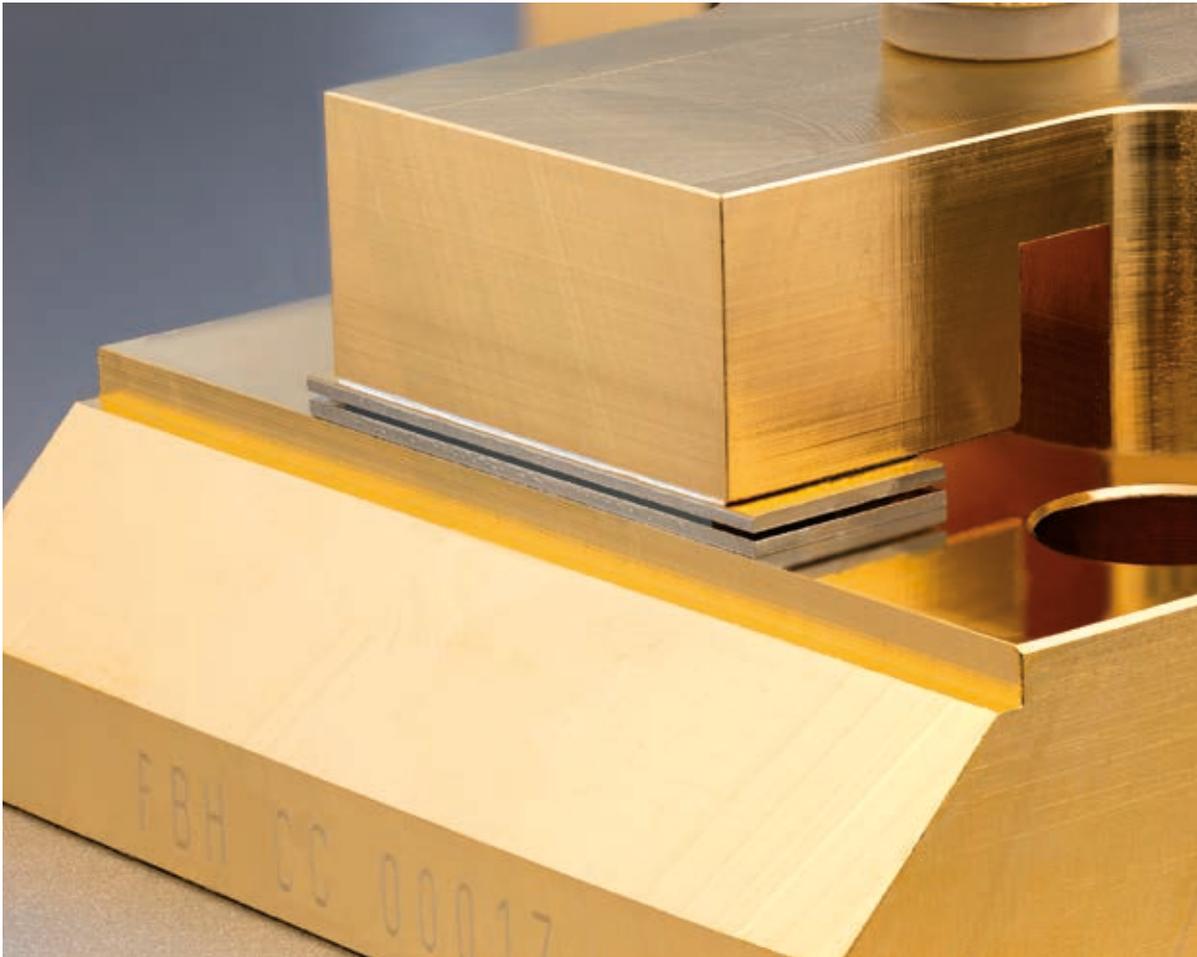
TRUMPF verbessert kontinuierlich seine Lasersysteme hinsichtlich der Energieeffizienz, um seinen Kunden eine „grüne Produktion“ zu ermöglichen. Diodengepumpte

Festkörperlaser und Diodendirektlaser mit Wirkungsgraden von 40 Prozent sind dabei richtungsweisend. Bei den Diodendirektlasern wird die Laserstrahlung mehrerer Dioden über optische Elemente zu einem hochbrillanten Strahl zusammengefasst. Diese Strahlbündel mit nur einem halben Millimeter Durchmesser können dann zum Schneiden von Metallen wie beispielsweise Stahl verwendet werden. Das Metall beginnt dabei sofort zu schmelzen und verbrennt oder verdampft. Unterstützend wird die Metallschmelze oder Schlacke mit verschiedenen Gasen nach unten ausgeblasen. „Unser Ziel ist es, auf effiziente Weise immer mehr Energie in einem immer brillanteren Laserstrahl zu vereinen“, sagt Dr. Stephan Strohmaier, Leiter der Berliner TRUMPF Niederlassung.

» Ziel ist es, immer mehr Energie in einem immer brillanteren Laserstrahl zu vereinen.«



Diodengepumpte Festkörperlaser sind aus der Automobilproduktion nicht mehr wegzudenken.



Die Power verbirgt sich in dem schmalen, kaum einen Zentimeter breiten Streifen in der Bildmitte. In Kooperation mit TRUMPF sollen solche Laserbarren mit 1 Kilowatt Ausgangsleistung entstehen – diese Leistung wird von 37 Einzelemittlern mit je 27 Watt geliefert.

„Wir kooperieren bei brillanten Hochleistungs-Diodenlasern bereits seit mehreren Jahren mit TRUMPF“, berichtet Tränkle. So finanziert TRUMPF zwei Doktorandenstellen am FBH. Als nächster Schritt zur Intensivierung der Zusammenarbeit entsteht derzeit in Adlershof ein TRUMPF-Entwicklungszentrum. Von dieser Nähe zum FBH verspricht sich TRUMPF eine noch effizientere Entwicklung von Lasersystemen der nächsten Generation.

„Aus unseren Forschungstätigkeiten sind in den vergangenen Jahren viele Patente entstanden, mit denen sich Hochleistungs-Diodenlaser weiter verbessern lassen“, berichtet Dr. Paul Crump, der eine Abteilung am FBH leitet und besonders eng mit der Berliner TRUMPF-Niederlassung zusammenarbeitet. Der weltweite Markt für Lasersysteme, die Metalle schneiden und bearbeiten können, sei gewaltig. „Um dicke Metallplatten zu schneiden, benötigt man einen sehr intensiven Laserstrahl“, erläutert Crump. Das Ziel der Forschung sei rasch formuliert: Immer mehr Energie soll in einen immer dünneren Strahl mit sehr niedrigem Eintrittswinkel gepackt werden. „Das gelingt uns immer besser“, erläutert Crump. In Sachen Leistungsdichte und Umwandlungsrate von Strom in Licht gehören die Diodenlaser aus Adlershof derzeit zu den leistungsfähigsten weltweit. Und das soll auch so bleiben. „In der Autoindustrie oder im Schiffsbau geht heute ohne Laser nichts mehr“, sagt Crump. „Bestimmte Materialien wie gehärteter Stahl für die Sicherheitszelle im Automobil sind ausschließlich mit Lasern zu verarbeiten.“

Der Weltmarktführer für Industrielaser

Das Hightechunternehmen TRUMPF bietet Fertigungslösungen in den Bereichen Werkzeugmaschinen, Lasertechnik und Elektronik. Sie kommen bei der Herstellung unterschiedlicher Produkte zum Einsatz, von Fahrzeugen und Gebäudetechnik über mobile Endgeräte bis hin zur modernen Energie- und Datenspeicherung.

1978 brachte der damalige Vorsitzende der Geschäftsführung, Prof. Berthold Leibinger, etwas ganz Besonderes aus den USA mit: einen CO₂-Laser. Bereits ein Jahr später wurde die erste kombinierte Stanz-Lasermaschine ausgeliefert. Die CO₂-Laser darin hatten eine Leistung von 500 bzw. 700 Watt. Heute sind 16 Kilowatt und mehr möglich.

TRUMPF ist Technologie- und Marktführer bei Werkzeugmaschinen für die flexible Blechbearbeitung und bei industriellen Lasern. 2014/15 erwirtschaftete das Unternehmen mit knapp 11.000 Mitarbeitern einen Umsatz von mehr als 2,7 Milliarden Euro. Mit fast 70 Tochtergesellschaften ist die Gruppe in fast allen europäischen Ländern, in Nord- und Südamerika sowie in Asien vertreten. Produktionsstandorte befinden sich in China, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, Mexiko, Österreich, Polen, in der Schweiz, in Tschechien und in den USA.

