

verbundjournal

Das Zeitalter der Kristalle

Mikroelektronik, Quantenphysik, Strukturforschung –
Kristallographen erschaffen Zukunftswelten

Editorial



Liebe Leserin, lieber Leser, vor einem viertel Jahrhundert fiel am 9. November die Mauer. In der Folge des Einigungsvertrages von 1990 wurde die Akademie der Wissenschaften der DDR mit ihren zuletzt 59 Instituten abgewickelt, die einzelnen Einrichtungen einer Evaluierung unterzogen. Das war eine „politisch heikle und unter persönlichen Aspekten für beide Seiten oftmals belastende Aufgabe“, wie Professor Dieter Simon, der damalige Vorsitzende des Wissenschaftsrates, später selbstkritisch schrieb. Unter enormem Handlungsdruck seien den Ost-Instituten die Weststrukturen „übergestülpt“ worden. Immerhin, nur sechs DDR-Institute wurden nach der Evaluierung geschlossen, der große Rest kam bei der Fraunhofer-Gesellschaft und der Leibniz-Gemeinschaft unter.

Etwas völlig Neues und von vielen mit Kopfschütteln bedacht sei in diesem Zusammenhang der Forschungsverbund Berlin gewesen, erinnert sich Jürgen Schlegel, 1990 bis 2007 Generalsekretär der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung. Acht wissenschaftlich eigenständige Institute schlossen sich zusammen, um unter dem Dach einer gemeinsamen Verwaltung effizienter arbeiten zu können. Das Experiment ist geglückt. Heute gehören die Wissenschaftler unserer Institute mit zur Weltspitze. Das zeigen wir auch wieder mit diesem Journal, das sich dem Internationalen Jahr der Kristallographie widmet. Vor 100 Jahren legte der Physiker Max von Laue in Berlin dafür die Grundlagen. 1914 erhielt er den Nobelpreis. Erfahren Sie in diesem Heft, wie unsere Wissenschaftler auf seinen Erkenntnissen aufbauen.

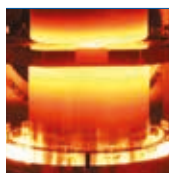
Viel Spaß beim Lesen wünschen
Ihnen Gesine Wiemer und
Karl-Heinz Karisch

Inhalt

FORSCHUNG AKTUELL

Nachrichten.....	3
Direktorenkolumne: Mikroelektronik und Photonik ins Rampenlicht! Von Günther Tränkle.....	5

TITEL: Das Zeitalter der Kristalle



2014 ist das Jahr der Kristallographie. Da kam der Physik-Nobelpreis für die blauen LEDs passgenau. Mehrere Institute des Forschungsverbundes Berlin e.V. arbeiten erfolgreich in diesem Bereich. Seite 6 »

Mit pfiffigen Tricks auf dem Weg zum perfekten Kristall.....	6
Interview mit Prof. Markus Weyers zum Physik-Nobelpreis 2014.....	8
Kristalle binden schädliche Nährstoffe im Seesediment.....	10
Dem Kristall beim Wachsen zusehen.....	12

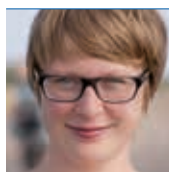
BLICKPUNKT FORSCHUNG



FMP-Wissenschaftlern sind erstmals zweifarbige Aufnahmen mit neuen Kontrastmitteln im Kernspintomographen gelungen. Tumore lassen sich damit genauer charakterisieren. Seite 14 »

WIAS: Gasnetze optimieren mit Mathematik.....	15
IZW: Großer Fischzug im „DNA-Teich“.....	16
IZW: Windräder hauen die stärkste Fledermaus um.....	17
IZW: Geparden fressen lieber Wild statt Rind.....	18
IGB: Einsetzen von Kannibalen lohnt sich nicht.....	19
IGB: Meine Doktorarbeit: Täuschung bei der Partnerwahl.....	20

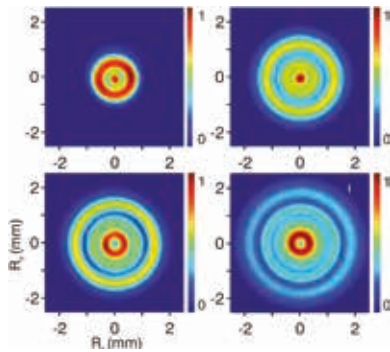
VERBUND INTERN



Dr. Kristin Scharnweber erhält den Nachwuchswissenschaftlerinnen-Preis 2014 des Forschungsverbundes Berlin e.V. Sie untersuchte die ufernahen Zonen in kleinen Flachseen. Seite 22 »

Aus der Leibniz-Gemeinschaft.....	22
Personen.....	23

Nachrichten



MBI

Wechselnde Beziehungen der Elektronen im Heliumatom

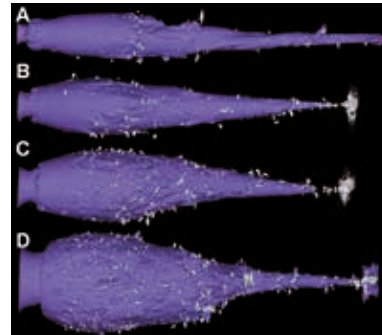
Abgesehen vom Wasserstoffatom, das nur aus einem Proton und einem Elektron besteht, ist das Heliumatom das am einfachsten aufgebaute Atom unserer Welt. Das Heliumatom besteht aus einem doppelt geladenen Kern und zwei ihn umkreisenden Elektronen. Die Existenz von zwei Elektronen führt zu einem neuen Gesichtspunkt mit weitreichenden Konsequenzen, nämlich dem Konzept der Elektronenkorrelation. MBI-Wissenschaftler um Prof. Marc Vrakking berichten im Fachjournal *Physical Review Letters* von der experimentellen Beobachtung des kontrollierten Auftauchens von Elektronenkorrelationen in Heliumatomen. Photoionisation von Helium wurde untersucht unter Bedingungen, bei denen die Elektronenkorrelation beliebig ein- und ausgeschaltet werden kann. Für ausgeschaltete Korrelation verhält sich Helium wie ein Wasserstoffatom. Für eingeschaltete Korrelation hingegen wird die Dynamik des Ionisationsprozesses stark durch die Wechselwirkung zwischen den beiden Elektronen bestimmt. Wie sich zeigt, lassen sich „wasserstoffähnliche“ Heliumatome, bei denen die Knotenstruktur der Wellenfunktion das Interferenzmuster bestimmt, in „xenonartige“ Heliumatome überführen, bei denen die auftauchende Elektronenkorrelation die „wasserstoffähnliche“ Wellenfunktion zerstört.

Physical Review Letters 113.103002 (2014)

IGB

10.000 junge Störe in die Oder ausgewildert

Die ersten von etwa 10.000 Jungstören sind im Unteren Odertal ausgesetzt worden. Die Besatzmaßnahme ist Teil der ostseeweiten Bemühungen, Elterntierbestände der vom Aussterben bedrohten Baltischen Störe im gesamten Ostseegebiet wieder heimisch zu machen. Aufbauend auf den Erfahrungen und Vorarbeiten des Nationalparks Unteres Odertal wurde in diesem Jahr die Unterstützung für die Aufzuchtarbeiten des Friedrichsthaler Fischers Lutz Zimmermann durch die Fischereiabgabe des Landes Brandenburg gesichert. So konnte Zimmermann bereits zum zweiten Mal Jungstöre von der acht Millimeter langen Larve zum etwa zehn Zentimeter großen Jungfisch aufziehen. Unterstützt wurde er bei dem Vorhaben durch die Nationalparkverwaltung sowie das Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) in Berlin. Für die Fischerei bedeutet das vorerst keine großen Fänge, denn Voraussetzung für eine nachhaltige Nutzung der Tiere sind stabile, sich selbst erhaltende Bestände. Erst wenn es gelingt, diese aufzubauen, ist eine geregelte Nutzung denkbar. „Umso erfreulicher ist die aktive und engagierte Beteiligung der Fischerei an diesem langfristigen Ziel“, freut sich Dr. Jörn Geßner, der das Wiederansiedlungsprogramm am IGB koordiniert. Das zeige, dass sich Naturschutz und Nutzungsgedanken nicht ausschließen müssen.



IZW

Blei in Jagdgeschossen ist verzichtbar

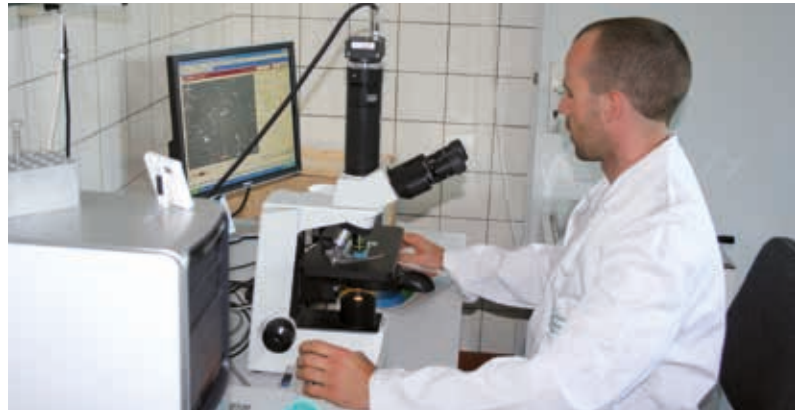
Eine neue Studie zur Zielballistik bleihaltiger und bleifreier Geschosse zeigt, dass beide Geschossmaterialien gleichermaßen für eine tierschutzgerechte Jagd geeignet sind. Bleifreie Geschosse hinterlassen sogar kleinere Splitterwolken als bleihaltige. In einer zielballistischen Untersuchung hatten Wissenschaftler des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung Berlin (IZW) mit Kollegen der RWTH Aachen und der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) das Verhalten von Projektilen beim Auftreffen, Eindringen oder Durchdringen eines Ziels analysiert. Ein detaillierter Vergleich zeigte, dass sich bleifreie Geschosse in ihrem zielballistischen Verhalten unterschieden. Eine der bleifreien Geschosskonstruktionen (Deformationsgeschoss) wies ein zielballistisches Verhalten auf, das dem des bleihaltigen Referenzgeschosses entsprach. Ferner beobachteten die Wissenschaftler, dass sich beim Beschuss



mit bleihaltiger Munition sich hunderte kleinster Bleisplitter ausbreiten, während bei bleifreien Geschossen nur wenige Splitter entstehen. Für ihren Versuch verglichen die Wissenschaftler zielballistische Daten von vier handelsüblichen Jagdgeschossen – eines davon mit Bleikern und drei aus homogenen Kupferlegierungen. Seit der Antike ist die Giftigkeit von Blei bekannt, heute gehört es zu den bekanntesten Umweltschadstoffen. Bleihaltige Munition wirkt sich stark auf Mensch, Tier und Umwelt aus. Zurzeit ist der Eintrag von Blei durch Bleimunition (geschätzt mehrere Tonnen im Jahr) in die Umwelt gewaltig. Es genügen bereits geringe Spuren von Bleiabrieb oder kleine Bleisplitter, um als Gift in Organismen zu wirken. Besonders für Tiere, die am Ende der Nahrungskette stehen, wie beispielsweise Greifvögel und Aasfresser, insbesondere beim Seeadler, gehören Bleivergiftungen zu den häufigsten Todesursachen. Beim Menschen wirken geringe Bleimengen toxisch und können das zentrale Nervensystem schädigen. Insbesondere bei Kindern führt die Aufnahme von Blei zu Entwicklungsstörungen. „Die Ergebnisse unserer Studie sind ein weiterer Erkenntnissschritt auf dem Weg zum Verzicht auf Blei in Jagdgeschossen. Dieser Prozess läuft bereits seit über zehn Jahren und wird gemeinsam von Politik, Jägerschaft und Forschungseinrichtungen getragen“, berichtet HNEE-Wissenschaftler Carl Gremse. *PLOS ONE*, DOI: [10.1371/journal.pone.0102015](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102015)

Weniger Antibiotika in der Schweinezucht

Forscher haben eine Möglichkeit gefunden, die Verwendung von Antibiotika in der Schweinezucht durch den Einsatz von antimikrobiellen Peptiden zu reduzieren. Sie konnten zeigen, dass der Einsatz von antimikrobiellen Peptiden (AMP) bei der Flüssigkonservierung von Sperma sinnvoll ist, da diese Bakterien effektiv bekämpfen. Für zwei der untersuchten AMPs konnte darüber hinaus gezeigt werden, dass sie bakterielles Wachstum in flüssigkon-



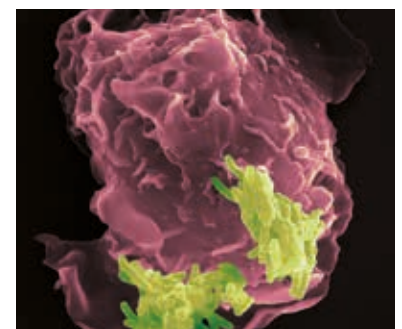
vierten Spermaproben unterdrücken, besonders wenn man ihren Einsatz mit einer geringen Dosis des Antibiotikums „Gentamicin“ kombiniert. Die Qualität der Spermien wurde dabei nicht beeinträchtigt. Künstliche Besamung mit flüssigkonserviertem Sperma wird heute zur assistierten Reproduktion in der Schweineproduktion weltweit routinemäßig angewendet. Frisch gewonnene Ejakulate enthalten grundsätzlich Bakterien, die sich ohne Konservierung negativ auf die Befruchtungsfähigkeit auswirken. Bei ihrer Suche nach neuen keimabwehrenden Alternativen arbeiteten Wissenschaftler des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) zusammen mit dem Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie (FMP) und dem Institut für Fortpflanzung landwirtschaftlicher Nutztiere Schönow e.V. (IFN). *PLOS ONE*, DOI: [10.1371/journal.pone.0105949](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105949)

FMP

Völlig neue Waffe des Immunsystems entdeckt

Berliner Forscher haben einen völlig neuen Weg entdeckt, wie das Immunsystem Krankheitserreger erkennt. Der Aryl-Hydrocarbon-Rezeptor wurde lange Zeit nur von Pharmakologen und Toxikologen erforscht, weil er Umweltgifte erkennt. Doch auch im Immunsystem übernimmt er wichtige Aufgaben. Wie Wissenschaftler um Stefan H. E. Kaufmann vom Max-Planck-Institut für

Infektionsbiologie in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern des Leibniz-Instituts für Molekulare Pharmakologie (FMP) herausfanden, binden an den Aryl-Hydrocarbon-Rezeptor auch Virulenzfaktoren von in den Körper eingedrungenen Bakterien. Dadurch wird die angeborene Immunantwort aktiviert und die Faktoren werden sofort abgebaut. Bakterielle Virulenzfaktoren können also nicht nur durch Antikörper neutralisiert, sondern auch direkt zerstört werden. Der Aryl-Hydrocarbon-Rezeptor wird von vielen Körperzellen einschließlich Immun- und Epithelzellen gebildet. Das Besondere ist, dass er die bakteriellen Pigmente direkt bindet und daraufhin selbst im Zellkern die Expression zahlreicher Gene für den Abbau der Virulenzfaktoren anschaltet. Damit kann er extrem schnell auf eine Infektion reagieren. Die meisten anderen Rezeptoren des Immunsystems sind hingegen auf Helferproteine angewiesen, die die Information über Krankheitserreger in den Zellkern weiterleiten. *Nature* 512, 387–392 (28. August 2014)



FBH

Das Wissen bewahren

Wenn ältere Mitarbeiter ein Unternehmen verlassen, gehen oft auch wertvolles Wissen und reiche Erfahrung verloren. Wie kann eine Organisation diese Kompetenzen vor dem Hintergrund eines demografiefbedingten Engpasses an Fachkräften bewahren? Im BMBF-geförderten Projekt „AlFaClu“ wollen die Partner Strategien entwickeln, wie sich eine altersgerechte und generationenübergreifende Fachkräfteentwicklung auf Clusterebene organisieren lässt. Beteiligt im Projekt ist das am FBH angesiedelte ZEMI (Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin), die beteiligten Unternehmen haben ihren Schwerpunkt im Bereich Optische Technologien und Mikrosystemtechnik und gehören zum Cluster Optik in Berlin und Brandenburg.