CATARINA PIETSCHMANN

Das Elektronenmikroskop hilft, perfekte Kristalle zu züchten

Die Einkristalle des Leibniz-Instituts für Kristallzüchtung in Berlin-Adlershof sind weltweit bei Wissenschaftlern und der Industrie hochbegehrt. Vor allem für sehr große, sogenannte Volumenkristalle hat das IKZ eine konkurrenzlose Expertise. Die Elektronenmikroskopie hilft den Wissenschaftlern, die Wachstumsbedingungen für fast fehlerfreie Kristalle weiter zu optimieren.

Dr. Martin Albrecht und sein Team analysieren die exakte chemische Struktur winziger Kristallproben, um Zusammenhänge zwischen atomarer Anordnung und Eigenschaften von Halbleiterkristallen aufzudecken. Schon in den 1950er Jahren philosophierte der visionäre Physiker Richard Feynmann: *Wenn man ein Mikroskop hätte, das atomar auflösen könnte, und man würde die Position jedes einzelnen Atoms im Kristall kennen, könnte man im Prinzip daraus dessen physikalische Eigenschaften ableiten. Man müsste bloß noch die Schrödinger-Gleichung lösen...*

Bloß noch! „Sie lässt sich natürlich nicht für unendlich große Systeme lösen“, räumt Martin Albrecht lachend ein. „Allerdings kommt man auch mit der Dichtefunktionaltheorie schon relativ weit.“ Damit lassen sich komplexe Strukturen am Computer ziemlich exakt berechnen und simulieren. „Das Hauptproblem war jedoch, dass die Mikroskope lange Zeit viel zu schlecht waren, weil sie starke Linsenfehler hatten. Erst in den 1990er Jahren ließen sich diese beheben.“

Vor einigen Jahren bereits hatte das IKZ beschlossen, die Strukturforschung am Institut weiter auszubauen und Elektronenmikroskopie auf hohem methodischem Niveau zu betreiben. Zum Einen, um die Wachstumsprozesse der „eigenen“ Kristalle besser zu verstehen – und sie weiter zu optimieren. Zum Anderen, um die materialwissenschaftliche Forschung voran zu bringen. Denn auch wie Heterostrukturen, die mittels Gasphasen- oder Molekularstrahlepitaxie hergestellt werden, *tatsächlich* atomar aussehen, interessiert nicht nur die Kollegen am IKZ, Ferdinand-Braun- und Paul-Drude-Institut, sondern auch die Industrie.

„Wir besitzen hohe Kompetenz, was die Untersuchung von Galliumnitrid-Halbleitern angeht, die heute für Leuchtdioden und Leistungsbaulemente verwendet werden. Mit OSRAM, einem der weltweit größten Hersteller von Leuchtdioden, haben wir deshalb viele gemeinsame Projekte“, sagt Albrecht. Wollte man früher ein Produkt verbessern, artete das meist in eine gigantische Materialschlacht aus. „Quer über das Parameterfeld drehte man mal an diesem, mal an jenem Rädchen und guckte, wo man die besten Eigenschaften bewirkte.“ Trial and error also.

Mit Elektronenmikroskopie und theoretischen Berechnungen wie der Dichtefunktionaltheorie lässt sich das Verfahren deutlich abkürzen. „Denn so erfahren wir, an welchem Rädchen es sich zu drehen lohnt – was die Entwicklungszeiten enorm verkürzt“, sagt Albrecht. Dabei gelang es den IKZ-Physikern inzwischen, einige Probleme zu klären, an denen die Fachwelt 20 Jahre lang vergeblich tüftelte.

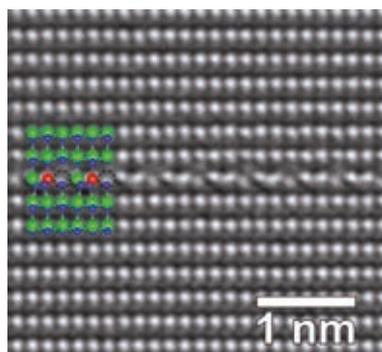
Zum Beispiel: Warum werden Nitridhalbleiter effizienter, wenn Galliumnitrid nicht direkt auf Saphir abgeschieden wird, sondern man zunächst Ammoniak über das Substrat leitet? Dadurch wird eine Art Pufferschicht geschaffen, durch die die schlecht zusammen passenden Gitterparameter von Saphir und GaN etwas angeglichen werden. Ein Trick, den die Erfinder der blauen Leuchtdioden verwendeten. 2014 erhielten sie dafür den Nobelpreis. Aber warum das plötzlich so gut funktionierte, blieb unklar.

„Wir fanden gerade heraus, dass die unterschiedlichen Gitterparameter gar nicht der Punkt waren – sondern die Polarität der Saphiroberfläche.“ Das Mineral Saphir, chemisch Aluminiumoxid (Al_2O_3), ist immer mit Sauerstoff belegt, die Sauerstoffatome liegen also praktisch „oben auf“. Durch das Überleiten von Ammoniak (NH_3) bildet sich stattdessen eine Mischung aus Aluminium, Sauerstoff und Stickstoff. „Und das bewirkt einen Switch in der Polarität, sodass das Galliumnitrid (was polar ist) sich nun mit seiner Metallseite optimal anheften kann.“ Die Erkenntnis gibt Anwendern jetzt neue Möglichkeiten für die weitere Entwicklung.

„Das Gute an Elektronenmikroskopie ist, dass man, anders als bei der Röntgenbeugung, die Dinge *wirklich* sehen kann“, sagt Albrecht. Seine Doktoranden und Postdocs ar-

Atomare Struktur einer Schicht, die eingesetzt wird, um die Dichte von Defekten, die die Effizienz von GaN-basierten Leuchtdioden reduzieren. Die Schicht besteht aus einer atomaren Lage, bei der Si-Atome und Ga-Atome und Fehlstellen periodisch angeordnet sind.

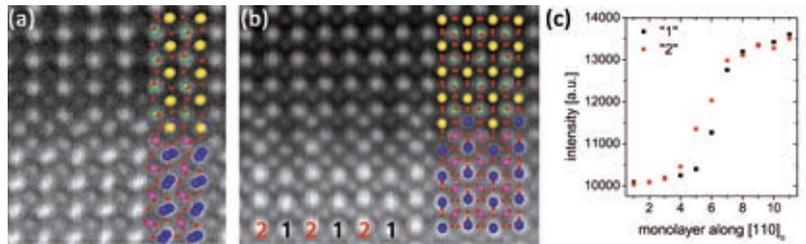
Die monoatomare Lage, deren Lage durch Pfeile gekennzeichnet ist, führt zu einer reduzierten Dichte von linienhaften Defekten.



beiten mit einem Hochauflösenden Transmissionselektronenmikroskop, kurz: HRTEM. Dessen Auflösung liegt bei 0,7 Ångström (10^{-10} m), was etwa den Gitterabständen in einem Kristall entspricht. „Wir nutzen den Phasenkontrast, bei dem unter bestimmten Bedingungen die Atome hell abgebildet werden. Was wir sehen, ist die Elektronendichteverteilung der am Kristallgitter gestreuten Elektronen“, erklärt Albrecht. Da sich immer ein paar Wassermoleküle aus der Luft auf den Proben abscheiden, die sich nicht einfach wegföhnen lassen und das Bild etwas verrauschen, wenden die Forscher einen Trick an. „Wir machen nicht eine Aufnahme sondern 30.“ Denn durch die Elektronenstrahlen fluktuieren die Störenfriede auf der Oberfläche. Mittelt man anschließend zwischen allen Bildern, „mendelt“ sich die Unschärfe heraus und mehr noch: „Wir erreichen dadurch inzwischen Genauigkeiten von 1,2 Pikometern (10^{-12} m).

Der spannendste Moment ist immer der Vergleich zwischen Computersimulation (auf Basis der theoretischen Berechnungen) und dem Bild der realen Probe. Es ist verblüffend, wenn beides perfekt übereinstimmt – wie etwa bei einem Galliumnitrid, was 33 Prozent Indium enthält. Albrecht schaltet den Beamer ein und wirft beide Bilder an die Wand. „Wir sehen hier eine perfekte Monolage, bei der jedes dritte Kügelchen ein Indiumatom ist. Ganz regelmäßig also“, erklärt Martin Albrecht. Als Laie würde man eher eine statistische, also eine unregelmäßige Verteilung erwarten. „Es ist eine Frage der Temperatur, denn es findet ein Phasenübergang statt. Ist die Temperatur niedrig genug, besitzt die geordnete Phase die niedrigere Energie. Sie entsteht also bevorzugt. Ist die Temperatur zu hoch, schlägt die Entropie zu und die Atome liegen statistisch verteilt im Kristall vor.“ Erst bei so hohen Indiumgehalten wie in diesem Fall entsteht so ein echter Mischkristall. Theoretiker am Max-Planck-Institut in Düsseldorf haben die Phasenübergangstemperatur exakt ermittelt: Sie liegt bei 750 Grad Kelvin (477 Grad Celsius).

Neben Nitrid-Halbleitern schieben die IKZ-Forscher häufig oxidische Halbleiter aus dem eigenen Haus in den Elektronenstrahl. Dabei kamen sie auch endlich der Farbigkeit von Zinkoxid-Einkristallen auf die Spur. „Wegen ihrer großen Bandlücke sollten die nämlich eigentlich völlig farblos sein – aber sie sind immer orange“, erzählt Albrecht. Erhitzt (tempert) man diese Kristalle unter Sauerstoffatmosphäre, verschwindet die Farbe. Das Gleiche geschieht auch bei farbigen Kristallen anderer Oxide. „Viele Kollegen sagten, dass dies durch Sauerstoffvakanzten, also Fehlstellen, zu erklären ist, die als Farbzentren wirken und beim Tempern wieder aufgefüllt werden. Aber das haben wir nicht geglaubt.“ Tatsächlich lag es an Zinkpartikeln, zwei bis drei Nanometer großen Klümpchen atomaren Zinks. Sie machen ähnliche Resonanzen wie alte Kirchen-

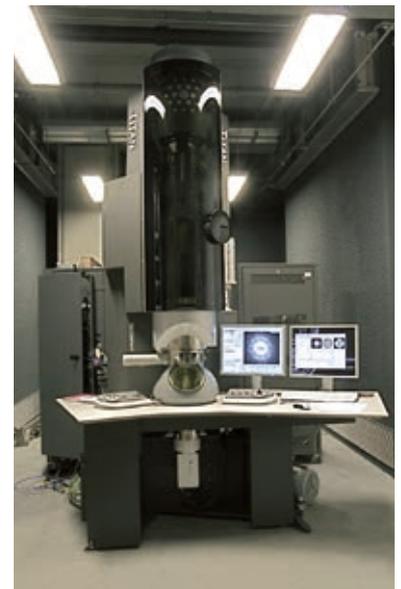


Hochauflösende rastertransmissionselektronenmikroskopische Abbildung einer Grenzschicht zwischen einer verspannten ferroelektrischen Schicht (NaNbO_3) und dem Substrat (DyScO_3), die am IKZ hergestellt wurde. In diesem Abbildungsmodus skaliert die Intensität in der Abbildung mit der Kernladungszahl des Atoms. Daraus lassen sich Aussagen zur chemischen Zusammensetzung ermitteln. Aus der Analyse von Abbildungen (a) $[1-10]_o$ and (b) $[001]_o$ aufgenommen wurden, lässt sich schließen, dass sich Schicht und Substrat an der Grenzfläche durchmischen, was Einfluss auf die elektronischen Eigenschaften der Grenzfläche hat. Der Abbildung überlagert sind atomare Modelle der Struktur: Blaue, violette, rote, gelbe und grüne Atome bezeichnen jeweils Dy, Sc, O, Na und Nb. (c) Intensitätsprofile senkrecht zur Grenzfläche entlang der Positionen 1 und 2 in Abbildung b.

fenster. „Deren Farbigkeit entsteht dadurch, dass die Glasmacher dem Siliziumdioxid vor dem Schmelzen kleine Mengen feinsten Gold- oder Silberpartikel beimischen.“ An der Grenzfläche zwischen Glas und den winzigen sphärischen Metallobjekten werden die elektromagnetischen Wellen des Lichts elastisch gestreut – ein Effekt, der in der Physik als Mie-Streuung bekannt ist. „Ob Blau, Rot oder Gelb: Einzig die Partikelgröße entscheidet über die Farbe“, erzählt Martin Albrecht. Durch das Tempern mit Sauerstoff werden die Partikel vollständig oxidiert und die Fehlstellen verschwinden wie durch Zauberhand.

Bisher konnten die Forscher nur „Vorher-Nachher-Bilder“ davon machen, denn typischerweise arbeiten Elektronenmikroskope im Hochvakuum. Derzeit wird jedoch ein *in-situ*-Halter am Mikroskop installiert, eine winzige Glaskammer, in der die Probe eingeschlossen wird. Unter Atmosphärendruck lässt sich Sauerstoff oder Wasserstoff einleiten und die Kammer stufenlos bis auf 1000°C hochheizen. „So können wir die Prozesse auch während des Entstehens verfolgen und thermodynamisch besser verstehen“, schwärmt Albrecht.

Das Elektronenmikroskop des IKZ steht übrigens in einem Joint-Lab, zusammen mit einem zweiten von der Humboldt-Universität. „Die HU nutzt ihr Gerät vorrangig chemisch-analytisch – wir unseres für strukturelle Untersuchungen“, erläutert Albrecht. „Auch diese Kooperation wollen wir nun noch stärker ausbauen.“



Das Rastertransmissionselektronenmikroskop FEI Titan 80-300 G2 (STEM / TEM) des IKZ ist in der Lage, Bilder mit 0,07 Nanometern Auflösung herzustellen.

STEVEN SEET

Rätsel um Eisbär Knuts Erkrankung gelöst

Bei Knut, dem berühmten Eisbären des Berliner Zoos, wurde seinerzeit eine Hirnentzündung mit unbekannter Ursache festgestellt. Inzwischen steht fest: Der Eisbär litt an einer Autoimmunerkrankung des Gehirns. Diese nicht ansteckende Erkrankung mit der Bezeichnung „Anti-NMDA-Rezeptor-Enzephalitis“ kommt in ähnlicher Form auch beim Menschen vor und wurde nun erstmals im Tierreich nachgewiesen.

Knut war ein Publikumsmagnet und weit über die Grenzen Berlins bekannt. Das Tier verstarb am 19. März 2011, als es infolge eines epileptischen Anfalls in den Wassergraben seines Geheges stürzte und ertrank. Die Todesumstände wurden damals vom IZW intensiv untersucht und als Auslöser der epileptischen Anfälle eine Hirnentzündung festgestellt. Eine Infektion wurde als Auslöser vermutet, die genaue Ursache der Erkrankung blieb jedoch rätselhaft.

Kooperation von Hirn- und Wildtierforschern

Als Privatdozent Dr. Harald Prüß, Wissenschaftler am Berliner Standort des DZNE und Facharzt an der Klinik für Neurologie der Charité, von diesem Befund erfuhr, studierte er den Autopsiebericht und entdeckte Parallelen zu eigenen Studien über menschliche Hirnerkrankungen. Der Neurowissenschaftler setzte sich daraufhin mit Prof. Alex Greenwood, Leiter der Abteilung für Wildtierkrankheiten des IZW, in Verbindung. Sollte Knut an einer Autoimmunerkrankung des Gehirns gelitten haben?

Die beiden Forscher verständigten sich schnell darauf, dieser Vermutung gemeinsam nachzugehen. Denn Greenwood, der die ursprüngliche Untersuchung über Knut geleitet hatte, hatte schon seit längerer Zeit eine nicht infektiös bedingte Enzephalitis in Betracht gezogen. Vor der Zusammenarbeit mit Prüß hatte es jedoch keine Möglichkeit gegeben, diese Krankheit bei Wildtieren nachzuweisen. Das IZW hatte Proben vom Gehirn des Eisbären aufbewahrt. Auf diese griffen die Forscher nun zurück.

„Für uns waren diese Untersuchungen eine Möglichkeit, unsere Testmethoden zu erweitern und zu verfeinern“, sagt Prüß. Die Analyse ergab, dass der Eisbär an „Anti-NMDA-Rezeptor-Enzephalitis“ erkrankt war. In den Gewebeproben des Tieres konnten die Wissenschaftler dafür typische Eiweißstoffe, sogenannte Antikörper, nachweisen.