In Kürze startet eine Umfrage in den Unternehmen, um die Probleme und Bedürfnisse auszuloten. Daraus entwickeln die Projektpartner Konzepte, die auf die Praxis zugeschnitten sind.

Ein denkbare Instrument sind Generationen-Tandems, in denen ein älterer und ein jüngerer Mitarbeiter ihr Wissen miteinander teilen – dabei lernen nicht nur die Jüngeren von den Älteren, sondern auch die Älteren profitieren. Eine weitere mögliche Maßnahme ist die langfristige Planung der Unternehmensnachfolge.

Das Projekt

AlFaClu: Altersgerechte und -übergreifende Fachkräfteentwicklung im Cluster Optik

Partner: Helmut Schmidt Universität, Universität Hamburg, Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin, elf Value Partner
Laufzeit: 1. Nov. 2013 – 31. Jan. 2017
www.alfaclu.de

Direktorenkolumne

Mikroelektronik und Photonik ins Rampenlicht!

Mikroelektronische und photonische Komponenten sind allgegenwärtig und gehören wie selbstverständlich zum Alltag. Doch nur wenigen Menschen ist klar, wie viele davon in Hightech-Produkten stecken: In alltäglichen Gebrauchsgegenständen wie Handys oder CD-Spielern ebenso wie in spezialisierten Instrumenten wie Augenlasern in der Medizin, Airbags im Auto oder RFID-Chips, die selbstständig Waren erfassen und nachbestellen. Ohne die winzigen Alleskönner würde keine dieser Anwendungen funktionieren.



Dank der herausragenden Qualität in Forschung und Industrie ist Deutschland weltweit mit führend in diesem Bereich. Gerade die Berlin-Brandenburger Region mit ihrer einzigartigen Dichte an Hochschulen, Forschungsinstituten und innovativen Unternehmen ist ausgezeichnet aufgestellt – jede Einrichtung für sich ein Leuchtturm und gemeinsam noch stärker.

Im Zusammenwirken entstehen einzigartige Ergebnisse. Das Ferdinand-Braun-Institut und das Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik beispielsweise haben im SciFab-Projekt besonders leistungsfähige Hochfrequenz-Chips entwickelt. Diese neuartigen Chips vereinen die Vorzüge zweier Technologiewelten, der Silizium- und der III/V-Technologie. Dadurch liefern sie hohe Leistungen bei sehr hohen Frequenzen und eröffnen neue Anwendungen in Kommunikation, Spektroskopie und Sicherheit. Inzwischen sind sie als Foundry-service für externe Kunden zugänglich.

Weitere Erfolgsbeispiele finden sich beim Blick in den Forschungsverbund: In Kooperation zwischen Max-Born-Institut und FBH ist ein besonders leistungsstarker und zugleich sehr kompakter Kurzpulslaser für Hochenergieanwendungen entstanden. Er soll künftig unter anderem in neuartigen Röntgenlasern eingesetzt werden. Im Konsortium „Advanced UV for Life“ arbeiten das Leibniz-Institut für Kristallzüchtung und das FBH, gemeinsam mit Partnern daran, neuartige UV-Leuchtdioden vom Material bis zum System für Applikationen in Medizin, Lebenswissenschaften und in der Produktionstechnik weiterzuentwickeln.

Diese Beispiele belegen nicht nur die Innovationsstärke der Wissenschaft, sondern auch, wie Wertschöpfung in der Region und im eigenen Land entsteht. Das sichert die Unabhängigkeit von Zulieferungen aus Asien oder Amerika. Daher müssen Innovationen in diesem Bereich gezielt gefördert werden: durch Investitionen und Rahmenbedingungen, mit denen Deutschland langfristig wettbewerbsfähig bleibt.

Ihr Prof. Dr. Günther Tränkle
Direktor des Ferdinand-Braun-Instituts

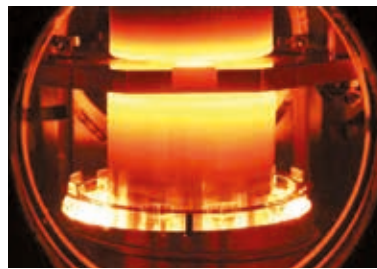
KARL-HEINZ KARISCH

Unter kristallinen Sphären

Der Physik-Nobelpreis 2014 für die Entwicklung von Kristallen zur Herstellung blauer LEDs trifft ein Jubiläumsjahr. Denn vor 100 Jahren wurde der Nachweis der Gitterstruktur von Kristallen ebenfalls mit einem Nobelpreis belohnt. Die UNESCO, die Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur, hat deshalb 2014 zum Jahr der Kristallographie ausgerufen. Mehrere Institute des Forschungsverbundes Berlin e.V. forschen erfolgreich in diesem Bereich.

Kristalle faszinieren die Menschen seit Jahrtausenden. Als mittelalterliche Hypothese, die Erde stehe im Mittelpunkt von neun kristallinen Sphären, vor allem aber in der Form wertvoller Schmucksteine. Heute beschäftigen künstlich in den Labors hergestellte Kristalle ganze Industrien. Ohne sie gäbe es keine Laser, keine Computer, keine elektronischen Geräte, keine Satellitentechnik. Viele dieser Kristalle gibt es in der Natur nicht, sie müssen teilweise mit hohem wissenschaftlichem Aufwand gezüchtet werden.

Die geniale Idee zum Nachweis der Struktur von Kristallen hatte Max von Laue 1912. Er äußerte die Vermutung, die von Wilhelm Conrad Röntgen entdeckten X-Strahlen hätten Wellencharakter und würden deshalb beim Durchgang durch Kristallgitter Interferenzen zeigen. Der Biophysiker



Zucht großer Einkristalle am IKZ.

Walter Friedrich machte dazu in München Experimente mit dem Doktoranden Paul Knipping. Mit Hilfe der Röntgenstrahlen konnten die beiden jungen Forscher nachweisen, dass Kristalle eine Gitterstruktur aufweisen. Max von Laue lieferte die theoretische Erklärung und erhielt dafür 1914 den Nobelpreis.

Die Entdeckung wurde zur Geburtsstunde der modernen Kristallographie. Denn fortan konnten mit Röntgenstrahlen fast alle kristallisierbaren Stoffe in ihrer Struktur aufgeklärt werden. Einer der Höhepunkte mit organischem Material waren die Beugungsexperimente von Rosalind Franklin. Mit Hilfe ihrer Daten entschlüsselten die Biochemiker Francis Crick und James Watson 1953 die Struktur der DNS. Die britische Nobelpreisträgerin Dorothy Crowfoot Hodgkin bestimmte mit der Röntgenstrukturanalyse erstmals viele biologisch relevante Moleküle, darunter Pepsin (1934), Penicillin (1944) und Insulin (1969). Heute stehen noch leistungsfähigere Strahlungsquellen für die Strukturanalyse zur Verfügung, beispielsweise Neutronen- und Synchrotronstrahlung.

Ein weiterer kristallener Durchbruch ereignete sich ebenfalls in Berlin. Vor 100 Jahren wurde der aus Polen stammende Chemiker Jan Czochralski (1885–1953) Leiter des AEG-Metallabors. Laut Legende tauchte er seinen Federhalter versehentlich in einen Schmelztiegel mit flüssigem Zinn. Als er die Feder vorsichtig aus der Schmelze herauszog, bildete sich ein langer kristalliner Faden. Zwar publizierte Czochralski die Methode sofort. Doch bis zur praktischen Anwendung dauerte es noch bis 1950. Damals suchte ein Labor in den USA händeringend nach einer Methode zur Zucht von großen Silizium-Einkristallen. Bei Czochralski wurde es fündig, seiner Methode verdankt die Welt heute fast die gesamte Mikroelektronik. Am Leibniz-Institut für Kristallzüchtung werden damit spezielle Kristalle gezüchtet, etwa für künftige Mobiltelefone. Exotische Kristalle, die mit den herkömmlichen Methoden nicht herzustellen sind, wachsen mit Hilfe der Molekularstrahlepitaxie. Dieses Verfahren kommt am Ferdinand-Braun-Institut (FBH) und am Paul-Drude-Institut (PDI) zur Anwendung. Dabei werden hauchdünne Kristallschichten in einer Vakuumkammer Atomschicht für Atomschicht aufgedampft.

Quasikristalle – Projektionen aus dem Superraum

Auf dem Kongress der Internationalen Vereinigung für Kristallographie (IUCr) in Montréal, Kanada, berichtete Dan Shechtman im August über seine Entdeckung der Quasikristalle, für die er 2011 mit dem Nobelpreis geehrt wurde. Quasikristalle sind Strukturen, welche nicht den Regeln der Translationssymmetrie folgen, sondern eine geordnete aber aperiodische Struktur haben. Solche Kristalle wurden bis zu Shechtmans Entdeckung für völlig unmöglich gehalten. Bis zu seinem Tod im Jahr 1994 vertrat der zweifache Nobelpreisträger Linus Pauling die Meinung: „Es gibt keine Quasikristalle, nur Quasi-Wissenschaftler.“ Er irrte. Heute sind Quasikristalle bereits im Zentimeter-Maßstab züchtbar. Die Beiträge auf dem IUCr-Kongress machten deutlich, dass Quasikristalle und die zu deren Beschreibung nötige kristallographische Theorie bald große praktische Relevanz erhalten könnten. Quasikristalle koppeln elektrische mit magnetischer Polarisation und sind als zukünftige Datenspeicher mit enormer Speicherdichte denkbar. Inzwischen ist mathematisch belegt, dass Quasikristalle in „Superräumen“ mit bis zu 6 Dimensionen translationssymmetrisch sind. Das, was wir sehen, ist demnach nur die Projektion aus dem Superraum in unsere 3-dimensionale Welt. Dies alles ist zwar schwer vorstellbar, aber mathematisch prinzipiell beherrschbar. Es gibt nun großen Bedarf an der Entwicklung geeigneter theoretischer und messtechnischer Methoden zur quantitativen Beschreibung des Superraumes. Das ist reichlich Arbeit für zukünftige Generationen von Kristallographen.

DR. DETLEF KLIMM (IKZ)

KARL-HEINZ KARISCH

Mit pfiffigen Tricks auf dem Weg zum perfekten Kristall



Kristallscheibe, die mit dem Verfahren der Hydrid-Gasphasenepitaxie hergestellt wurde.

UV-B-Diodenlaser hätten wichtige Einsatzbereiche in der Medizin, in der Mikroelektronik oder Drucktechnik. Hätten, denn es gibt sie noch nicht. Wie solch ein Diodenlaser für kurzwellige Strahlung aufgebaut sein muss, wissen die Forscher bereits seit geraumer Zeit. Doch für die Massenproduktion fehlt noch der wichtigste Teil: die perfekte Kristallunterlage, auf der solche UV-Diodenlaser wachsen müssen. Wissenschaftler am Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik, präsentierten jetzt die ersten dafür notwendigen Aluminium-Gallium-Nitrid-Kristalle.

Wir benötigen eine Basisschicht, die auf der einen Seite transparent ist für das Licht, das ich erzeugen will“, erläutert Prof. Markus Weyers die Anforderungen an solch einen Kristall. „Auf der anderen Seite müssen die Gitterparameter so sein, dass meine aktive Struktur so darauf wachsen kann, dass sie keine Kristallfehler bekommt.“ Die Unterlage dürfe nur wenige Gitterbaufehler aufweisen. „Zu viele Versetzungen sind Killer für die Lumineszenz“, sagt Weyers.

Mit klassischen Kristallzüchtungsmethoden ist das nicht möglich. Deshalb nutzten die FBH-Wissenschaftler ein Verfahren, mit dem bereits die Entwicklung der blau strahlenden Diodenlaser für den Blue-ray-Player möglich wurde: die Hydrid-Gasphasenepitaxie (HVPE). Damit werden industriell Galliumnitrid-Kristalle hergestellt. Allerdings sind diese Wafer bis heute im Durchmesser auf maximal 10 Zentimeter begrenzt. Siliziumwafer beispielsweise sind sehr viel größer, eignen sich aber zum Leidwesen der Kristallforscher nicht als Unterlage. Die Gitterkonstanten von Unterlage und Aufbau müssen nämlich harmonisieren, sonst gibt es Risse und Versetzungsfehler.

Für den sehr kurzwelligen UV-Bereich lassen sich

Leucht- oder Laserdioden auf Aluminiumnitrid-Unterlagen züchten, die beispielsweise am Leibniz-Institut für Kristallzüchtung hergestellt werden. Hier passen die Atomabstände der Unterlage und der Bauelementstruktur ausreichend gut zusammen. Für den wichtigen mittleren UV-B-Bereich für Wellenlängen von 280 bis 315 Nanometern wird aber als Grundlage ein Mischkristall aus Gallium- und Aluminium-Nitrid benötigt.

Da es eine solche Kristallunterlage nicht gibt, startet man bei der HVPE üblicherweise mit einem wenigstens halbwegs passenden Saphirkristall, auf dem dann die gewünschten Kristallschichten aus Aluminium-Gallium-Nitrid abgeschieden werden, die wiederum nach Ablösung und Politur die Grundlage für die Leucht- oder Laserdioden bilden sollen. Im HVPE-Reaktor reagieren bei mehreren Hundert Grad Celsius Gallium und Aluminium mit Chlorwasserstoff, dem Gas der Salzsäure, zu Gallium- und Aluminiumchlorid. Mit Hilfe von Ammoniak erfolgt die Umwandlung in Nitrid, es bildet sich auf der Unterlage eine Kristallschicht aus Aluminium-Gallium-Nitrid.