„Diese Autoimmunerkrankung war bislang nur von Menschen bekannt. Das Abwehrsystem des Körpers

schießt gewissermaßen über das Ziel hinaus. Es werden Antikörper freigesetzt, die die eigenen Nervenzellen schädigen, statt Krankheitserreger zu bekämpfen“, erläutert Prüß. „Zu den möglichen Symptomen zählen epileptische Anfälle, Halluzinationen und Demenz.“

Bis vor kurzem unbekannt

Entdeckt wurden diese Mechanismen erst vor wenigen Jahren. Früher habe man beim Menschen die Ursachen von Hirnentzündungen, die nicht durch Erreger wie Viren, Bakterien oder Parasiten ausgelöst werden, nur unzureichend aufschlüsseln können, so Prüß. „Inzwischen ist die Zahl der ungeklärten Fälle deutlich gesunken. Seit 2010 wissen wir, dass die meisten Patienten mit einer Hirnentzündung ohne Erregernachweis an Anti-NMDA-Rezeptor-Enzephalitis erkrankt sind. Denn mittlerweile gibt es Testverfahren, um die dafür charakteristischen Antikörper nachzuweisen“, sagt der Neurowissenschaftler. „Beim Menschen lässt sich diese Erkrankung relativ gut mit Medikamenten behandeln.“

„Letztlich hat uns dieses Resultat doch ziemlich beeindruckt“, kommentiert IZW-Forscher Greenwood die neuen Erkenntnisse über Knuts Erkrankung. „Die Anti-NMDA-Rezeptor-Enzephalitis wurde erst kürzlich beim Menschen beschrieben. Sie ist aber offenbar auch für andere Säugetiere von Bedeutung. Wir sind erleichtert, das Rätsel um Knuts Erkrankung endlich gelöst zu haben. Zumal diese Erkenntnisse praktische Bedeutung haben könnten. Beim Menschen ist diese Erkrankung therapierbar. Wenn es gelingt, diese Therapien zu übertragen, könnten wir bei Zootieren möglicherweise Hirnentzündungen erfolgreich behandeln und Todesfälle vermeiden.“

Antikörper-Tests bei Demenzpatienten

„Knuts Erkrankung ist ein weiterer Fingerzeig noch in einer anderen Beziehung: Möglichweise sind Autoimmunerkrankungen des Nervensystems bei Menschen und anderen Säugetieren weiter verbreitet als bisher angenommen“, meint Greenwood.

„Es könnte sein, dass wir bei Menschen mit Psychosen oder Gedächtnisstörungen autoimmunvermittelte Entzün-

» Zu den möglichen Symptomen zählen epileptische Anfälle, Halluzinationen und Demenz.«



Eine überschießende Immunreaktion führte zum Tod von Eisbär Knut. Er litt an einer „Anti-NMDA-Rezeptor-Enzephalitis“, die auch beim Menschen Demenz und andere schwere Nervenerkrankungen auslöst. Sobald die Krankheit nachgewiesen ist, kann sie gut behandelt werden.

dungen übersehen. Denn diese Patienten werden nicht routinemäßig auf die zugehörigen Antikörper untersucht“, kommentiert DZNE-Forscher Prüß. „Infolgedessen können wir sie nicht optimal behandeln. Daher halte ich es für sinnvoll, insbesondere dann, wenn die Ursache einer Demenz unklar ist, Patienten auf entsprechende Antikörper zu testen.“ Denn Antikörper seien mögliche Angriffspunkte für Medikamente. Zumal es neben der Anti-NMDA-Rezeptor-Enzephalitis noch weitere Hirnerkrankungen gebe, für die fehlgeleitete Antikörper ebenfalls von Bedeutung sind.

Für Dr. Andreas Knieriem, Direktor des Zoologischen Gartens Berlin, ist das vorliegende Untersuchungsergeb-

nis ist ein wichtiger Forschungsbeitrag in Sachen Autoimmunerkrankungen des Nervensystems bei Tieren: „Man kann den Wissenschaftlern des Deutschen Zentrums für Neurodegenerative Erkrankungen, des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung sowie der Charité - Universitätsmedizin Berlin nur gratulieren. Sie haben die Basis dafür geschaffen, dass in Zukunft entsprechende Erkrankungen wie jene von Knut früher erkannt und behandelt werden können.“

Scientific Reports 5, Article number: 12805 (2015)
DOI: 10.1038/srep12805

CATARINA PIETSCHMANN

Isotopenanalyse gibt Hinweise auf Flugrouten von Fledermäusen

Zeig mir, was Du gefressen hast und ich sag' Dir, wie Du hierhergekommen bist. So lautet der Ansatz der neuesten Fledermausstudie des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) in Berlin. Wissenschaftler um Christian Voigt gelang es anhand von Isotopenanalysen die bevorzugten Habitate von drei Fledermausarten zu ermitteln. Die Ergebnisse lassen erstmals Rückschlüsse auf die Wanderrouten von Fledermäusen zu.



Die Rauhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) wandert über weite Strecken und ist ebenfalls durch Windkraftanlagen bedroht.

Anlass der Studie ist die hohe Zahl von Schlagopfern an Windkraftanlagen, an denen jährlich etwa 300.000 Fledermäuse sterben. Siebzig Prozent der Verunglückten gehören migrierenden Arten an, die Deutschland im Frühjahr und Herbst auf ihrer Wanderung vom Nordosten Europas in den Südwesten kreuzen. Während die Zugrouten von Vögeln gut untersucht sind, weiß man über die der nachtaktiven kleinen Säugetiere so gut wie nichts, sagt Verhaltensforscher Christian Voigt. „Wir fragten uns: Gibt es Gebiete, in denen Windkraftanlagen besser nicht stehen sollten, weil dort eventuell Migrationskorridore liegen?“

Die IZW-Forscher analysierten die Kadaver dreier Arten, die bei ihren Wanderungen gen Süden an Windkraftanlagen den Tod gefunden hatten: Von der nicht-migrierenden Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* sowie dem Großen Abendsegler *Nyctalus noctula* – einem „Mittelstreckenflieger“, der einige Hundert Kilometer weit zieht – und von der Rauhaufledermaus *Pipistrellus nathusii*. Sie legt pro Jahr bis zu 4.000 Kilometer zurück. In Fell, Flughautmembran, Muskel, Leber und Blut bestimmten die Forscher das Verhältnis der stabilen Isotope der Elemente Kohlenstoff ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) und Stickstoff ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$).

Die Isotopenzusammensetzung eines lokalen Nahrungsnetzes hat ein für die Region charakteristisches Muster. Es ist quasi ihr Fingerabdruck, der von Boden, Düngung und Witterungsverhältnissen geprägt wird. Über die

Nahrungskette Pflanze-Insekt-Fledermaus wird diese Signatur weiter gegeben. „Wir können aus den Analysen also rückschließen, in welchen Lebensräumen sich die Tiere auf ihren Wanderungen hauptsächlich aufhielten bevor sie verendeten“, sagt Voigt. Das Ergebnis: Die Isotopie der Rauhaufledermäuse unterscheidet sich grundlegend von der der beiden anderen Arten. Während die heimische Zwergfledermaus und der Große Abendsegler typische Muster terrestrischer Gebiete zeigen, jagt die Rauhaufledermaus vorrangig Insekten, die ihre Larvenzeit in aquatischen Gebieten, also Tümpeln, Seen und Flüssen verbracht haben. „Wir schließen daraus, dass es artspezifische Migrationsstrategien bei Fledermäusen gibt und dass Gewässer als Korridore für bestimmte Arten sehr wertvoll sind. Windpark-Standorte in Gewässernähe sind dementsprechend ungünstig“, betont Voigt.

Fledermäuse stehen nicht nur in Deutschland unter strengem Naturschutz, sondern auch entsprechend der Habitat-Direktive in der gesamten Europäischen Union. Weil Fledermäuse sehr langlebig sind – manche Arten werden bis zu 40 (!) Jahre alt – und anders als etwa gleichgroße Mäuse nur einmal im Jahr ein bis zwei Junge gebären, erholen sich die Populationen nur sehr langsam.

Artenschutz und Klimaschutz lassen sich jedoch gut verbinden, wenn Windkraftanlagen, die schon jetzt in Fledermauskorridoren stehen, erst bei erhöhten Windgeschwindigkeiten betrieben werden. Denn die Flugaktivität von Fledermäusen sinkt ab einer Windgeschwindigkeit von 8 Meter pro Sekunde drastisch. Just in dem Bereich also, in dem die Nettoenergieproduktion von Windrädern gerade erst ansteigt. „Der Verlust für die Betreiber liegt unter einem Prozent, wenn sie in diesem Bereich die Anlagen während des nächtlichen Durchflugs abschalten“, sagt Voigt. „Überhaupt macht es keinen betriebswirtschaftlichen Sinn, die Windkraftanlagen bei niedrigen Windgeschwindigkeiten, also bis 5 Meter pro Sekunde, laufen zu lassen, da sie ohnehin keine Energie erzeugen, aber eine hohe Zahl von Fledermaus-Schlagopfern produzieren.“ In den USA üben sich die Windkraftbetreiber bereits in einem freiwilligen Verzicht, um die Schlagopferzahl von Fledermäusen auf diese Weise zu reduzieren. Die Umsetzung dieser Praxis in Deutschland wäre ein enormer Gewinn für den Artenschutz.

ANGELINA TITTMANN

Lust auf Wissenschaft: Bürger erforschen Flüsse und Seen

Was haben Wissenschaftler, Taucher, Naturschützer, Schüler und Hobbyforscher gemeinsam? Lust auf Wissenschaft mit kriminalistischem Spürsinn! Beim neuen Citizen-Science-Projekt „Tatort Gewässer“ forschen mehr als 700 Bürger in der Rolle als CO₂-Fahnder aktiv mit. Bewaffnet mit Gummistiefeln, Taschenlampen, Glasröhrchen und Teststreifen machten sie sich Anfang November auf die Spur des Kohlendioxids (CO₂). Beprobt wurden Tümpel, Seen und Bäche in ganz Deutschland.

Mit dieser Aktion möchten wir herausfinden, welche Rolle unsere heimischen Binnengewässer im Rahmen des globalen Klimawandels spielen“, erklärt Dr. Katrin Premke, die das Projekt am Berliner Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) leitet. „Uns interessiert vor allem, ob und in welchem Umfang die Gewässer klimarelevantes Kohlendioxid (CO₂) freisetzen.“ Im Fokus der Forscher stehen deutschlandweit fast 9.000 km² Wasserfläche. Deshalb setzen sie auf die Unterstützung freiwilliger Mitstreiter.

Am Projekt beteiligt waren mehr als 700 Bürgerwissenschaftler, die im November Gewässer vor der eigenen Haustür beprobten. Insgesamt erstreckte sich die Aktion damit über 172 Bäche, 144 Flüsse, 107 Kleingewässer (Tümpel und Teiche) sowie 305 Seen. Unterstützung kam u.a. von Naturschutzverbänden, von Schulen, Kindergärten und Jugendeinrichtungen, von Tauchervereinen, Fischern und Naturparks sowie von Naturschutzbehörden und Landesämtern. „Wir sind ganz begeistert von dem großen Interesse“, sagt Katja Felsmann, die das Projekt koordiniert. „Natürlich stellt der Andrang unser kleines Team vor Herausforderungen, aber die Datenmengen, die wir bekommen werden, sind großartig.“ Alles, was die CO₂-Fahnder für ihre Ermittlungen benötigten, war in einem kostenlosen Probenahmepaket enthalten, das im Oktober verschickt wurde.

Spurensuche unter der Wasseroberfläche

Binnengewässer bedecken in Deutschland etwa 2,4 % der gesamten Oberfläche. Sie alle beherbergen eine diverse Gemeinschaft von Mikroorganismen, die die Umsetzung von Kohlenstoff und damit auch die Produktion von CO₂ steuern: Algen und einige Bakterien speichern das Treibhausgas und wandeln es in Biomasse um. Gleichzeitig atmen Bakterien CO₂ aus und setzen es somit frei.

Die Vielfalt, Menge und Produktivität dieser Mikroorganismen wird u.a. von der Temperatur, dem Kohlenstoff- und Nährstoff-Eintrag und den Lichtverhältnissen an einem Gewässer beeinflusst. Veränderungen in der Landwirtschaft, extreme Wetterereignisse und zunehmende Lichtverschmutzung können all diese Prozesse verändern – mit noch weitgehend unbekanntem Folgen.



„In unserem Projekt möchten wir deshalb gemeinsam mit Bürgerwissenschaftlern untersuchen, wie sich diese, oftmals vom Menschen verursachten Umweltveränderungen, auf unsere Gewässer auswirken und welche Rolle das für den globalen Kohlenstoffkreislauf spielt“, sagt Katrin Premke. Die einmalige Beprobung liefere eine Art Momentaufnahme des Gesamtbildes, erklärt sie. Daraus könne dann abgeleitet werden, ob unsere Inlandsgewässer zu diesem Zeitpunkt eher als CO₂-Senken oder -Quellen fungieren und ob eventuell künstliches Licht in der Nacht einen Einfluss darauf hat. „Wir vermuten, dass künstliches Licht die mikrobielle Struktur verändert und sich daraus auch eine veränderte Kohlenstoffdynamik ergibt“, sagt die Wissenschaftlerin. Im Citizen-Science-Projekt „Tatort Gewässer – dem CO₂ auf der Spur!“ soll es deshalb auch darum gehen, wie und warum Mikroorganismen auf künstliche Lichteinflüsse reagieren.

Ob Laie oder Profi: Gewässerforscher möchten herausfinden, was Tümpel, Flüsse und Seen mit dem globalen Klima zu tun haben. Alles, was die Bürgerwissenschaftler für die Spurensuche benötigten, wurde im Oktober in Form eines kostenlosen Probenahmepakets verschickt.

Das Projekt „**Tatort Gewässer – dem CO₂ auf der Spur!**“ startete im April 2015 in Berlin und wurde vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei initiiert und teilfinanziert. Es ist eines von derzeit drei laufenden Citizen-Science-Projekten am IGB.
Projektleitung: Dr. Katrin Premke
Kordinatorin: Katja Felsmann
tatortgewaesser@igb-berlin.de
www.tatortgewaesser.de
[www.facebook.de/Tatort-Gewässer-dem-CO₂-auf-der-Spur](https://www.facebook.de/Tatort-Gewässer-dem-CO2-auf-der-Spur)

BEATRICE HAMBERGER

„Alles oder nichts“

Der Physiker, Mediziner und Zellbiologe Prof. Dr. Thomas Jentsch vom FMP in Berlin zählt zu den führenden Ionenkanalforschern weltweit. Vor 25 Jahren gelang ihm ein wissenschaftlicher Durchbruch, die erstmalige Klonierung eines Chloridkanals. Im Interview berichtet er, was ihn antreibt und wohin die Reise vielleicht noch gehen könnte.



Prof. Thomas Jentsch.

Herr Professor Jentsch, vor 25 Jahren haben Sie das Gen für einen spannungsabhängigen Chloridkanal (ClC) entdeckt und damit ein völlig neues Forschungsfeld eröffnet. Jetzt widmet Ihnen das britische Fachmagazin „The Journal of Physiology“ einen großen Sonderteil. Wie fühlen Sie sich?

Jentsch: Ich muss zugeben, es ist ein gutes Gefühl. Zumal es zunächst gar nicht danach aussah, dass mir das Protein doch noch ins Netz gehen würde.

Wie das?

Damals habe ich als Post-Doc am Whitehead Institute in den USA zwei Jahre an dem Torpedo-Chloridkanal geforscht und glaubte, ihn schließlich gefunden zu haben. Mit diesem „vorläufigen“ Ergebnis habe ich mich dann als Nachwuchsgruppenleiter in Hamburg beworben – und die Stelle auch bekommen. Allerdings hatte sich kurz vorher herausgestellt, dass ich das falsche Kandidatenprotein gezogen hatte. Das war natürlich ein sehr schlechter Start. In Hamburg musste ich dann noch einmal ganz von vorn anfangen.

Hört sich stressig an.

Es war stressig. Die Stelle war auf fünf Jahre befristet und ich stand unter einem ungeheuren Druck. Alles auf ein Pferd zu setzen, ist ein großes Risiko – entweder man hat alles oder nichts.

Am Ende hatten Sie aber alles?

Glücklicherweise ja. Zweieinhalb Jahre später hatten wir den Kanal im elektrischen Organ des Zitterrochens kloniert und damit den ersten spannungsabhängigen Chloridkanal molekular identifiziert. Das war ein echter

Durchbruch. Vorher kannte man die Chloridkanäle nur elektrophysiologisch, aber man kannte die Proteine eben nicht. Durch die Klonierung des Torpedo-Chloridkanals haben sich schrittweise die ganze Genfamilie und die vielfältigen Funktionen ihrer Mitglieder eröffnet.

Der Chloridkanal des Torpedorochens war der Anfang. Heute weiß man, dass der Mensch neun verschiedene CLC Chloridkanäle und -transporter besitzt. Was machen diese Kanäle eigentlich?

Ionenkanäle spielen eine entscheidende Rolle beim Transport von Ionen wie Natrium, Chlorid, Kalzium oder Kalium über Zellmembranen. Der Transport von Ionen, die ja elektrisch geladen sind, führt zu elektrischen Signalen, die zum Beispiel essenziell für die Datenverarbeitung im Gehirn sind. Darüber hinaus ist Ionen transport wichtig für Salz- und Flüssigkeitstransport, zum Beispiel in Niere und Darm, sowie für die Einstellung des richtigen Volumens und pH-Wertes von Zellen. Kurzum: Der Ionen transport ist überlebenswichtig für die Zelle und den gesamten Organismus.