Dr. Eberhard Richter steht im Labor und öffnet vorsichtig die noch heiße HVPE-Anlage. Hinter dickem Dämmma-

terial kommt der Quarzzylinder zum Vorschein, in dem die Reaktion der Komponenten und die Abscheidung des Kristalls ablaufen. „Aluminium hat einige unerwartet bizarre Eigenschaften“, sagt Richter. „Sobald es bei 670 Grad Celsius schmilzt, wandert es sogar senkrechte Flächen empor und zerstört das Quarzglas des Reaktionsgefäßes.“ Durch eine raffinierte Anordnung hat der FBH-Wissenschaftler

» **Zu viele Versetzungen im Kristall sind Killer für die Lumineszenz.«**

dieses Problem gelöst, das Aluminium reagiert inzwischen problemlos mit dem Chlor. Die ersten wertvollen AlGaIn-Kristallscheiben hat er bereits im Labor liegen, aber sie müssen für den industriellen Produktionsprozess

noch sehr viel dicker werden. Um dieses Ziel zu erreichen, experimentiert Richter derzeit mit mikrostrukturierten Saphirscheiben. „Dadurch starten wir mit dem Wachstum unseres Aluminium-Gallium-Nitrid-Kristalls auf dünnen Stegen an der Saphiroberfläche“, erläutert er. Nach einiger Zeit des Wachstums vereinigen sich die Strukturen zu einer kompletten Kristallscheibe, die sich anschließend auch besser von der Saphirunterlage lösen lässt. „Durch diese Art des Wachstums ist es uns gelungen, die Versetzungsfehler und Spannungsrisse deutlich zu reduzieren“, berichtet Richter. Das Ziel seien Schichten, die so dick sind, dass man sie polieren kann. Bislang könne das weltweit noch keiner, aber das wird kommen, davon ist der FBH-Forscher überzeugt.

Die einfach zu handhabenden UV-B-LEDs oder -Laser wären vielfältig einsetzbar, ist Markus Weyers überzeugt. In der Medizin wären sie zur Behandlung der Schuppenflechte einsetzbar. „Eine weitere wichtige Anwendung ist die Aushärtung UV-reaktiver Druckfarben und -lacke“, sagt er. Die derzeit verwendeten UV-Lampen seien sehr groß und heiß, damit könnten viele Anwendungsmöglichkeiten nicht realisiert werden. Auch Richter sieht ein großes Potenzial, etwa in der UV-Desinfektion: „Damit kann man Bakterien in OP-Räumen abtöten, beim Zahnarzt, in Schwimmbädern.“ Kunststoffe im Zahn oder in reparierten Rohrleitungen ließen sich damit aushärten. Auch die Stimulation des Pflanzenwachstums sei möglich, etwa, um den Geschmack und den Nährstoffgehalt von Pflanzen auf natürliche Weise zu verbessern oder um Impfstoffe zu gewinnen, deren Produktion derzeit noch Tierhaltung erfordert.



HVPE-Anlage zur Zucht von Kristall-Substraten (HVPE = Hydrid-Gasphasenepitaxie).



Prof. Markus Weyers, Leiter der Abteilung Materialtechnologie am Ferdinand-Braun-Institut.

Herr Prof. Weyers, was ging Ihnen durch den Kopf als Sie die Nachricht vom Physik-Nobelpreis hörten?

Prof. Markus Weyers: Es hat mich sehr gefreut! Vor allem weil es – ähnlich wie 1986 bei der Rasterkraftmikroskopie – die Anerkennung für eine großartige Ingenieursleistung ist. Eine Disziplin, für die es leider keinen eigenen Nobelpreis gibt. Es geht in der Forschung ja nicht immer um so hehre Dinge, wie den Ursprung des Universums zu entdecken. In diesem Fall wurde durch angewandte Materialwissenschaft ein Weg gefunden, innerhalb weniger Jahre aus einer Idee ein Produkt zu machen.

Die Anerkennung durch das Nobel-Komitee verdeutlicht aber auch etwas anderes: Wie wichtig es ist, Grundlagenforschung nachhaltig zu betreiben – und nachhaltig zu fördern. In der Förderlandschaft – in Deutschland wie auch den USA – galt lange die Devise: „Wir arbeiten an den ganz großen Herausforderungen und die Komponenten dafür kaufen wir eben.“ Langsam dringt die Erkenntnis durch, dass es trotz ungünstigerer Kostenstruktur in Westeuropa nicht sonderlich klug ist, sich bei Dingen, die am Anfang der Wertschöpfungskette stehen, abhängig von anderen zu machen. Denn wer darauf angewiesen ist, dass woanders etwas entwickelt wird, was „man auch mal irgendwo einbauen kann“, wird ganz sicher nicht der Erste sein, der das Produkt auf dem Weltmarkt platziert.

Worin besteht aus Ihrer Sicht die große Leistung von Akasaki, Amano und Nakamura?

Während die N-Dotierung von Galliumnitrid mit Silizium nie ein Problem war, machte die P-Dotierung sehr große Schwierigkeiten. Das versuchte man mit Magnesium, aber es kam nie P-Leitung heraus. Der Durchbruch war die Entdeckung, dass der am Magnesium anhängende Wasserstoff, der den Akzeptor sofort neutralisierte, im Elektronenmikroskop „herausgeschossen“ werden konnte und plötzlich der gewünschte P-Halbleiter entstand. Nachdem man das verstanden hatte, hat man auch einfachere Wege gefunden, den Wasserstoff bereits bei der Herstellung der Halbleiterschichten zu entfernen. Die japanischen Kollegen haben dafür gesorgt, dass es Dioden in Galliumnitrid gibt! Der Zufall, aber vor allem die große Beharrlichkeit haben letztlich zum Erfolg geführt. Die Wirkung dieser Er-

CATARINA PIETSCHMANN

„Anerkennung für beharrliche Ingenieursarbeit“

Für die Entwicklung blauer Leuchtdioden erhalten die Japaner Isamu Akasaki, Hiroshi Amano und Shuji Nakamura den diesjährigen Nobelpreis für Physik. Ihre Arbeiten sind heute die Grundlage ungezählter Forschungsprojekte auf dem Gebiet der Leucht- und Laserdioden weltweit. Wie schätzt Prof. Markus Weyers, Halbleiterspezialist und Leiter der Abteilung Materialtechnologie am Ferdinand-Braun-Institut in Berlin-Adlershof, die Würdigung ein?

findung war gewaltig. Mit dem Einzug der weißen LEDs in die Beleuchtungstechnik, deren Herzstück die blauen GaN-Leuchtdioden sind, entstand ein riesiger Industriezweig.

Inwiefern hat die Arbeit der Japaner die Forschung am FBH beeinflusst?

Ohne die P-Dotierung von Galliumnitrid wäre unsere Forschung an Leucht- und Laser-Dioden für den ultravioletten Bereich, wie aktuell im Projekt Advanced UV for Life, gar nicht möglich gewesen. Wir nutzen diese Technologie und dehnen sie auf Aluminium-Gallium-Nitrid-Strukturen aus, bei denen allerdings alles etwas schwieriger ist. Gemeinsam mit der TU Berlin entwickeln wir schaltbare, fast kalte LEDs, die nur Licht bestimmter ausgewählter Wellenlänge emittieren. Sie sollen dort zum Einsatz kommen, wo heiße, nicht-schaltbare Quecksilberdampf lampen, die ein breiteres Lichtspektrum abgeben, ungeeignet sind. Beispiele sind hier die Behandlung von Hautkrankheiten mit UV-Licht, das Bedrucken von hitzeempfindlichen Folien oder die Detektion bestimmter Gase in Autoabgasen.

Leuchtdioden sind aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken. Angefangen beim Handyblitz bis hin zur farbenprächtigen Beleuchtung ganzer Skylines wie beispielsweise in Shanghai. Das Thema LEDs ist sicherlich noch nicht ausgereizt. Wohin wird die Entwicklung gehen?

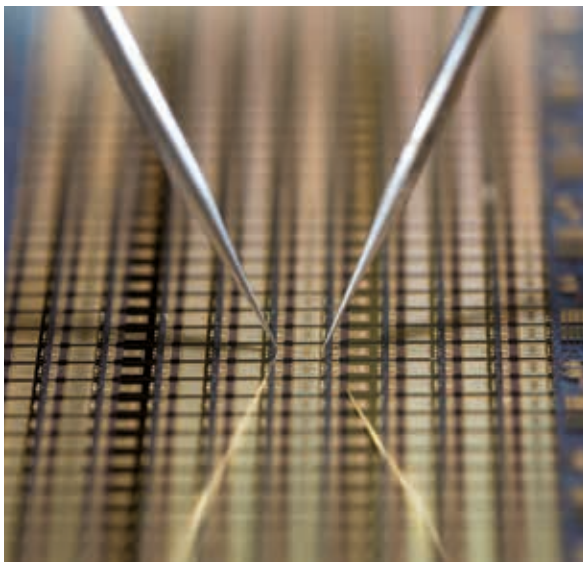
Derzeit wird an weißen LEDs gearbeitet, deren Licht sich nach Wunsch modulieren lässt. Steht man morgens auf, ist ein eher gelles, bläuliches Licht angebracht, denn es aktiviert. Aber dabei möchte man abends nicht gemütlich beim Essen sitzen. Ein warmes Licht, das ins Gelb-Rötliche geht, ist da angebracht. Genau wie Leuchtstoffröhren gibt es Leuchtdioden in verschiedenen Farbtönen, also kalt-weiße und warm-weiße. Derzeit kann ein Bauelement jedoch nur jeweils einen Farbton emittieren. Deshalb arbeitet man daran, mehrere Bauelemente so zu koppeln, dass der Farbton durch Mischung nach Wunsch eingestellt werden kann.

Die winzigen LEDs eröffnen auch neue Möglichkeiten in der Art der Beleuchtung. Noch ist es ja so, dass man eine LED meist da reinschraubt, wo früher eine Glühbirne hing. Das Licht kommt also meist konzentriert von wenigen Stellen. Durch Kombination von LEDs zu Leuchtflächen wird es neuartige Beleuchtungsformen und ganz ungewohnte Lichteindrücke geben. Hier sind die Architekten gefordert, diese Möglichkeiten bereits in ihren Plänen zu berücksichtigen.

Mit LED-Beleuchtung lässt sich auch bald WLAN ergänzen oder ganz ersetzen. Anders als die Leuchtstoffröhre oder die Halogenlampe, sind LEDs modulierbar und so können auf optischem Wege gewisse Datenmengen über kurze Distanzen verteilt werden. Das ist beispielsweise für Besprechungsräume sehr attraktiv.

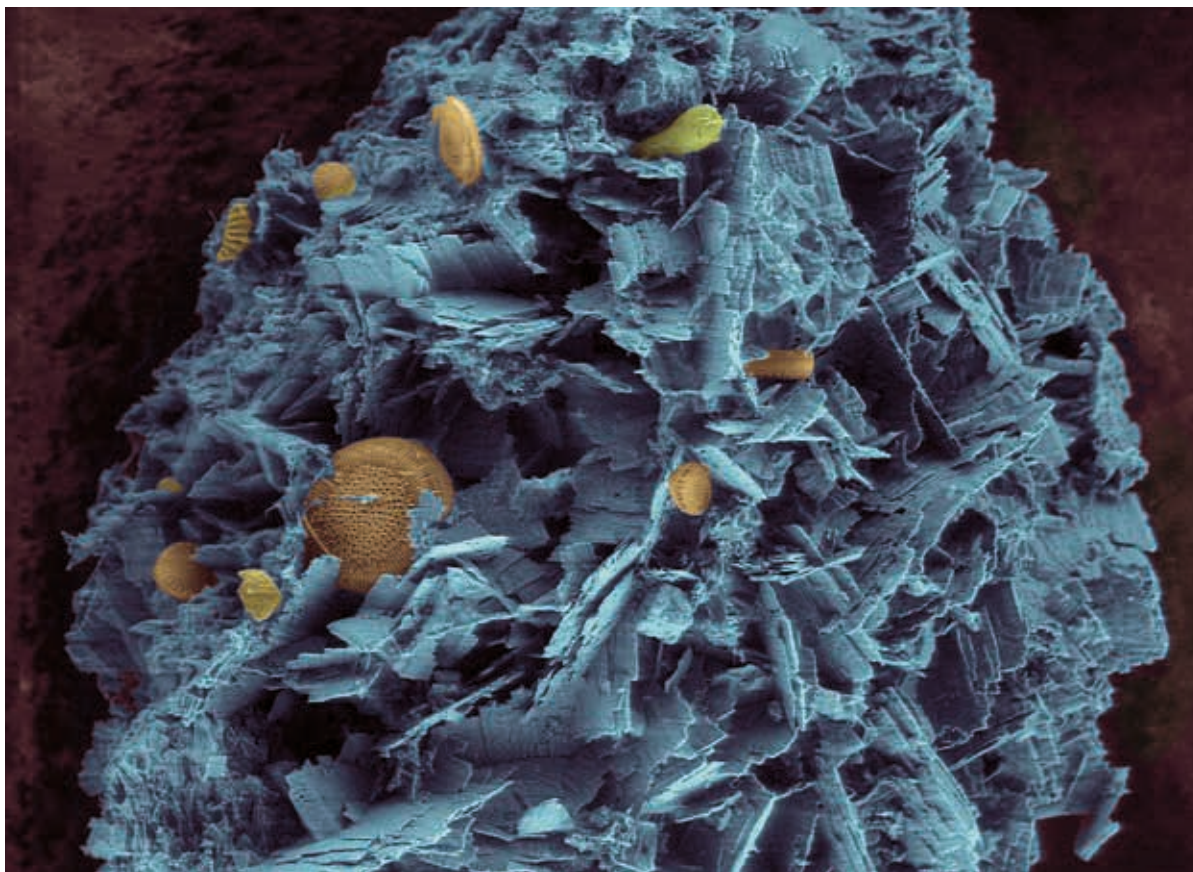
Bei den UV-LEDs, also unserem eigenen Forschungsfeld, werden sich mit der Steigerung der Effizienz und Leistung von LEDs im kurzwelligen UV-C große Märkte im Bereich der Desinfektion und Wasserreinigung auftun.

» Durch Kombination von LEDs zu Leuchtflächen wird es ganz ungewohnte Lichteindrücke geben.«



Ein 2-Zoll-Wafer mit UV-Leuchtdioden, die gerade vermessen werden.

Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Vivianitpartikels. Er besteht aus platten- und nadelförmigen Kristallen und zeigt Einschlüsse von Kieselalgenschalen, was dessen Bildung im Gewässer belegt.



MATTHIAS ROTHE, WIEBKE PETERS & ANGELINA TITTMANN

Kristalle binden schädliche Nährstoffe im Seesediment

IGB-Forscher haben herausgefunden, dass das Mineral Vivianit in hohem Maße zur langfristigen Bindung des Nährstoffs Phosphor im Sediment beitragen kann – damit ergeben sich neue Möglichkeiten, Seen schneller in einen nährstoffarmen Zustand zu überführen.

Unter naturnahen Bedingungen gelten unsere Oberflächengewässer in der Regel als nährstoffarm. Mittlerweile trifft das jedoch nur noch auf die wenigsten Seen in Deutschland und Europa zu. Viele von ihnen sind stark mit Nährstoffen wie Stickstoff und Phosphor belastet. Das hat meist ein übermäßiges Wachstum von Algen und anderen Wasserpflanzen zur Folge.

» *Einmal in die Gewässer geleiteter Phosphor kann dort über viele Jahrzehnte gespeichert werden.«*

Im Gegensatz zu Stickstoff lagert sich Phosphor vorübergehend oder dauerhaft in den Sedimenten der Gewässer oder in Uferbereichen ab. Einmal in die Gewässer geleiteter Phosphor kann dort über viele Jahrzehnte gespeichert werden. Das Mineral Vivianit, das in wassergesättigten Böden, Mooren und Sedimenten vorkommt, kann diesen Prozess lang-

fristig unterstützen. Dieses Fe(II)-Phosphatmineral, auch unter den Synonymen Blaueisenerde oder natürliches Berlinblau bekannt, kann sich unter bestimmten Milieubedingungen im Porenraum von Sedimenten bilden und dabei Phosphationen in seinem Kristallgitter binden. Dadurch ist dieser Phosphor unter natürlichen Umweltbedingungen nicht mehr mobilisierbar, so dass er für Primärproduzenten im Wasser, zum Beispiel Algen, nicht mehr zur Verfügung steht. Damit stellt Vivianit eine langfristige Phosphor-Senke in aquatischen Ökosystemen dar.