Ionenkanalforschung ist eine Domäne von Grundlagenforschern. Welche Bedeutung haben Ihre Erkenntnisse für die Medizin?

Sie erklären uns eine Reihe von Erbkrankheiten. Schon ein Jahr nach Entdeckung des Torpedo-Chloridkanals konnten wir den Muskelkanal an Säugetieren klonieren und zeigen, dass er im myotonen Mausmodell mutiert war. Dies hat uns dann ein weiteres Jahr später zu der Erkenntnis geführt, dass Mutationen im Chloridkanal zu verschiedenen erblichen Formen der Muskelsteifheit, der sogenannten Myotonia congenita, beim Menschen führen. Für mich zeigt das die enorme Bedeutung der Grundlagenforschung.

Sie sind noch weiteren Erbkrankheiten auf die Schliche gekommen.

Wir konnten zum Beispiel nachweisen, dass bestimmte Formen der angeborenen Taubheit, Blindheit oder verschiedene Nierenerkrankungen wie massiver Salzverlust, Nierensteine und Nierenverkalkung auf Defekte oder das völlige Fehlen eines oder mehrerer CLCs zurückgehen. Außerdem haben wir gezeigt, dass eine Mutation im Ionen transporter ClC-7 zu der seltenen Erbkrankheit Osteopetrose führt. Unseren Fund in der Maus konnten wir sofort auch an Patienten bestätigen. Im Gegensatz zur Osteopetrose sind die Knochen bei dieser Erkrankung extrem verkalkt, wodurch die Knochen aber ebenfalls instabil wer-

den. Fehlt dieser Ionenporter völlig, kommt es sogar zu einer schweren Neurodegeneration.

CLC-7 ist heute ein etabliertes Osteopetrose-Gen und in erster Linie diagnostisch relevant. Wie sieht es auf therapeutischer Seite aus?

In klinischer Hinsicht sind die Ergebnisse vor allem für die Behandlung der wesentlich häufigeren Osteoporose interessant. Wir wissen, dass CLC-7 in den Osteoklasten exprimiert wird, die den Knochen sozusagen abknabbern. Darum suchen wir jetzt zusammen mit der Screening-Unit am FMP nach neuen Inhibitoren, die das Gen unterdrücken. Die Idee dahinter ist, so eine Verdickung des Knochens herbeizuführen. Noch ist das Ganze nicht spruchreif. Ich kann Ihnen aber ein anderes Beispiel nennen, wo unsere Entdeckungen tatsächlich schon therapeutischen Nutzen haben: Der Kaliumkanal KCNQ2, den wir als Verursacher einer Form der vererbten Epilepsie ausfindig machen konnten, ist heute ein Target für die Pharmaindustrie. Es gibt bereits ein Medikament, das diesen Kanal öffnet. An weiteren Substanzen wird momentan intensiv geforscht.

Würden Sie sich manchmal wünschen, die Translation ginge etwas schneller?

Natürlich ist es wünschenswert, dass aus Grundlagenforschung möglichst schnell auch neue Therapieansätze werden. Ich weiß aber auch, dass das sehr lange Zyklen sind. Mir ist der medizinische Aspekt meiner Arbeiten sehr wichtig. Ehrlich gesagt bin ich aber etwas besorgt über die augenblickliche Fokussierung auf die rein patientenorientierte, sogenannte translationale Forschung. Meiner Meinung nach wird dabei übersehen, dass aus der Grundlagenforschung die entscheidenden Impulse kommen.

So wie bei der Klonierung des Torpedo-Kanals?

Exakt. Das war reine Grundlagenforschung. Oder nehmen Sie den Anionenkanal VRAC.

Dessen molekulare Identität Sie unlängst entschlüsselt haben?

Die molekulare Zusammensetzung dieses Druckventils war jahrzehntelang die große Unbekannte bei der Frage, wie Zellen ihr Volumen regulieren. Etliche Wissenschaftler haben sich die Zähne daran ausgebissen. Allein in „Nature“ wurden drei falsche Arbeiten dazu publiziert.

Hat Sie das umkämpfte Gebiet angespornt?

VRAC war ein lang gehegter Traum von mir. Dass wir dann nach vier Jahren Forschung – zuletzt ein Jahr äußerst intensiv ohne Wochenendpausen – herausgefunden haben, welche Proteinfamilie diesen Anionenkanal bildet, war der entscheidende Durchbruch. Wobei ich eingestehen muss, dass eine andere Arbeitsgruppe genauso schnell war – beide Arbeiten wurden sogar am selben Tag publiziert. Unsere Arbeit war allerdings wesentlich umfassender.

Würden Sie die Entschlüsselung von VRAC auf die gleiche Wichtigkeitsstufe stellen wie die des Torpedo-Kanals?

Wahrscheinlich, obwohl anders als damals bei den CLCs inzwischen viele andere Kanäle molekular bekannt sind. VRAC ist auch deshalb so interessant, weil er nicht nur Chlorid, sondern auch Aminosäuren wie etwa Gluta-

mat durchlässt. Und das führt uns zu ganz spannenden Fragestellungen. Eine Hypothese besagt, dass VRAC eine Rolle beim programmierten Zelltod spielt und im Zusammenhang mit Resistenzen von Zytostatika steht. Eine andere bringt den Kanal mit Schlaganfällen in Verbindung – Stichwort Glutamatoxizität. An beidem sind wir aktiv dran. Sie sehen, auch hier kommen die Impulse direkt von der Grundlagenforschung in die Medizin.

Wird der Mediziner, Physiker und Zellbiologe Thomas Jentsch demnächst noch ein weiteres Forschungsfeld eröffnen?

Der Gedanke hat einen gewissen Reiz. Allerdings war die Identifizierung der CLCs und jetzt von VRAC nicht das Ziel an sich, sondern die Voraussetzung, wichtige biologische und medizinische Fragen zu klären. Daher werden wir wie bei den CLCs auch beim VRAC in die Tiefe gehen, die wichtigsten diesbezüglichen Hypothesen überprüfen und sicher auch wieder unerwartete Entdeckungen machen. Es dreht sich zwar alles um Ionentransport, aber inhaltlich sind wir sehr vielseitig aufgestellt. Einerseits versuchen wir Strukturfunktionen und zellbiologische Aspekte zu ergründen – also zu verstehen, was die Kanäle im Detail machen. Andererseits versuchen wir, die Ursachen genetisch bedingter, sehr unterschiedlicher Krankheiten aufzuklären, indem wir etwa in Knock-out-Mäusen einzelne Gene abschalten. Da gibt es also genug Spannendes zu tun.

Kann sich ein Vollblutforscher wie Sie eigentlich auch ein Leben ohne Forschung vorstellen?

Es wäre dumm, wenn es nicht so wäre. Ich interessiere mich für fremde Kulturen und Geschichte, reise gerne in abgelegene Regionen und spreche mehrere Sprachen. Literatur mag ich auch. Langweilig würde mir bestimmt nicht. Aber bei dem, was ich mir noch vorgenommen habe, bleibt dafür vorerst wenig Zeit, und allein VRAC wird uns – und viele andere Arbeitsgruppen – bestimmt noch zehn Jahre sehr produktiv beschäftigen. Und wer weiß – auch die Sache mit dem neuen Forschungsfeld ist noch nicht ganz aus der Welt.

Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Thomas Jentsch leitet eine Forschungsgruppe am Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie (FMP) und am benachbarten Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC) auf dem Campus Berlin-Buch.

Nach dem Studium der Medizin und Physik an der FU Berlin forschte Thomas Jentsch zunächst über die Physiologie von Ionentransport ebenfalls an der FU, bevor er von 1986 bis 1988 als Post-Doc im Labor von H.F.Lodish (MIT) sich molekular mit dem Torpedokanal beschäftigte, den er dann als Nachwuchsgruppenleiter (1988-1993) am Zentrum für Molekulare Neurobiologie (ZMNH) in Hamburg im Jahr 1990 identifizierte. Ab 1993 leitete er als Professor und Direktor ein Institut am ZMNH bevor er 2006 als Abteilungsleiter an das FMP und MDC nach Berlin ging. Er erhielt zahlreiche Auszeichnungen und Preise (z.B. Leibniz-Preis der DFG und Prix Louis-Jeantet de Médecine) und ist Mitglied von vier Akademien.

GESINE WIEMER

Karl Weierstraß und die Goldene Zeit der Mathematik

Karl Weierstraß war ein Studienabbrecher und ein Spätzünder – und hat es dennoch zu einem der ganz Großen in der Mathematik gebracht. Am 31. Oktober feiert das Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik (WIAS) seinen 200. Geburtstag. Zu Gast war auch die Mathematikerin und Bundesforschungsministerin Johanna Wanka.



Gruppenbild mit Ministerin und Weierstraß

Wanka hob Karl Weierstraß' Verdienste für die Mathematik und seine Förderung von Sofja Kowalewskaja, der weltweit ersten Mathematikprofessorin, hervor. „Weierstraß war mit seiner Unterstützung für Sofja Kowalewskaja ein Vorreiter für die Chancengleichheit in der Wissenschaft. Das Thema ist auch heute noch hochaktuell: Frauen und Männern gleiche Karrierechancen in der Wissenschaft zu bieten, ist eine zentrale wissenschaftspolitische Aufgabe, für die sich mein Ministerium besonders stark macht“, sagte die Bundesforschungsministerin.

„Als Beamter in der öffentlichen Verwaltung hast Du eine sichere Stellung“, so ähnlich wird es Vater Weierstraß seinem Sohn nahegelegt haben. Doch das Herz von Karl Weierstraß, geboren am 31. Oktober 1815 in der Nähe von Warendorf bei Münster, schlug für die Mathematik. So brach er sein Studium der Kameralistik, also des öffentlichen Verwaltungswesens, entgegen dem väterlichen Wunsch nach zwei Jahren ab und studierte Mathematik auf Lehramt.

Anschließend arbeitete er als Gymnasiallehrer, zunächst in Münster, später in Deutsch-Krone (Westpreußen) und in Braunsberg (Ostpreußen). Daneben ging er seiner wahren Leidenschaft nach und entwickelte seine Theorie der Abelschen Funktionen. Er war schon fast 40 Jahre alt, als er seine Ergebnisse schließlich 1854 in dem angesehenen Crelle'schen Journal veröffentlichte – zu spät für den Start einer wissenschaftlichen Karriere, würde man heute vermuten. Doch wurde Weierstraß durch den Artikel schlagartig in mathematischen Kreisen bekannt.

Die Universität Königsberg verlieh ihm 1854 die Ehren doktorwürde, und er erhielt zahlreiche Stellenangebote.

Auch in Berlin versuchte man, Weierstraß für sich zu gewinnen. Ab 1856 unterrichtete er am Königlichen Gewerbeinstitut Berlin, einem der Vorgängerinstitute der Technische Universität. Der Berliner Universität war er ab 1858 durch eine Außerordentliche Professur verbunden, erst sechs Jahre später erhielt er dort eine Ordentliche Professur. Später wurde er Dekan der Philosophischen Fakultät und Rektor der Berliner Universität.

Weierstraß freute sich, wenn Mitschriften seiner Vorlesungen weiterverbreitet wurden, und unterstützte junge Talente. Insbesondere die Förderung von Sofja Kowalewskaja (1850–1891) ging in die Wissenschaftsgeschichte ein. Da Frauen noch nicht für das Studium zugelassen waren, erteilte er ihr Privatvorlesungen. Sofja Kowalewskaja wurde schließlich Professorin in Stockholm und war die erste Frau, die eigenständig Vorlesungen hielt.

Eine herausragende mathematische Leistung von Karl Weierstraß ist die Genauigkeit und Strenge, mit der er die Analysis auf neue Füße gestellt hat. Er dachte sehr tief darüber nach, wie man die fundamentalen Begriffe genau fassen kann, so dass keine Widersprüche entstehen. Seine Kollegen waren oft nicht so gründlich – dann brachte Weierstraß gern ein Gegenbeispiel. Diese waren allseits gefürchtet. So hieß eine von ihm konstruierte Funktion „Monsterfunktion“. Die Mathematiker waren bis dahin davon ausgegangen, dass jede stetige Funktion bis auf wenige Ausnahmestellen überall differenzierbar ist. Weierstraß konstruierte daraufhin eine stetige Funktion, die nirgends differenzierbar ist.

Bis ins hohe Alter widmete sich Weierstraß der Mathematik und hielt Vorlesungen. Er trug viel zu einer der Glanzzeiten der Berliner Mathematik bei und war hoch geehrt.

Das Berliner Weierstraß-Institut ehrte seinen Namenspatron zu seinem 200. Geburtstag am 31. Oktober 2015 mit einem Festakt in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. Es gab acht historische Vorträge zum Leben und Werk von Karl Weierstraß. Diese Vorträge basieren auf dem Festband „Karl Weierstraß (1815–1897). Aspekte seines Lebens und Werkes“, herausgegeben von Wolfgang König und Jürgen Sprekels (Springer Verlag).

SUSANNE SCHILLER

FVB-Nachwuchs-Preis: Frühe Warnung vor Diabetes Typ 2



Der Nachwuchswissenschaftlerinnen-Preis 2015 des Forschungsverbundes Berlin (FVB) ist an Dr. Kristin Mühlenbruch vom Deutschen Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke (DIfE) verliehen worden. Am 4. November würdigte der FVB die herausragende Dissertation der Jungforscherin auf dem Gebiet der Diabetes-Präventionsforschung.

Kristin Mühlenbruch entwickelte den „Deutschen Diabetes-Risiko-Test®“ weiter. Demnach tritt Typ-2-Diabetes besonders häufig dann auf, wenn bereits die Eltern oder Geschwister daran erkrankt sind.

Mit dem Nachwuchs-Preis werden auch die erstklassigen interdisziplinären Leistungen der jungen Wissenschaftlerin anerkannt. So ist es ihr gelungen, statistisch-methodische mit medizinisch-epidemiologischen Fragestellungen zu verbinden. Ihre Forschung führt sie als Postdoc am DIfE in der Abteilung Molekulare Epidemiologie weiter.

Feierliche Übergabe des Preises in der Leibniz-Geschäftsstelle (von links): Prof. Dr. Tockner, Direktor des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei; Prof. Dr. Schulze, Leiter der Abteilung Molekulare Epidemiologie, Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIfE); Dr. Kristin Mühlenbruch, DIfE; Prof. Dr. Grune, Wissenschaftlicher Stiftungsvorstand, DIfE; Dr. Simone Raatz, Stv. Vorsitzende des Bundestags-Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung; Dr. Manuela Urban, Geschäftsführerin des Forschungsverbundes Berlin e.V.



Dr. Simone Raatz forderte eine bessere Vereinbarkeit von Familie und wissenschaftlicher Karriere.



Klingende Speisekarte: Der Chor des Forschungsverbundes Berlin e.V. setzte zwischen den Reden musikalische Glanzpunkte.

FVB

Total E-Quality Prädikat

Zum dritten Mal erhält das FBH das Total E-Quality Prädikat für seinen Einsatz für Chancengleichheit. Die Auszeichnung dokumentiert die vorbildliche Gleichstellungspolitik des Instituts und würdigt das nachhaltig erfolgreiche Engagement rund um die Vereinbarkeit von Familie und Beruf. Das Total E-Quality Prädikat wurde dieses Jahr in Hamburg an 47 Einrichtungen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung verliehen, das FBH wurde zuvor bereits 2009 und 2012 ausgezeichnet.

Dr. Ina Ostermayr nimmt das Total E-Quality Prädikat für das FBH entgegen.

Auszeichnung für „Portal Bee“

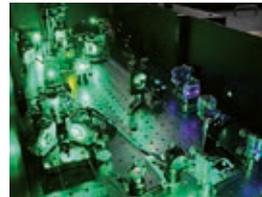


Dr. Jutta Koch-Unterseher von der Senatsverwaltung (links) und die Preisträger, das Team des IFV Biodiversität.

Das Webportal Portal Bee – „Biodiversität erkennen, erforschen, erhalten“ des Interdisziplinären Forschungsverbundes (IFV) Biodiversität ist als offizielles Projekt der „UN-Dekade Biologische Vielfalt“ ausgezeichnet worden. Beteiligt sind u.a. IZW, IGB und MINT Impuls. Der IFV Biodiversität freut sich sehr über diese Auszeichnung und bedankte sich bei

der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Forschung, die durch ihre Förderung den Aufbau des Portal Bee ermöglicht hat, und bei den vielen BürgerwissenschaftlerInnen, die die Projekte in den vergangenen Jahren so tatkräftig unterstützt haben!