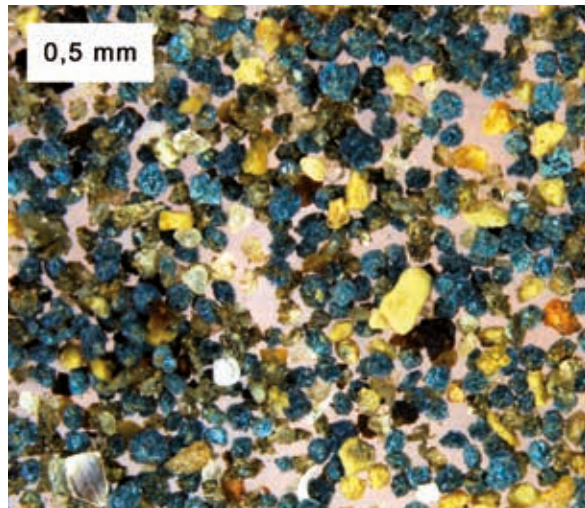
Auch wenn das Mineral unter Wissenschaftlern, die sich mit Sedimenten von Binnengewässern befassen, nicht unbekannt ist, war der eindeutige Nachweis in ungeschichteten, jungen Seesedimenten bislang schwierig, da Phosphor-Verbindungen nur einen Bruchteil der gesamten Sedimentmasse ausmachen.

Untersuchungen im Groß-Glienicker See

Um mehr über die Bildung und Eigenschaften von Vivianit in Gewässersedimenten herausfinden, wurden in einem von der DFG geförderten IGB-Forschungsvorhaben Porenwasser und Sediment des Groß-Glienicker Sees genauer untersucht. Dieser See im Südwesten Berlins wurde ausgewählt, weil hier vor mehr als 20 Jahren im Rahmen einer Seenrestaurierung oxidierte Eisenverbindungen zugegeben worden waren, um die Phosphor-Konzentration im Wasserkörper zu senken. Die seither herrschenden geochemischen Bedingungen am Gewässerboden mit hohen Konzentrationen an gelöstem Eisen begünstigen die Bildung von Vivianit. In den oberen 30 cm des Sediments ist das Porenwasser mehr als 1000-fach mit Eisen(II) und Phosphat übersättigt, sodass eine Bildung von Vivianit möglich erscheint.

Vivianit trägt maßgeblich zur Nährstoffminderung bei

Für einen direkten Nachweis von Vivianit ist eine Anreicherung des Minerals notwendig. Deswegen trennten die IGB-Forscher die Sedimentpartikel nach ihrer Dichte. Dadurch gelang es ihnen, Vivianit in der schweren Dichtefraktion anzureichern und zweifelsfrei zu identifizieren. Nach der Dichte-Trennung war es zudem möglich, erstmals eine Quantifizierung der Vivianitpartikel vorzunehmen: In den oberen 20 cm des Sediments sind 20 Prozent des gesamten Phosphors in Form von Vivianit festgelegt. Damit lassen sich mehr als 40 % der Zunahme des Phosphorgehalts im Sediment seit der Eisenzugabe durch die Bildung von Vivianit erklären. Anders ausgedrückt: Die Vivianitbildung hat durch Verminderung der Nährstoffkonzentration im Wasserkörper zur Verbesserung des trophi-



Mit Vivianit (blaue Partikel) angereicherte Sedimentprobe vom Groß-Glienicker See nach Anwendung einer Dichte-Trennung.

schen Zustands des Sees beigetragen – von ehemals hoch eutrophen zu heute mesotrophen Verhältnissen.

Untersuchungen in verschiedenen Sedimenttiefen zeigten, dass die Zugabe von Eisen im Rahmen der Seenrestaurierung vor über zwei Jahrzehnten Auslöser für die Bildung von Vivianit im Sediment des Groß-Glienicker Sees war und der Bildungsprozess bis heute anhält. Dabei wurde deutlich, wie wichtig die Funktion von Eisen im Allgemeinen und die Bildung von Vivianit im Speziellen für die langfristige Speicherung von Phosphor in Sedimenten sind. Durch das Verständnis und die gezielte Ausnutzung dieser natürlich ablaufenden Prozesse ergeben sich neue Möglichkeiten zur Verminderung der Eutrophierung in Seen.

Biogeosciences Discuss., 11, 7359-7388, DOI: 10.5194/bgd-11-7359-2014.

Nährstoffe im Wasser: Eine Frage der Dosis

Ohne Nährstoffe wäre in Oberflächengewässern kein Leben möglich: Stickstoff, Phosphor und Silizium – um die wichtigsten Stoffe zu nennen – sind Nahrung für Algen (Phytoplankton) und auf dem Grund angesiedelten Bewuchs (Phytobenthos). Von Phytoplankton ernähren sich Kleintiere wie Krebse, die wiederum den Fischen als Futter dienen. Wenn die verfügbaren Nährstoffe verbraucht sind, wird das Algenwachstum gehemmt.

Die Nutzung von Landschaft und Gewässern bewirkt jedoch häufig einen erhöhten Eintrag von Phosphor und Stickstoff in Flüsse und Seen und hat meist ein übermäßiges Wachstum von Algen und anderen Wasserpflanzen zur Folge. Nach ihrem Absterben können Zersetzungsprozesse zu einem Sauerstoffmangel im Wasser führen. Die Folge: lebensfeindliche Bedingungen für die aquatische Tierwelt. Einige Cyanobakterien – früher Blaualgen genannt – können zudem toxische Verbindungen abgeben und so die Nutzung als Bade- und Freizeitgewässer einschränken. Um die Qualität unserer Binnen- und Küstengewässer zu erhalten bzw. zu verbessern, ist es daher notwendig, die Nährstoffeinträge und -konzentrationen zu reduzieren.



IGB-Doktorand Matthias Rothe beim Bergen eines Sedimentkerns. Aus Untersuchungen des Porenwassers und der Sedimentpartikel leiten die Wissenschaftler im Anschluss Aussagen über die geochemischen Bedingungen im Sediment und die dort anzutreffenden Phosphorbindungsformen ab.

GESINE WIEMER

Dem Kristall beim Wachsen zusehen

Für technologische Anwendungen muss ein Kristall eine möglichst perfekte Gitterstruktur aufweisen. Um zu sehen, ob ein Züchtungsverfahren die Anforderungen erfüllt, analysieren Forscher normalerweise die fertigen Kristalle. Physiker des Paul-Drude-Instituts (PDI) haben ein Verfahren entwickelt, mit dem sie dem Kristall schon beim Wachsen zusehen können.

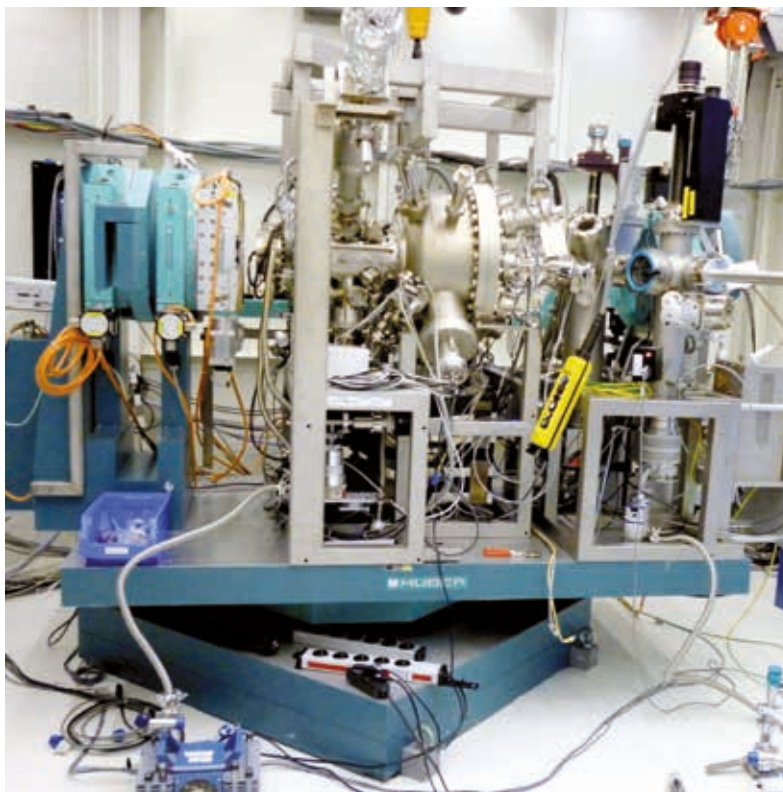
Wenn man einen fertigen Kristall untersucht, sind manche Dinge schon gar nicht mehr zu sehen. Wie sich dünne Schichten ausbilden und wie sich dabei Ordnungs- und Unordnungsphänomene vollziehen, lässt sich nur während des Wachstums „am lebenden Objekt“ beobachten. „In Anlehnung an die Biologie nennen wir es in vivo“, sagt Dr. Michael Hanke vom PDI.

Die hauchdünnen Kristallschichten züchten die Physiker des PDI mit dem Verfahren der Molekularstrahlepitaxie (MBE). Dabei bedampfen sie ein Siliziumsubstrat Atomschicht für Atomschicht mit einem Seltenerdoxid. „Seltenerdoxide sind ein wunderbares Modellsystem, um deformationsgetriebene Phänomene beim Wachstum ultradünner Schichten zu untersuchen, weil sich der Gitterparameterunterschied in Bezug auf Silizium kontinuier-

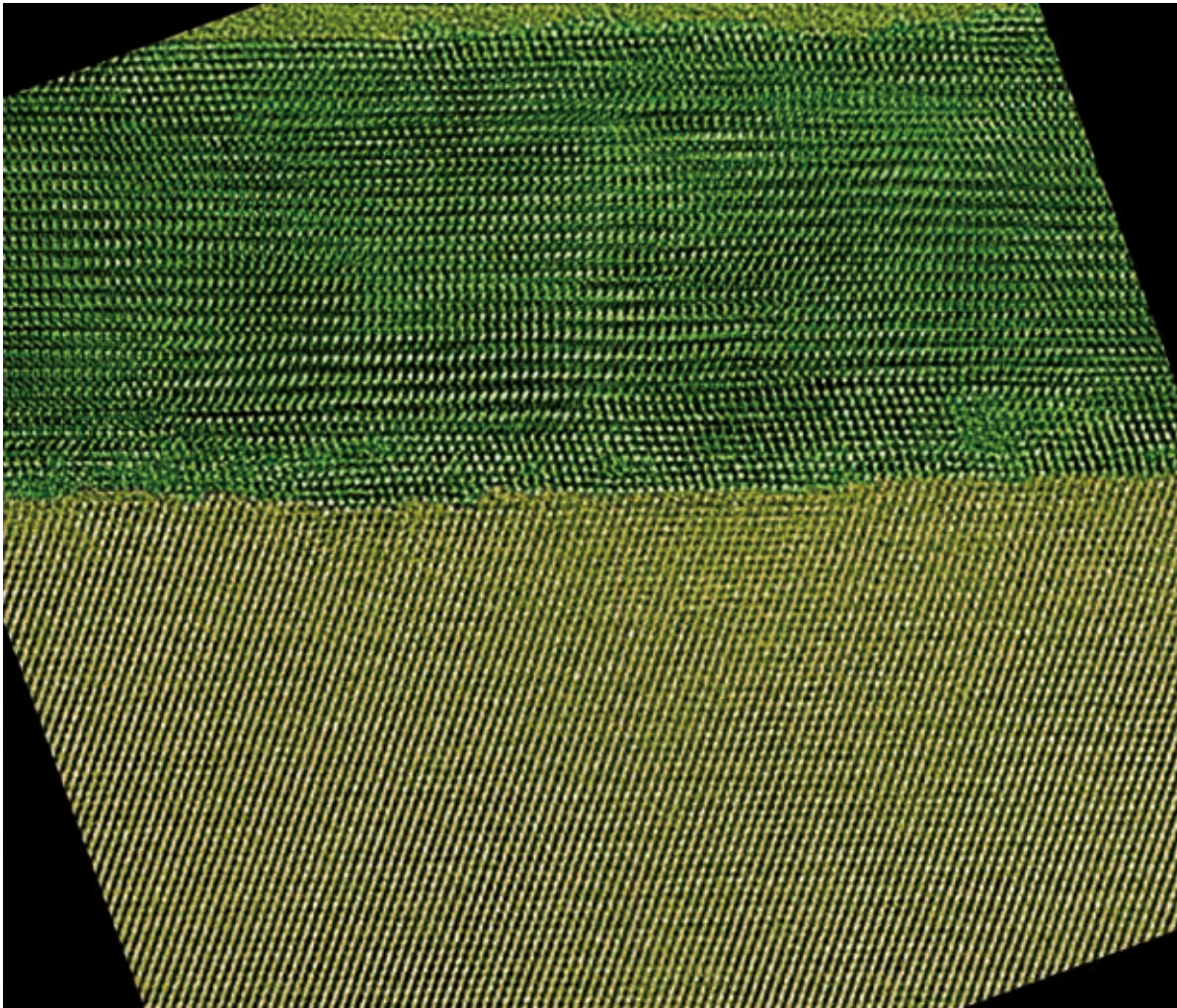
lich variieren lässt“, erläutert Hanke. Begehrte sind Seltenerdoxide vor allem aufgrund ihrer hohen Dielektrizitätskonstante, wodurch sie ein wichtiges Material für die Entwicklung immer kleinerer Bauelemente sind.

Am institutseigenen PHARAO-Experiment verwenden die PDI-Forscher hochintensive Synchrotronstrahlung des Elektronenspeicherrings BESSYII in Adlershof, um die Schichten während des Wachstums zu analysieren. Dabei befindet sich die zu untersuchende Probe in einer MBE-Kammer unter Ultrahochvakuumbedingungen, wobei die Röntgenstrahlung durch (in diesem Wellenlängenbereich transparente) Berylliumfenster ein- und austreten kann. Die gesamte, fast eine Tonne wiegende Apparatur befindet sich ihrerseits auf einem Präzisionsdiffraktometer, mit dessen Hilfe die Beugungsbedingung mit einer Winkel-

genauigkeit kleiner 0,001 Grad eingestellt wird. Um eine hohe Oberflächenempfindlichkeit zu gewährleisten nutzen die Forscher eine optische Eigenschaft aus, nämlich die Totalreflexion. Diese kann allerdings nur beim Übergang von einem optisch dichteren zu einem dünneren Medium auftreten. Beobachten lässt sich das beim Tauchen im Schwimmbecken: unter einem flachen Winkel spiegelt sich die Unterwasserwelt an der Wasseroberfläche, weil die Luft optisch dünner ist. Bei dem Röntgenexperiment des PDI nutzt man denselben Effekt, wobei bemerkenswerterweise das Vakuum für die sehr kurzweilige Röntgenstrahlung den im Vergleich zum untersuchenden Kristall optisch dichteren Part übernimmt. Bei einer Einstrahlung unter einem sehr flachen Winkel (etwa 0,2 Grad) findet



Die Apparatur ist sehr komplex: das tonnenschwere Gerät lässt sich auf eine Winkelgenauigkeit von weniger als 0,001 Grad justieren.



daher Totalreflexion statt. Das Wellenfeld dringt bei der Bestrahlung nur etwa 10 bis 15 Nanometer in die Probe ein. Somit erkennen die Physiker anhand der Reflexion Eigenschaften der Oberfläche, also der gerade wachsenden Schicht, nicht jedoch aus den darunterliegenden Bereichen. Und gerade die Grenzflächen sind für die Physiker interessant, denn sie weichen in ihren Eigenschaften ab vom Inneren des Kristalls.

Die PDI-Forscher haben zwei verschiedene Seltenerd-oxide untersucht: Gadoliniumoxid (Gd_2O_3) und Lanthanoxid (La_2O_3). Michael Hanke berichtet: „Beim Gadoliniumoxid haben wir ein interessantes Phänomen beim

» *Gerade in den untersten Kristallschichten zeigten sich überraschende Phänomene.«*

Wachstum festgestellt: Wenn man die ersten Atomschichten aufbringt, passiert dies zunächst, ohne dass sich eine laterale Ordnung der Schichten unter-

einander nachweisen lässt.“ Erst ab der vierten bis fünften Atomschicht rasten sie ein und der Kristall beginnt sich dreidimensional zu formen.

Auch beim Lanthanoxid waren die Physiker erstaunt, als sie das Wachsen der ersten Schichten beobachteten. Für massive Kristalle sind zwei Modifikationen der Gitterstruktur bekannt: eine hexagonale und eine kubische. Die hexagonale Variante ist thermodynamisch stabiler als die

Beim Lanthanoxid bildet sich zur Überraschung der Physiker in den ersten Schichten eine kubische Gitterstruktur. Erst ab einer bestimmten Dicke entsteht die erwartete hexagonale Form.

kubische. Zudem ist der Unterschied des Gitterparameters zum Silizium kleiner. Daher würde man erwarten, dass sich beim Aufwachsen auf das Silizium die hexagonale Gitterstruktur bildet – das passt besser und ist energetisch günstiger. Überrascht stellten die Forscher jedoch fest, dass das Wachstum in der kubischen Form beginnt – aller Theorie zum Trotz. Erst ab einer bestimmten Dicke bilden sich Schichten in der hexagonalen Form. Diese Beobachtung steht im Einklang mit transmissionselektronenmikroskopischen Untersuchungen, die einen höchstauflösenden, direkten Blick auf die fertigen Strukturen gestatten. „Damit haben wir eine Methode, mit deren Hilfe sich gezielt die kubische Form von Lanthanoxid herstellen lässt“, freut sich Michael Hanke.

Die Forscher haben sich bisher mit planaren Schichten beschäftigt. Als nächstes wollen sie das Wachstum von Nanodrähten untersuchen. Bei diesen winzigen Strukturen nimmt das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen drastisch zu, damit spielt die Oberfläche eine immer wichtigere Rolle.

Applied Physics Letters, DOI 10.1063/1.4890107

BIRGIT HERDEN

Kernspin in Farbe

Berliner Wissenschaftlern sind erstmals zweifarbige Aufnahmen mit hochempfindlichen neuen Kontrastmitteln im Kernspintomographen gelungen. Das Verfahren eröffnet neue Perspektiven für die klinische Anwendung – Tumore ließen sich damit zum Beispiel genauer charakterisieren und somit Therapien individueller einsetzen.

Bei der Lichtmikroskopie ist es eine Selbstverständlichkeit: Mit einer Vielzahl von Farbstoffen färbt man Proben ein, kann so verschiedene Zellstrukturen sichtbar machen oder gesundes von krankem Gewebe unterscheiden. Da Lichtstrahlen aber nicht weit in Gewebe eindringen, durchleuchten Ärzte ihre Patienten mit Radiowellen, wenn sie mit einem Kernspintomographen Aufnahmen machen. Der Nachteil dabei: Im Kernspin sieht man meist lediglich die Verteilung von Gewebswasser, besondere Zielstrukturen wie etwa kleine Mengen von Tumorzellen können die Ärzte in den schwarz-weißen Bildern nicht erkennen.

Das könnte sich einmal ändern, sollte sich die neue Technik der Xenon-Kernspintomographie durchsetzen, die derzeit von mehreren Arbeitsgruppen weltweit entwickelt wird. Der Gruppe um den Berliner Physiker Leif Schröder ist am Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie (FMP) nun in Zusammenarbeit mit Christian Freund von der FU Berlin ein wichtiger Durchbruch gelungen. Zum ersten Mal konnten die Berliner Wissenschaftler verschiedene Zelltypen so markieren, dass diese Radiowellen unterschiedlicher Frequenz aussenden. Ganz wie bei der Lichtmikroskopie generierten sie so Bilder, auf denen manche Zellen rot, andere grün leuchten.

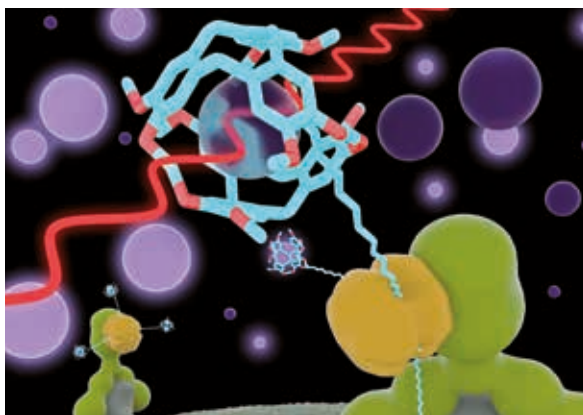
Kernspinaufnahmen kommen zustande, wenn Atomkerne mit einem starken äußeren Magnetfeld in Wechselwirkung treten – der Patient wird dafür „in die Röhre geschoben“,

welche den starken Magneten beinhaltet. In diesem Zustand treten manche Atomkerne mit Radiowellen in Resonanz, d.h. sie senden selbst Radiowellen aus, und durch schichtweise Aufnahmen entsteht ein dreidimensionales Bild – daher stammt auch der Name „Magnetresonanztomographie“, kurz MRT. Herkömmliche Kernspintomographen vermessen dabei die Kerne von Wasserstoffatomen, die im menschlichen Körper zwar allgegenwärtig sind, aber nur sehr schwache Signale aussenden. Die neue, von Leif Schröder entwickelte Technik nutzt dagegen das Edelgas Xenon, das weit stärkere Signale aussendet, wenn man seine Atomkerne zuvor mittels Laserstrahlen in einen „hyperpolarisierten“ Zustand versetzt. Das Gas, sonst eher aus Autoscheinwerfern bekannt, ist harmlos und völlig ungiftig. Bei einer klinischen Anwendung könnten es die Patienten inhalieren und so im Körper verteilen.

Für wirklich interessante Aufnahmen müsste man allerdings mit dem Edelgas besondere Zielstrukturen markieren – etwa krankhaft entartete Zellen oder auch Ablagerungen in den Arterien. Die Berliner Forscher haben dafür verschiedene molekulare „Container“ entwickelt, die das Xenon einfangen, und die sich wiederum leicht als Sonden im menschlichen Körper einsetzen lassen. Heftet sich ein solches Kontrastmittel an eine gesuchte Zelle im Körper, dann fischt es fortan Xenonatome aus der Umgebung, die von dort Radiowellen einer bestimmten Frequenz ausstrahlen. In der aktuellen Arbeit setzten die Berliner Forscher zwei unterschiedliche Container gleichzeitig ein, durch die das Xenon dann Radiowellen mit unterschiedlicher Frequenz aussendet – manche Zellen sahen im Bild dadurch grün, andere rot aus.

Eine Vielzahl künftiger Anwendungsmöglichkeiten ist denkbar. Zum Beispiel ließen sich in den Körper transplantierte Zellen verfolgen oder Tumore lokalisieren und in ihrer zellulären Zusammensetzung darstellen. Auf diese Weise könnten die neuartigen Kernspin-Aufnahmen zu einer personalisierten Therapie beitragen.

Kürzlich war der Gruppe um Leif Schröder eine weitere Entwicklung gelungen: Dabei konnten sie die beim Kernspintomographen eingesetzten molekularen Sonden in winzige Biomembranbläschen (Liposomen) verpacken und gezielt zu dem Typ Zellen dirigieren, die im menschlichen Körper die Grenze zwischen Blut und Hirnflüssigkeit bilden. So könnte man das neurologisch so bedeutsame Gewebe durchleuchten und Schäden in der Blut-Hirn-Schranke sichtbar machen.



Spezifischer Nachweis von Proteinen der Zelloberflächen mittels Xenon-Magnetresonanztomographie (MRT); das Bild zeigt die Verwendung von hyperpolarisierten Xenon-Gas (lila), in Kombination mit Xenon-Cryptophan-Käfigen (hellblau), die über Antikörper an Zellen gebunden sind. Während des MRT-Experiments bringt ein spezieller Radiofrequenzpuls (rot) selektiv die Oberfläche der Makrophagen zum Leuchten.

Nano Letters, DOI: 10.1021/nl502498w

GESINE WIEMER

Gasnetze optimieren mit Mathematik

Grundlagenforschung ist wichtig, damit daraus neue Erkenntnisse für spätere Anwendungen erwachsen – so läuft es häufig. Aber es geht auch umgekehrt: Aus einem Industrieprojekt zur Optimierung von Gasnetzen sind so viele Fragen zu mathematischen Methoden entstanden, dass Mathematiker diese jetzt im Rahmen eines neuen DFG Sonderforschungsbereiches auf eine breite mathematische Basis stellen.

Im Jahr 2005 wurde der Gasmarkt dereguliert. Damit ging die schöne Übersicht verloren: Als noch Gashandel, Gastransport und Gasspeicherung in einer Hand lagen, wusste der Betreiber genau, wie viel Gas von wo nach wo zu transportieren war. Durch die Entflechtung waren der Gasnetzbetreiber und der Händler nun zwei verschiedene Unternehmen. Seitdem muss der Betreiber seine Netze planen, obwohl er die genauen Bedingungen gar nicht kennt. Ein Kunde, sei er Verbraucher oder Anbieter, kauft bei dem Netzbetreiber Optionen auf die maximale Gasmenge, die er transportieren will. Dieser muss theoretisch alle Konstellationen innerhalb der gebuchten Kapazitäten technisch realisieren können. „Allerdings würde man unnötig Buchungskapazitäten verschenken, wollte man sich an der ungünstigsten, möglicherweise sehr unwahrscheinlichen Konstellation orientieren“, erklärt Dr. René Henrion vom Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik (WIAS). „Das ist auch nicht nötig, da die Kunden häufig ihre Optionen in einem engeren Teilbereich ausschöpfen.“ Der Anbieter möchte nun wissen, wie viel Kapazität er mit hinreichend hoher Sicherheit für den Kunden bedienen kann.

Mit dieser Frage hat sich die Industrie im Rahmen eines Industrieprojekts an Mathematiker des WIAS und anderer Institutionen gewandt. In dem Projekt, das von 2009 bis 2013 lief, konnten die Mathematiker für einen Gasnetzbetreiber eine ganze Reihe von Lösungen entwickeln, mit denen sich Gasnetze effizient betreiben lassen. Grundlage für die Prognose ist eine umfangreiche Datenbasis über historische Lastdaten. Diese haben die Mathematiker statistisch ausgewertet und abgeschätzt, welche Kapazitäten die Nachfrage bedienen können. Mit vorhandenen mathematischen Instrumenten ließ sich die Grundlage für eine gute Konzeption der Netze legen. Bei der Bearbeitung dieser komplexen Fragestellungen haben die Mathematiker allerdings festgestellt, dass ihre Instrumente nicht immer perfekt auf die konkreten Probleme passten. „Wir haben vereinfachende Modelle betrachtet, um das Problem approximativ zu lösen“, erklärt Henrion. „Dabei haben wir durch die groben Annahmen Spielraum zum Optimieren verschenkt. Das wollen wir im SFB besser machen.“

Wenn man Gasnetze real behandeln will, kommt fast die ganze Palette der Angewandten Mathematik darin vor. So braucht man zum Beispiel ganzzahlige Entscheidungen, weil bestimmte Schalter auf 0 oder 1 gestellt werden kön-



Mithilfe mathematischer Methoden lassen sich Gasnetzwerke optimal für den Bedarf auslegen.

nen, wodurch Flüsse unterbrochen werden oder nicht. Das ist eine ganz andere mathematische Welt als etwa die stetige Optimierung. Deterministische Formeln helfen nicht weiter, wo Wahrscheinlichkeiten zugrunde liegen. „Im Industrieprojekt konnten wir auf lineare Modelle zurückgreifen, die wir aus Erfahrungen mit Wasserkraftwerken entwickelt hatten“, so Henrion. Das Unangenehme an den Gasnetzen ist, dass es sich hier um nichtlineare Wahrscheinlichkeitsrestriktionen handelt, weil Fluss und Druck miteinander in Beziehung stehen: Durch Kompressoren und andere technische Elemente wird Druck erzeugt, der den Fluss über eine nichtlineare Beziehung bestimmt. Der Druck muss sich dabei innerhalb bestimmter Schranken bewegen.

Bei dem SFB ergänzen sich die Teilprojekte der verschiedenen beteiligten Forschungsgruppen, aber die Wissenschaftler bearbeiten auch zum Teil dieselben Fragestellungen parallel, jedoch mit unterschiedlichen Methoden. Beim anschließenden Vergleich zeigt sich, welche Methode die besten Ergebnisse liefert.

René Henrion beschreibt die Beziehung zwischen Wissenschaft und Industrie so: „Wie in der Dialektik gibt es einen Widerspruch zwischen den mathematischen Methoden und den Fragestellungen der konkreten Anwendung, der uns nun antreibt, neue Instrumente zu entwickeln. Im Augenblick schlägt das Pendel aus zur Mathematik, wir erproben generelle Zugänge – losgelöst von konkreten Daten.“ In Zukunft werden diese neuen mathematischen Welten wieder ganz praktische Antworten für die Industrie liefern.

CATARINA PIETSCHMANN

Großer Fischzug im „DNA-Teich“

Forscher des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) um Alex Greenwood publizieren in PLOS ONE einen simplen Weg, um das Erbgut einer Lebensform aus dem Gemisch von Genomen mehrerer Organismen herauszuangeln.



Welcher Virus plagt den Elefanten? Welcher Bakterien-Typ löst schwere Lungenerkrankungen bei Europäischen Feldhasen aus? Molekularbiologische Analysen von Gewebeproben stellen Forscher immer wieder vor das gleiche Problem: Wie fischt man gezielt nur das Genom eines Krankheitserregers aus dem Erbgut-Gemisch des Patienten und seiner mikrobiellen Mitbewohner? „Sehr einfach“, sagt Alex Greenwood vom Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) in Berlin. „Wir bieten

dem aufbereiteten DNA-Gemisch eine kurze einzelsträngige Basensequenz quasi als Wurm an. Darauf ‘beißt’ nicht nur die komplementäre Sequenz an, sondern nach und nach viele weitere angrenzende Abschnitte.“ Es bedarf nicht einmal einer neuen Methode dafür. Die sogenannte „Hybridisation Capture Technik“ bietet bereits alles, was nötig ist. Lediglich auf die anschließende Datenanalyse kommt es an.