LASERLAB erfolgreich in Horizont 2020



Das Netz der großen europäischen Laserforschungseinrichtungen LASERLAB-EUROPE kann erfolgreich in eine neue Phase der Zusammenarbeit von 2015 bis 2019 blicken. Bei einer der ersten Ausschreibungen des EU-

Programms Horizont 2020 war das Konsortium trotz des starken Wettbewerbs erfolgreich und hat Fördermittel in Höhe von 10 Millionen Euro eingeworben. Das Max-Born-Institut ist bei LASERLAB-EUROPE an mehreren Forschungsthemen beteiligt, öffnet seine Applikationslabore für Gastwissenschaftler und ist für das gesamte administrative Projektmanagement verantwortlich.

Aus der Leibniz-Gemeinschaft

Leibniz debattiert: Frank Bösch und Gregor Gysi im Gespräch



Vor 25 Jahren trat die DDR der Bundesrepublik Deutschland bei. Erst überwog die Euphorie, dann ein Staunen über fortbestehende Unterschiede. Wie fremd waren sich West- und Ostdeutsche damals? Gab es trotz getrennter Systeme auch geteilte Erfahrungen? Darüber sprachen Gregor Gysi, Fraktionsvorsitzender der Linken, und der Historiker Frank Bösch, Direktor des Zentrums für Zeithistorische

Forschung in Potsdam, anlässlich dessen jüngster Publikation: „Geteilte Geschichte: Ost- und Westdeutschland 1970-2000“. Die Diskussion auf Video finden Sie hier: www.leibniz-gemeinschaft.de/medien/mediathek/

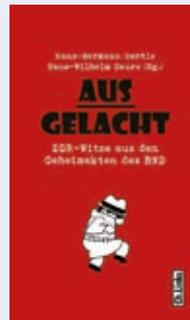
Beim Ökonomenranking der FAZ ganz vorne



Leibniz-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind auch beim diesjährigen Ökonomenranking der FAZ.NET – Frankfurter Allgemeine Zeitung ganz vorne mit dabei. Auf Platz 1 liegt wieder Hans-Werner Sinn vom ifo-Institut – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung in München. Auch die einflussreichste

Ökonomin Deutschlands arbeitet an einem Leibniz-Institut: Claudia Kemfert vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (DIW Berlin); sie belegt Platz 10 im Gesamtranking. Insgesamt haben es 31 Leibniz-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unter die Top 100 geschafft. Noch besser ist die Quote in den Top 10, wo Leibniz vier Mal vertreten ist. (Platz 3: Marcel Fratzscher/DIW; Platz 4: Clemens Fuest/ZEW). Auch bemerkenswert: Von den neun Frauen, die im Ranking gelistet werden, stammen vier und damit fast die Hälfte vom DIW.

Der BND sammelte die besten DDR-Witze



„Was geschieht, wenn die Wüste sozialistisch wird? Lange Zeit gar nichts, danach wird der Sand knapp.“ Nur ein Beispiel (aus dem Jahr 1986) von Witzen, mit denen die Bürger in der DDR den Widrigkeiten des Alltags mit Humor trotzten. Diese Witze hat sogar der Bundesnachrichtendienst gesammelt. Die entsprechenden Akten konnten der Journalist Hans-Wilhelm Saure und Hans-Hermann Hertle vom Zentrum für Zeithistorische Forschung Potsdam (ZZF) einsehen und haben darüber das Buch „Ausgelacht. DDR-Witze aus den Geheimakten des BND“ geschrieben (Ch.Links Verlag). Geschichte zum Lachen – aber auch zum Weinen, denn viele „Witzbolde“ landeten für einen Scherz im Gefängnis.

FBH kümmert sich um den Nachwuchs

Abschlusskonzert zum Schreibwettbewerb LichtBlicke. Die 10 besten Texte zum Thema Licht wurden vertont und am 10. Oktober aufgeführt.



Mädchen-Technik-Kongress GoPhoton: Karina Ickert informiert über die Ausbildung in der Mikrotechnologie am FBH.

Personen

MBI

Stefan Eisebitt neuer Direktor am MBI



Rund zwei Jahre dauerte die Suche. Seit dem 1. November ist **Prof. Stefan Eisebitt** Direktor am Max-Born-Institut für

Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI). Weitere Direktoren sind die Professoren Thomas Elsässer und Marc Vrakking. Der 50-Jährige Eisebitt studierte in Köln Physik. Nach seiner Diplomarbeit am Forschungszentrum Jülich im Bereich Röntgenspektroskopie verbrachte er drei Jahre an der University of British Columbia, Kanada, um 1996 an der Universität zu Köln über den Zusammenhang von Funktion und Struktur in Halbleiternanostrukturen zu promovieren. Nach seiner Arbeit als Wissenschaftler am Institut für Festkörperforschung in Jülich und 2000-2001 am Stanford Synchrotron Radiation Laboratory rückten Nanomagnetismus und Abbildungsverfahren mit kohärenter Röntgenstrahlung ins Zentrum seiner Forschungsaktivitäten. Von 2002 bis 2008 leitete Eisebitt eine Forschergruppe am Speicherring BESSY in Adlershof, Ende 2008 wurde er auf eine Strukturprofessur an die Technische Universität Berlin berufen und vertrat dort das Fachgebiet „Nanometer-Optik und Röntgen-

streuung“. Zudem hatte er seit 2012 an der Universität Lund den Lehrstuhl für „Coherent Imaging Methods in Materials Science“ inne. Besonders bekannt ist Eisebitt für seine Entwicklungen zur resonanten Röntgenholografie, die z.B. zeitaufgelöste Aufnahmen ultraschneller Magnetisierungsvorgänge ermöglicht. Als Direktor am MBI vertritt er – weiterhin an der TU Berlin – das Fachgebiet „Experimentelle Physik mit Schwerpunkt Laserphysik“.

IZW

Thomas B. Hildebrandt an die Freie Universität berufen



Seine Ernennung zum Univ.-Professor (W 3), Fach Wildtierreproduktionsmedizin am Fachbereich Veterinärmedizin,

der Freien Universität Berlin hat **Prof. Thomas B. Hildebrandt** Mitte September erhalten. Der Tiermediziner ist einer der weltweit erfolgreichsten Experten für die künstliche Befruchtung von Tieren. Sein besonderes Augenmerk gilt dabei vor allem den akut vom Aussterben bedrohten Arten wie z. B. dem Nördlichen Breitmaulnashorn, dem Sumatra Nashorn oder den afrikanischen und asiatischen Elefanten (Frozes Dumbo I and II). Hildebrandt ist seit 1997 Leiter der Abteilung Reproduktionsmanage-

ment am Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW). Die australische Universität in Melbourne ernannte ihn bereits 2012 zum Professor. Für seine bahnbrechenden Arbeiten erhielt er zahlreiche Auszeichnungen, darunter den Conservation Legacy Award des Zoos in Pittsburgh (US-Bundesstaat Pennsylvania) und den Honorary Fellowship des Royal College of Veterinary Surgeons von Großbritannien.

FBH

Günther Tränkle erneut zum OpTecBB-Vorsitzenden gewählt



Auf der Mitgliederversammlung des Kompetenznetzes Optische Technologien Berlin-Brandenburg OpTecBB e.V.

ist ein neuer Vorstand gewählt worden. Vorstandsvorsitzender wurde bereits zum vierten Mal **Prof. Günther Tränkle**, Direktor des Ferdinand-Braun-Instituts; neu im Vorstand sind Peter Krause (Stellvertretender Vorsitzender), Martin Schell, Adrian Mahlkow und Gerrit Rössler. OpTecBB e.V. ist eine Initiative von Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen in Berlin und Brandenburg, die gemeinsame Wege zur Erschließung und Nutzung dieser Technologien gehen wollen. Der im Jahr 2000 gegründete Verein hat rund 100 institutionelle Mitglieder.

Zum Titelbild: Die Industrielaser der Firma TRUMPF sind technologisch Spitze. Die weltweit leistungsfähigsten Pumplaser werden dafür am Ferdinand-Braun-Institut in Berlin entwickelt.

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. Marc Vrakking
Geschäftsführerin: Dr. Manuela B. Urban (V.i.S.d.P.)
Redaktion: Gesine Wiemer, Karl-Heinz Karisch

Titelbild: TRUMPF/SPD/FMP/Zoo Berlin
Layout: unicom Werbeagentur GmbH

Druck: Buch- und Offsetdruckerei H. Heenemann GmbH & Co. KG
„Verbundjournal“ erscheint vierteljährlich und ist kostenlos. Nachdruck mit Quellenangabe gestattet. Belegexemplar erbeten.
Redaktionsschluss dieser Ausgabe: 4. Nov. 2015



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.