Durch Zufall entdeckte Greenwoods Doktorand Kyriakos Tsangaras den zusätzlichen Nutzen von Hybridisation Capture. Diese Technologie basiert auf winzigen magnetischen Kügelchen, an die kurze zielspezifische Sequenzen von wenigen Basenpaaren (Oligonucleotide) gebunden werden. Werden die so bestückten Kügelchen nun in einen Proben-Mix aus einzelsträngigen DNA-Fragmenten gegeben, docken nur die gesuchten komplementären Sequenzen an und kurze doppelsträngige DNA-Abschnitte entstehen. Mit einem Magneten werden die Kügelchen nun wieder aus der Probe gezogen und nicht angedockte Fragmente abgespült. Dann werden die kurzen Doppelstränge von den Magneto Beads gelöst und sequenziert.

Tsangaras wollte eigentlich nur eine bestimmte Sequenz der in Mitochondrien enthaltenen DNA verschiedener südostasiatischer Nagetiere vergleichen. Dafür setzte er eine rund tausend Basenpaare lange Sequenz zum Einfangen (Capturing) von DNA ein. „Ja, wir haben die Sequenz“, berichtete er anschließend Greenwood. „Aber noch sehr viel mehr!“

Die Analyse der Sequenzen und der Abgleich mit Referenzdaten ergab, dass er das komplette Mitochondrien-Genom eines Nagers aus dem „DNA-Teich“ gefischt hatte. Das ergibt überhaupt keinen Sinn, war Greenwoods erster Ge-

danke. Kontrollversuche brachten jedoch das gleiche verblüffende Ergebnis. Greenwood bat Tom Gilbert vom Center of GeoGenetics in Kopenhagen bei der Analyse des Phänomens um Mithilfe. Verschiedene Theorien wurden aufgestellt und wieder verworfen. Übrig blieb das Nahe-liegendste – es musste eine Kettenreaktion gegeben haben. „Bildlich gesprochen biss zuerst der gesuchte Fisch an – die komplementäre Oligonucleotidsequenz dockte an. Dann biss ihm ein zweiter quasi in den Schwanz, diesem ein dritter und so weiter.“ In der Probe hatte es vor der Aufbereitung einmal intakte Doppelhelices gegeben, die nun in Fragmenten mit unterschiedlichen Längen vorlagen. Da einzelsträngige DNA die Fähigkeit hat, sich spontan mit dem komplementären Strang zu verbinden, passierte einfach folgendes: Nachdem das komplementäre Fragment aus Strang A an den „Köder“ gebunden hatte, heftete sich nun das angrenzende Gegenstück aus Strang B an das heraushängende Ende. Daran wieder eines von A, dann von B, von A... und so weiter.

Das ist so simpel und im Grunde schon Schulbuchwissen: Warum hat das zuvor niemand beobachtet? „Wer nur Tausend Basenpaare sucht, schaut meist nur nach, ob er sie gefunden hat. Alles was außerdem entsteht, wird meist als Schrott abgetan“, sagt Greenwood. „CapFlank“ nannten die Autoren diesen „Beifang“-Prozess, bei dem ein einzelnes DNA-Fragment in einer Kettenreaktion überlappende benachbarte Sequenzen einfängt. Mit einem ganz kleinen Fragment lässt sich also sehr viel genetische Information gewinnen.

CapFlank eröffnet ganz neue Möglichkeiten, zum Beispiel bei der genetischen Analyse von Krankheitserregern. „Wir können kurze konservierte Gensequenzen nutzen, um das Genom (oder zumindest große Teile) von krankheitserregenden Varianten, etwa von Influenzaviren, oder ganz neuen Erregern zu gewinnen“, erklärt Greenwood.

Selbst für stark fragmentierte alte DNA, etwa aus Knochen von Museumstieren, die häufig von Mikroben- und menschlicher Erbsubstanz stark verunreinigt ist, eignet sich die Methode, wie Greenwoods Mitarbeiter an Proben ausgestopfter Museumskoalas zeigen konnten. Am besten funktioniert CapFlank allerdings bei frischer DNA. Von dem Darmbakterium *Escherichia coli* aus einer menschlichen Urinprobe fischten die Forscher 90 Prozent des Genoms am Stück heraus.

PLOS ONE, DOI 10.1371/journal.pone.0109101

GESINE WIEMER

Das haut die stärkste Fledermaus um

An Windrädern kommen Fledermäuse in großer Zahl um. Forscher haben in einer aktuellen Studie die Herkunft der Tiere ermittelt: Sie stammen nicht nur aus der lokalen Umgebung, sondern manche legten vorher zum Teil große Flugstrecken zurück. So trägt Deutschland nicht nur Verantwortung für den heimischen Artenschutz, sondern auch für Populationen anderer Länder.

Windräder sind wichtig für die Energiewende. Die Technologie ist weit fortgeschritten und Wind ist vor allem im Norden ausreichend vorhanden. Neben dem Problem des Energietransports und der Ästhetik gibt es allerdings noch ein weiteres Problem: Für viele Vögel und Fledermäuse sind die Rotorblätter eine tödliche Gefahr. So könnten jedes Jahr schätzungsweise 300.000 Fledermäuse an Windkraftanlagen in Deutschland verunglücken, wenn die Kollisionsgefahr nicht über nächtliche Abschaltzeiten der Anlagen während der Hauptaktivitätsphasen der Fledermaus reduziert wird.

In einer aktuellen Studie, die im wissenschaftlichen Fachblatt PLOS ONE publiziert wurde, hat ein Forscherteam unter der Leitung des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) die Herkunft von Großen Abendseglern – einer migrierenden Fledermausart – bestimmt, die an Windrädern in den östlichen Bundesländern tödlich verunglückten. Es zeigte sich, dass es sich bei über einem Viertel der Fledermäuse nicht um standorttreue Tiere handelte, sondern um Tiere, die sich auf dem Weg in ihr Winterquartier in Deutschland oder im südwestlichen Europa befanden. Sie kamen aus dem nordöstlichen Verbreitungsgebiet, das sich vom Baltikum über Russland und Weißrussland bis nach Polen erstreckt.

Fledermausexperte Christian Voigt vom IZW betont: „Die Studie zeigt, dass wir in Deutschland nicht nur Verantwortung für den Artenschutz heimischer Fledermausarten tragen, sondern aufgrund der zentralen Lage als Durchreiseland auch für migrierende Fledermäuse aus entfernten Ländern.“

Die Methode, mit der die Forscher die Herkunft der Fledermaus bestimmten, stammt aus der Forensik. Wenn ein Kadaver unbekannter Herkunft auftaucht, untersuchen die Forensiker das Verhältnis von schwerem zu leichtem Wasserstoff im Keratin der Haare. Dieses Verhältnis variiert mit der Umgebungstemperatur; in nördlichen, kühleren Breiten gibt es weniger Deuterium im Niederschlagswasser als in südlichen Breiten. Menschen und Tiere nehmen dieses Wasser direkt oder über die Nahrung auf, wo es sich im Körpergewebe ablagert. Da Keratin im Haar oder Fell biologisch inaktiv ist, bleibt das Isotopenverhältnis dort über lange Zeit erhalten. Wie ein geografischer Fingerabdruck weist es auf die Herkunft des Men-

schens oder des Tieres hin. Das Praktische an dieser Methode: Die Wissenschaftler können die Herkunft jeder Fledermaus bestimmen, ohne sie vorher beringt zu haben – was einen immensen Aufwand bedeuten würde.

Besonders fatal sind Windräder, weil sie Fledermäuse anlocken. Die Zugzeit ist auch Paarungszeit, dann geraten die Fledermäuse regelrecht ins Schwärmen – im wahren Sinne des Wortes. Und das geschieht am liebsten an landschaftlich markanten Strukturen wie Felsen, Kirchtürmen, oder eben Windrädern. Christian Voigt wundert sich darüber, dass nur wenige weitreichende Maßnahmen gegen diese tödlichen Fallen ergriffen werden: „Fledermäuse sind sowohl nach nationalem Recht als auch nach EU-Recht geschützt und migrierende Fledermäuse stehen zudem unter dem Schutz einer UN-Konvention, die von Deutschland unterzeichnet wurde. Wer eine einzige Fledermaus tötet, kann strafrechtlich belangt werden.“ Bei den Windkraftanlagen würde dagegen großzügig weggeschaut, weil die Energiewende politisch im Hau-Ruck-Verfahren umgesetzt werden soll. „Hier werden Klimaschutz und Artenschutz gegeneinander ausgespielt – doch müssten sie im Sinne eines umfassenden Umweltschutzes Hand in Hand gehen.“ Dabei würden Windräder und Fledermäuse eigentlich gut zusammenpassen: Fledermäuse mögen keinen starken Wind. Sie sind nur bei Windgeschwindigkeiten von maximal sechs bis acht Metern pro Sekunde aktiv. Genau da fangen Windräder erst an, richtig Energie zu produzieren. Würden die Anlagen nur bei kräftigem Wind laufen, ließen sich Kollisionen vermeiden – auch die zwischen Klima- und Artenschützern.

[DOI 10.1371/journal.pone.0103106](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103106)

Markante Strukturen in der Landschaft wirken anziehend auf Fledermäuse – das ist harmlos bei einem Baum oder einem Kirchturm, kann aber tödlich sein bei Windrädern.



GESINE WIEMER

Geparden-Menü: Wild statt Rind

Der Gepard ist eine gefährdete Tierart, die in großen Populationen nur noch auf kommerziellem Farmland in Namibia vorkommt. Die Farmer dort sehen in ihm eine mögliche Bedrohung für ihr Weidevieh. Nun können Wissenschaftler Entwarnung geben: Auf der Speisekarte der Geparde stehen in erster Linie Wildtiere.



Die Wissenschaftler untersuchen die Geparden umfassend, bevor sie wieder in die Freiheit entlassen werden.

Es ist ein alter Konflikt: Überall dort, wo es fleischfressende Wildtiere gibt, sorgen sich Landwirte um ihr Weidevieh. In Namibia bezieht sich diese Sorge auf die mögliche Bedrohung von Weidevieh durch Geparde. Wenn den Farmern in Namibia ein Rinder-Kalb fehlt, steht daher regelmäßig der Gepard unter Verdacht – nirgendwo gibt es weltweit noch so viele Tiere dieser gefährdeten Art. Einwandfrei bestätigen lässt sich der Verdacht aber selten.

In ihrer aktuellen Studie untersuchten Forscher des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (IZW), ob wirklich das Weidevieh der Farmer ganz oben auf der Speisekarte steht. Dazu griffen sie auf eine indirekte Methode zurück, mit der sie das Nahrungsspektrum der Geparde langfristig erfassen konnten. Christian Voigt vom IZW erläutert: „Klassischerweise werden zur Bestimmung des Nahrungsspektrums Kotproben untersucht. Anhand der darin enthaltenen Haare und Knochen von Beutetieren lässt sich allerdings nicht darauf schließen, was Geparde über einen längeren Zeitraum fressen. Kotproben liefern also nur ein kurzes Schlaglicht auf das Nahrungsspektrum.“

Die Forscher nahmen stattdessen Haarproben der Geparde und bestimmten das sogenannte Stabilisotopenverhältnis von Kohlenstoff und Stickstoff. Bei den Pflanzenfressern gibt es unterschiedliche Nahrungsnetze. Eines basiert auf Büschen, Bäumen und Kräutern, die eine C3-Fotosynthese aufweisen, bei der die Zwischenprodukte

der Fotosynthese drei Kohlenstoffatome (C3) enthalten. Im Unterschied dazu haben Gräser eine C4-Fotosynthese. Pflanzenfresser gehören bevorzugt einem Nahrungsnetz an, das Isotopenverhältnis schlägt sich somit auch in ihrem Körpergewebe nieder. So sind der Springbock und der Steinbock auf Büsche und Kräuter spezialisiert, die Oryxantilope ist dagegen ein Grasfresser – ebenso wie das Weidevieh. Noch einen Schritt weiter in der Nahrungskette überträgt sich das Isotopenverhältnis der Beutetiere auf ihre Jäger.

Die Studie zeigte, dass für die Nahrung der Geparde Pflanzenfresser aus der C4-Nahrungskette, zu der auch das Weidevieh gehört, kaum eine Rolle spielen. Nur bei Männchen, die in Gruppen von 2 bis 3 Tieren auftreten, kommen gelegentlich Grasfresser als Beutetier vor. Im Geparden-Projekt arbeiten die Wissenschaftler des IZW eng mit Farmern zusammen. „Wir leben mit den Farmern auf dem Farmland und geben ihnen unsere Ergebnisse zurück. Damit erreichen wir eine sehr hohe Akzeptanz“, betont IZW-Forscherin Bettina Wachter. Sie ergänzt: „Die Farmer konnten uns ihre Erfahrungen im Umgang mit den Raubkatzen weitergeben, denn Geparde lassen sich nicht einfach mit einem Köder anlocken.“ Geparde fressen nämlich nur selbst erlegte Beute. Also stellen die Wissenschaftler, wie von den Farmern empfohlen, die Fallen an Markierungsbäumen auf, die mit Dornengebüsch bis auf einen schmalen Durchgang verblendet sind. Wollen die Geparde zu den Bäumen, müssen sie die Falle passieren. Ein in die Falle getappter Gepard wird betäubt und umfassend untersucht: Größe und Gewicht werden festgestellt, Blutprobe und Haarprobe genommen, und schließlich entlassen die Forscher den Gepard mit einem Sender versehen in die Freiheit.

„Unsere Studie zeigt, dass Geparde dem Weidevieh eher selten nachstellen. Die Farmer müssen sich also weniger um ihre Rinder sorgen“, resümiert Voigt. Mit der Studie geht es den Wissenschaftlern darum, Geparde zu schützen – aber nicht gegen die Interessen der Farmer. „Wir verstehen auch deren Position. Die Konzepte zum Artenschutz müssen immer auch auf die Lebensgrundlage der Menschen Rücksicht nehmen“, kommentiert Wachter. Die Studie ist somit ein wichtiger Beitrag, um den Konflikt zwischen Farmern und Geparden zu entschärfen.

PLOS ONE, DOI 10.1371/journal.pone.0101917.

EVA-MARIA CYRUS, DANIEL HÜHN, ROBERT ARLINGHAUS

Das Einsetzen von Kannibalen lohnt sich nicht

Das Aussetzen von Junghechten in Gewässer, in denen bereits Artgenossen vorkommen, steigert die Population nicht. Stattdessen drohen unerwünschte Risiken und Nebenwirkungen wie finanzielle Einbußen, das mögliche Einschleppen von Krankheitserregern oder der Verlust genetischer Vielfalt nach Verpaarung von Satz- und Wildfisch.

In Gewässern mit stark beeinträchtigter Vermehrung kann Jungfischbesatz sehr erfolgreich sein. Erfolg und Misserfolg von Besatz hängen eng vom Grad der natürlichen Konkurrenz um Futter und Unterstände ab. Das ergab eine neue Studie des Projekts Besatzfisch am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) und der Humboldt-Universität zu Berlin.

Der Hecht (*Esox lucius*) ist ein faszinierender Raubfisch und beliebte Anglerbeute. Schade nur, dass er nicht sprechen kann, wie der Butt im Märchen „Der Fischer und seine Frau“. Ansonsten hätte Meister *Esox* Angler und Fischer längst über eine verbreitete Fehlannahme aufklären können: Wenn in einem Gewässer bereits eine Hechtpopulation lebt, die sich natürlicherweise fortpflanzt, egal auf welchem Niveau, kann der Bestand durch das Einbringen zusätzlicher Hechtjünglinge nicht nachhaltig erhöht werden. Die Gewässerverantwortlichen – in Deutschland meist Anglervereine – versuchen durch das Einsetzen von jungen Hechten, Zandern und anderen kannibalistischen Raubfischarten, rückgehende Bestände zu stabilisieren oder zu erhöhen. Forscher des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanzierten Projekts Besatzfisch haben es sich zur Aufgabe gemacht, Besatzmaßnahmen mit beliebten Raubfischen auf ihren Erfolg und potenzielle Risiken zu überprüfen. Die Nachwuchsforscher um den Rostocker Diplomanden Kay Lübcke, den IGB-Doktoranden Daniel Hühn und den Studienleiter Prof. Robert Arlinghaus untersuchten nun erstmalig in einer umfangreichen Teichstudie in Kooperation mit den Bezirksfischereierband für Ostfriesland und der Fischerei Endjer praxisübliche Hechtbrutbesatzmaßnahmen in einem großen Teichversuch.

Die kannibalistische Eigenschaft des Hechts erklärt das Studienergebnis. Bereits als Jungfisch macht der Hecht nicht vor seinen eigenen Artgenossen halt. Ab einer Körperlänge von etwa 3 bis 5 cm beginnen die Minihechte, ihre kleineren Artgenossen zu jagen. Werden in ein Gewässer mit schon vorhandenem Hechtnachwuchs künstliche aufgezogene Brütlinge hinzugefügt, steigt die Hechtdichte. Versteckmöglichkeiten werden somit rarer, während die Wahrscheinlichkeit, von Artgenossen gefressen zu werden, steigt. Die nun im Fachjournal *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* publizierte Studie zeigt, dass wegen des rasch einsetzenden Kannibalismus die Anzahl der Junghechte durch Besatz nur kurzfristig erhöht werden kann.



Hechtbrütling

Bereits drei Monate nach dem Besatz geht der künstlich erhöhte Hechtjungfischbestand wieder auf ein natürliches Niveau zurück.

Bei der Frage, wer sich eher durchsetzt – der natürlich entstandene Nachwuchs oder künstlich aufgezogene Besatzhechte – konnten die Fischereiwissenschaftler den Nachkommen der ursprünglichen Population einen klaren Heimvorteil nachweisen. Die besetzten Junghechte wuchsen und überlebten in der Konkurrenzsituation deutlich schlechter als die Wildhechte. Die Frage bleibt offen, ob dieser Überlebensnachteil durch die unnatürlichen Umstände während der Aufzucht entstanden ist. Auch die Umschiffung der natürlichen Partnerwahl bei der künstlichen Vermehrung könnte ihren Beitrag zum geringeren Überleben nach dem Aussetzen geleistet haben.

Trotzdem schafften es einige der ausgesetzten Junghechte, in den Bestand hineinzuwachsen und sich dort zu etablieren. Das heißt: Nach Besatz sind in dem Gewässer zwar nicht unbedingt mehr Hechte, aber es finden sich dort heimische und besetzte Tiere. Naturschützer sehen hier Risiken. So besteht die Möglichkeit, dass sich abhängig von der Herkunft des Besatzmaterials gebietsfremde Gene über den Besatz in natürlichen Beständen etablieren und über Kreuzungen zwischen Satz- und Wildfisch zum Verlust genetischer Vielfalt führen. Außerdem läuft jeder Bewirtschafter Gefahr, sich über Besatz Krankheiten in das Gewässer einzuschleppen.

In Gewässern mit stark eingeschränkter oder gar ausbleibender natürlicher Vermehrung der Hechte kann Brutbesatz aber durchaus erfolgreich sein. Wahrscheinlich sind die nun vorliegenden Ergebnisse auch auf andere Fischarten mit starken Selbstregulationsfähigkeiten wie Zander oder Bachforelle übertragbar.

DOI: 10.1139/cjfas-2013-0636



Täuschungsmanöver bei der Partnerwahl – Lektionen aus dem Tierreich

Wenn Tiere in Gruppen leben, steht nahezu jede ihrer Aktionen unter der Beobachtung der anderen Gefährten. Doch obwohl das Leben in Gruppen im Tierreich weit verbreitet ist, wurde sein Einfluss auf wichtige Lebensprozesse – wie zum Beispiel die Fortpflanzung – bislang kaum untersucht. Dabei kann das soziale Umfeld einige kuriose Erscheinungen erklären, wie Homosexualität bei Kärpflingsmännchen (*Poecilia mexicana*) oder täuschende Bäumchen-Wechsel-Dich-Manöver bei Arabischen Sandgazellen (*Gazella marica*).

Erfolgreich eigenen Nachwuchs zu bekommen, ist essentieller Bestandteil allen Lebens. Ein großes Rätsel ist deshalb, warum bei vielen Tierarten einige Männchen offensichtlich kein Interesse an eigenen Nachkommen zu haben scheinen: Männliche Homosexualität ist eines dieser

» *Zu viel sexuelle Aktivität eines potentiellen Partners ist für ein Weibchen Fluch und Segen zugleich.«*

als „Darwinistisches Puzzle“ bezeichneten Phänomene, das selbst heute noch kaum verstanden ist. Doch könnte der soziale Kontext, in dem die Tiere homosexuelles Verhalten an den Tag legen, einen entscheidenden Beitrag zum Verständnis liefern. Als ein nützlicher Modellorganismus erwiesen sich dabei Atlantikkärpflinge (*Poecilia mexicana*), bei denen gleichgeschlechtliche Liebessakte zwischen Männchen zum üblichen Verhaltensrepertoire gehören.

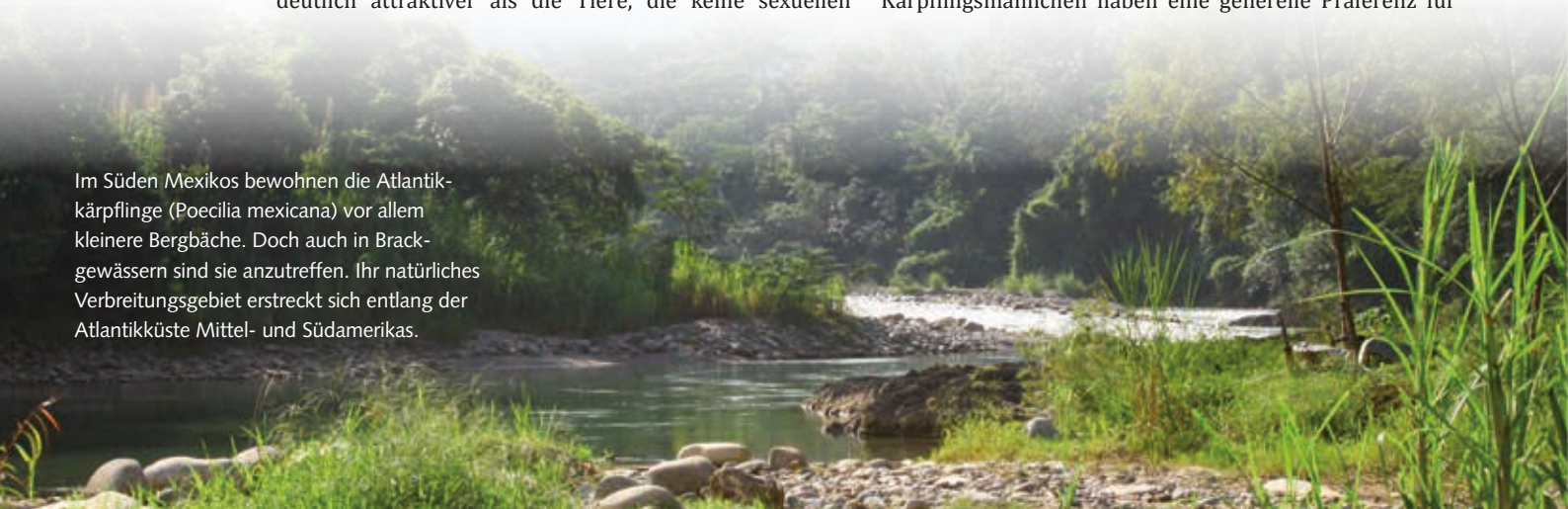
In einer Studie spielte ich Kärpflingsweibchen verschiedene Videoanimationen vor. Zwei Filme zeigten männliche Atlantikkärpflinge, die entweder mit einem Weibchen oder einem anderen Männchen sexuell interagierten. In einem dritten Video hatten die Fische gar keinen Sex. Die getesteten Weibchen fanden sowohl die hetero- als auch die homosexuell agierenden Kärpflingsherren deutlich attraktiver als die Tiere, die keine sexuellen

Handlungen demonstriert hatten. Durch homosexuelles Verhalten können Männchen also ihre Attraktivität beim weiblichen Geschlecht durchaus steigern, erhöhen somit auch ihre Chancen auf künftige heterosexuelle Kontakte und, schlussendlich, auf eigenen Nachwuchs. Homosexualität als Wettbewerbsvorteil zu sehen, ist ein völlig neuer Erklärungsansatz für dieses Verhalten.

Doch warum finden Kärpflingsdamen homosexuell agierende Männchen ebenso attraktiv wie heterosexuelle? Für Weibchen ist die sexuelle Aktivität eines potenziellen Partners Fluch und Segen zugleich. Zu viel Aufmerksamkeit erhöht ihr Verletzungsrisiko beim Geschlechtsakt. Denn diese Fische vollziehen, ähnlich den Säugetieren, eine interne Befruchtung, wobei die Männchen zur Übertragung von Spermienpaketen ein penis-ähnliches Begattungsorgan verwenden. Weiterhin lassen die ständigen männlichen Aufwartungen den Weibchen kaum noch Zeit zur Futtersuche. Doch auch zu wenig sexuelle Aktivität scheint nicht anzukommen, denn dies könnte auf mindere Qualität oder auch auf Krankheit des Männchens hindeuten.

Zusätzlich zum gebührenden Taktgefühl müssen Männchen stets auf der Hut sein, sich die besten Partnerinnen nicht von zuschauenden Rivalen wegschnappen zu lassen. Kärpflingsmännchen haben eine generelle Präferenz für

Im Süden Mexikos bewohnen die Atlantikkärpflinge (*Poecilia mexicana*) vor allem kleinere Bergbäche. Doch auch in Brackgewässern sind sie anzutreffen. Ihr natürliches Verbreitungsgebiet erstreckt sich entlang der Atlantikküste Mittel- und Südamerikas.





Dr. David Bierbach forscht seit August 2013 als PostDoc am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei. Für seine Doktorarbeit erhielt David Bierbach kürzlich den 1. Preis der Vereinigung der Freunde und Förderer für den naturwissenschaftlichen Nachwuchs der Goethe-Universität Frankfurt/Main.

große Weibchen, da diese mehr Eizellen produzieren und eine Kopulation mit ihnen somit die größte Aussicht auf viele Nachkommen verspricht. Wenn Atlantikkärpflinge nun beim Geschlechtsakt von einem Nebenbuhler beobachtet werden, reduzieren sie ihre sexuelle Aktivität. Teilweise kehren sie sogar ihre Präferenzen um und zeigen ein erhöhtes Interesse an einer vormals außer Acht gelassenen Fischdame.

So versuchen sie, den Konkurrenten von ihrer ersten Wahl wegzulocken. Dieses Täuschungsmanöver ist durchaus sinnvoll, denn obwohl Weibchen Spermien speichern können, wird der frischere Samen häufiger zur Befruchtung genutzt. Ganz nach dem Motto „Wer zu spät kommt, den bestraft das Leben“, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für das erste Männchen einen Großteil der Eizellen zu befruchten, je mehr Zeit bis zu eventuellen weiteren Kopulationen vergeht.

Warum aber lassen sich Kärpflingsmännchen durch andere Artgenossen von attraktiven Weibchen weglocken? Die Fischdamen dieser Spezies haben nicht immer befruchtungsbereite Eizellen verfügbar. Kurz nach der Geburt einer Brut sind die Chancen zur Befruchtung am größten – dies entspricht einem Zeitfenster von etwa ein bis zwei Tagen

» Die Bäumchen-Wechsel-Dich-Spielchen haben System.«

pro Monat. Den genauen Empfängniszustand können Männchen nur durch das „Beschnupern“ der weiblichen Genitalöffnung mit ihrer Maulspitze und die damit verbundene Aufnahme von chemischen Botenstoffen erkennen – eine sehr zeitaufwändige Prozedur. Clevere Kärpflinge umgehen dieses Problem des Auffindens von gerade rezeptiven Partnerinnen dadurch, dass sie Weibchen bevorzugen, die auch von anderen Paarungswilligen bevorzugt wurden – sogenanntes männliches Partnerwahlkopieren. Manchmal ist zu beobachten, wie fast ein Dutzend Männchen entweder kurz hintereinander oder sogar zeitgleich versuchen, ihre Traumfrau zu begatten. – Schlechte Karten für den Ersten, der das empfängnisbereite Weibchen entdeckt hat. Es sei denn, er lockt die anderen auf eine falsche Fährte, indem er ein vormals nicht bevorzugtes Weibchen anfängt zu umgarnen. Seine Auserwählte kann nun unbehelligt davonschwimmen und die Chancen, dass seine Spermien ihre Eier befruchten, steigen von Minute zu Minute in der sie unbehelligt bleibt.

Doch was ist mit anderen Tiergruppen, wie zum Beispiel Säugetieren, die eine ähnliche Fortpflanzungsbiologie

haben? Zur Beantwortung dieser Frage beteiligte ich mich an einer kooperativen Studie am King Khalid Wildlife Research Center, einer Gazellen-Aufzuchtstation in Saudi-Arabien. Meine Kollegen und ich konnten zeigen, dass Männchen der Arabischen Sandgazelle (*Gazella marica*) sehr stabile Präferenzen für bestimmte Weibchen aufwiesen. Sobald allerdings ein Konkurrent in ein getrenntes Nachbargehege eingebracht wurde, zeigten sie kaum noch Interesse an ihrer ersten Wahl oder änderten ihre Vorliebe hin zu einem eingangs nicht bevorzugten Weibchen. Dieses Verhalten scheint dem für Kärpflinge beschriebenen Täuschungsmanöver zu gleichen. Im Verlauf der Experimente erkannten wir allerdings, dass die Präferenzänderung nur etwa eine Stunde anhält. Danach folgten die Männchen wieder ihren anfänglichen Neigungen. Anscheinend hatte der Konkurrent seine Gefahrenwirkung nach einer Stunde verloren, da dann klar wurde, dass der Zuschauer aus seinem Gehege nicht zu den Weibchen gelangen konnte. In der freien Wildbahn wechseln junge Männchen häufig zwischen verschiedenen Erwachsenengruppen. Die etablierten männlichen Tiere müssen in so einer Situation erst lernen, den Neuankömmling einzuschätzen. Sie ändern zunächst ihre sexuellen Vorlieben, wahrscheinlich um dem Eindringling keine Hinweise auf qualitativ hochwertige Partnerinnen zu geben. Sobald aber offensichtlich wird, dass es sich um ein rangniederes, junges, vielleicht auch sexuell noch inaktives Männchen handelt, machen sie weiter wie bisher und umgarnen ihre bevorzugten Damen.



Zwei männliche Atlantikkärpflinge (*Poecilia mexicana*): Gleichgeschlechtliche Liebessakte zwischen Männchen gehören bei dieser Art zum üblichen Verhaltensrepertoire. So steigern die Tiere ihre Attraktivität beim weiblichen Geschlecht.

Die Beobachtungen lassen also vermuten, dass solcherlei Täuschungsmanöver im Tierreich durchaus üblich sind. Gelingt es Männchen, ihre Rivalen auf falsche Fährten zu locken, steigert das ihre Erfolgsaussichten bei den Weibchen ihrer Wahl und somit auch auf zahlreiche Nachkommen. Inwieweit sich diese Strategien auch auf den Menschen übertragen lassen, bleibt allerdings offen.

Biologin erhält Nachwuchspreis für herausragende Dissertation



Dr. Kristin Scharnweber erhält am 5. November 2014 den Nachwuchswissenschaftlerinnen-Preis des Forschungsverbundes Berlin e.V. Die Biologin wird für ihre Dissertation am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) ausgezeichnet, in der sie die ufernahen Zonen in kleinen Flachseen und deren Kopplung mit angrenzenden terrestrischen Bereichen untersuchte.

Die junge Wissenschaftlerin forscht an der Schnittstelle von Evolutionsbiologie und Limnologie. Besonders die ökologischen und evolutionsbiologischen Prozesse, die Variationen innerhalb von aquatischen Nahrungsnetzen und somit auch innerhalb von Populationen hervorgerufen, haben es Kristin Scharnweber angetan. „Diese Variationen führen dazu, dass sich verschiedene Populationen ganz unterschiedlich entwickeln“, sagt sie. Dies könne ein erster Schritt beim Entstehen neuer Arten sein.

In ihrer Dissertation untersuchte sie deshalb, wie sich unterschiedliche Umweltbedingungen – bspw. die Dichte an Wasserpflanzen oder der herbstliche Laubfall – auf das Leben in Flachseen auswirken. Sie fand heraus, dass

organische Kohlenstoffverbindungen aus dem terrestrischen Umland (POC) im Nahrungsnetz von Seen verarbeitet werden und konnte zeigen, wie das POC über Laub ins Gewässer und über schlüpfende Zuckmücken wieder zurück an Land gelangt. Diese Erkenntnisse schließen ein bislang fehlendes Puzzleteil im Kohlenstoffkreislauf.

Die gebürtige Bonnerin studierte an der Universität Hamburg sowie an der Universität Potsdam Biologie. Für ihre Diplomarbeit, in der sie sich vor allem der Koexistenz von sexuell und asexuell reproduzierenden Fischarten widmete, zog es Kristin Scharnweber an die Texas A&M University in College Station (USA). Von dort zurückgekehrt, entschied sie sich für eine Promotion am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), die sie 2013 mit dem Prädikat „summa cum laude“ verteidigte.

Mittlerweile arbeitet Kristin Scharnweber als Postdoktorandin an der Universität Uppsala in Schweden. Ermöglicht durch ein DAAD-Stipendium, erforscht sie dort, wie sich zunehmende Konzentrationen von gelöstem, organischem Kohlenstoff auf Seen auswirken. Dieses durch den Klimawandel hervorgerufene Phänomen, auch „Brownification“ genannt, betrifft mittlerweile Seen weltweit.

ANGELINA TITTMANN

Foto: privat

Aus der Leibniz-Gemeinschaft

Matthias Kleiner neu im Kuratorium der TU Berlin



Turnusgemäß hat sich das Kuratorium der TU Berlin am 16. Oktober 2014 neu konstituiert und seine Arbeit aufgenommen. Zu den neuen externen Mitgliedern gehört Leibniz-Präsident Dr.-Ing. Matthias Kleiner. Zur Vorsitzenden wurde Prof. Dr. Rita Süßmuth, Bundestagspräsidentin a. D., gewählt. Die Amtszeit des Gremiums läuft bis zum 30. September 2016.

Das Kuratorium ist das höchste Entscheidungsgremium der Universität. Es setzt sich aus dem für Hochschulen zuständigen Mitglied des Senats von Berlin, sechs Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens sowie vier Mitgliedern der TU Berlin zusammen.

Christian Walther ist Forschungssprecher des Jahres 2014

Christian Walther, Leiter Kommunikation und Pressesprecher der Leibniz-Gemeinschaft, ist der beste Forschungssprecher des Jahres 2014 in der Kategorie „Forschungsorganisationen und Stiftungen“. Die Auszeichnung beruht auf einer Umfrage unter

rund 700 Medizin- und Wissenschaftsjournalisten in Deutschland, Österreich und der Schweiz im Auftrag der Zeitschrift „Medizin- und Wissenschaftsjournalist“ und des Internet-Blogs „Wissenschaft kommuniziert“. Die Wahl der Forschungssprecher des Jahres soll herausragende Wissenschaftskommunikation auszeichnen und den Dialog der Wissenschaft mit der Gesellschaft stärken.

„Mich freut diese Anerkennung sehr“, sagt Christian Walther, „auch für mein Team, mit dem ich in den letzten drei Jahren der Kommunikationsarbeit bei Leibniz auf allen Feldern – Leibniz-Journal, online, Veranstaltungen – neue Impulse geben durfte.“

Neues Leibniz-Journal „Der Wert der Vielfalt“

Biodiversität ist für den Menschen überlebenswichtig. Wissenschaftler erfassen, erforschen und konservieren Arten, um sie besser schützen zu können. Manchmal helfen sie sogar, Verlorenes zurückzubringen.



Foto: Christoph Herberich von Loeper, David Ausserhofer

Personen

IGB

Klement Tockner berät Umweltschützer in Japan



Das National Institute for Environmental Studies (NIES) Japan hat **Prof. Dr. Klement Tockner**, Direktor des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), zum Mitglied des wissenschaftlichen Beratergremiums ernannt.

Das NIES, das 1974 als Japans einziges interdisziplinäres Umweltforschungsinstitut gegründet wurde, unterstützt unter anderem die japanische Regierung und internationale Organisationen wie beispielsweise die Vereinten Nationen. Klement Tockner wurde als führender Experte für den Bereich Biodiversität in das international besetzte Beratungsgremium berufen.

Nachwuchswissenschaftler erhalten BMBF-Förderung



GLANCE, kurz für „Global change effects in river ecosystems“, heißt eine neue Nachwuchsgruppe am Leibniz-Institut für

Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB). Unter der Leitung von **Dr. Sonja Jähmig** wollen sechs junge Wissenschaftler in den nächsten vier Jahren herausfinden, wie sich der Klimawandel auf Flussökosysteme auswirkt. Am Grund unserer Fließgewässer leben zahlreiche wirbellose Tiere (Makrozoobenthos), die perfekt an das Leben in der Strömung angepasst sind. Doch Änderungen im Abflussverhalten, z.B. infolge stärkerer Hochwasserereignisse, bringen die Bewohner am Gewässergrund in Bedrängnis. „Bei unseren Analysen stehen deshalb die ökologischen Bedürfnisse der Organismen im Vordergrund, doch wir werden auch sehr genau die Abfluss-

und Strömungsverhältnisse im Gewässer betrachten und weitere Stressoren berücksichtigen“, erklärt Sonja Jähmig, die seit Anfang des Jahres am IGB forscht. Die gewonnenen Daten sollen helfen, Vorhersagemodelle für die Auswirkungen des Klimawandels in Fließgewässern zu verbessern. Gefördert wird GLANCE im Rahmen des BMBF-Programms „Nachwuchsgruppen Globaler Wandel 4 + 1“ mit 1,2 Millionen Euro.

IZW

Berliner Zoo, Tierpark und IZW arbeiten zusammen

Die zukünftige Entwicklung von Zoo und Tierpark Berlin wird, unterstützt durch das Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW), wissenschaftliche Erkenntnisse und Artenschutz-Aspekte stärker miteinbeziehen. Darauf einigten sich der neue Direktor des Berliner Zoos und Tierparks, **Dr. Andreas Knieriem** (vorn, rechts), und **Prof. Dr. Heribert Hofer**, Direktor des IZW. „Zoo, Tierpark und das IZW wollen künftig eng zusammenarbeiten“, berichtete Knieriem. Als „Kick-off“ der Kooperation trafen sich Mitarbeiter von Zoo und Tierpark und des IZW zu einem Workshop im Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung. „Die Kooperation zwischen Tierpark, Zoo Berlin und dem IZW soll die Verbindung zwischen Wissenschaft und praktischem Artenschutz stärken. Sie soll auch dazu beitragen, dass die Öffentlichkeit und der Senat diese geballte Kompetenz besser wahrnehmen, nutzen und entspre-

chend fördern können“, kommentierte Heribert Hofer, Direktor des IZW.

FMP

Biophysiker Adam Lange erforscht Bakterien-Angriff

Der Biophysiker **Adam Lange** wechselt vom



Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie in Göttingen an das Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie in Berlin (FMP), verbunden mit einer Professur für „Struktur und Dynamik von Biomolekülen“ an der Humboldt-Universität zu Berlin. Sein bislang größter Erfolg ist die Erforschung einer Art „Injektionsnadel“, mit der Bakterien ihre Wirtszellen angreifen. Am FMP möchte er die Strukturaufklärung solcher hochkomplexer Bioaggregate fortsetzen und mit der Suche nach möglichen Wirkstoffen beginnen. „Wir freuen uns riesig, dass wir einen der Stars der Szene für unser Institut gewinnen konnten“, sagt Prof. Hartmut Oschkinat, der am FMP wie Adam Lange mit Hilfe der noch relativ neuen Technik der Festkörper-NMR forscht. Mittels Kernspinresonanz lassen sich auch Strukturen untersuchen, die bislang unzugänglich waren. „Jede Bakterienart hat ihr eigenes raffiniertes Arsenal an Substanzen, mit denen sie in den Stoffwechsel des Wirts eingreift, doch das System für die Injektion dieser Substanzen ist in vielen Fällen das Gleiche“, erklärt Adam Lange.



Zum Titelbild: Mit Galliumnitrid-basierten Leistungstransistoren aus dem FBH lassen sich deutlich höhere Leistungsdichten und Schaltfrequenzen als mit Silizium-Transistoren realisieren.

Impressum

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

Vorstandssprecher: Prof. Dr. Henning Riechert Geschäftsführerin: Dr. Manuela B. Urban (V.i.S.d.P.) Redaktion: Gesine Wiemer, Karl-Heinz Karisch

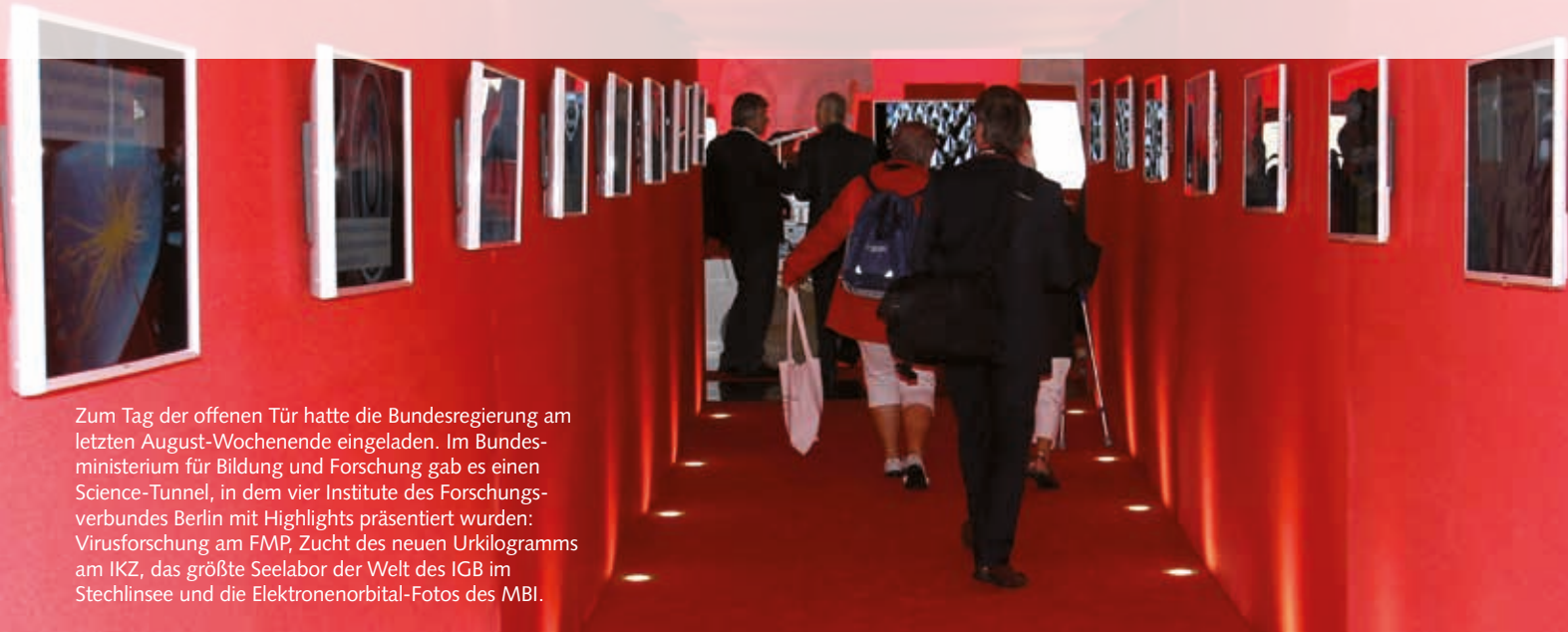
Titelbild: FBH/Petra Immerz Layout: unicom Werbeagentur GmbH

Druck: AZ Druck und Datentechnik GmbH

„Verbundjournal“ erscheint vierteljährlich und ist kostenlos. Nachdruck mit Quellenangabe gestattet. Belegexemplar erbeten. Redaktionsschluss dieser Ausgabe: 22. Oktober 2014



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.



Zum Tag der offenen Tür hatte die Bundesregierung am letzten August-Wochenende eingeladen. Im Bundesministerium für Bildung und Forschung gab es einen Science-Tunnel, in dem vier Institute des Forschungsverbundes Berlin mit Highlights präsentiert wurden: Virusforschung am FMP, Zucht des neuen Urkilogramms am IKZ, das größte Seelabor der Welt des IGB im Stechlinsee und die Elektronenorbital-Fotos des MBI.



An neuen Strategien gegen Virusinfektionen arbeiten Berliner Spitzenforscher



Das künftige Referenz-Kilogramm besteht aus einer isotopreinen Silizium-Kugel. Die Kristalle dafür werden derzeit von Forschern in Berlin gezüchtet.



Die größten Regengläser der Welt kommen aus Berlin und dienen der Erforschung der Gewässerzukunft.



Berliner Physiker fotografieren weltweit erstmals die Elektronenwolken von Wasserstoffatomen.



Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft hatte das IGB ebenfalls eingeladen. Am großen IGB-Stand im Garten informierten Prof. Dr. Werner Kloas (links) und Dr. Björn Hermelink über Aquakultur und das Tomatenfischprojekt.