

Ausgabe 86

J u n i  
11

# verbundjournal

DAS MAGAZIN DES FORSCHUNGSVERBUNDES BERLIN E.V.



## In bester Ordnung

Kristalline Materialien sind die Basis für neue Technologien

**Nanowelt** ..... » 10  
Am IKZ werden Kristalle gezielt verspannt, um ihre elektrischen oder magnetischen Eigenschaften zu verändern.

**Wasserwelt** ..... » 18  
Das IGB weilt am Stechlinsee eine Großenclosure-Anlage ein, mit der ökologische Veränderungen simuliert werden..

**Zahlenwelt** ..... » 23  
Evaluierung bescheinigt dem WIAS internationale Spitzenposition und unverwechselbares Profil in der mathematischen Forschung.

## ■ Editorial



Liebe Leserin, lieber Leser,

Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit – welche Materialien die Menschen beherrschten, hat schon immer ihr Leben und die Entwicklung ganzer Gesellschaften bestimmt. Heute sind wir in gewisser Weise in der Kristallzeit angekommen, denn moderne Technologien basieren auf kristallinen Materialien. Insbesondere die Elektronik funktioniert nur mit Materialien, die auf atomarer Ebene ganz regelmäßig aufgebaut sind. Beim Wort Kristalle denken viele aber vor allem an funkelnde Steine, vielleicht auch an Salz- oder Schneekristalle.

In diesem Heft zeigen wir, wie Kristalle hergestellt und erforscht werden und welche Bedeutung sie für die unseren Alltag haben. Im Fokus steht dabei das Leibniz-Institut für Kristallzüchtung, das sich ausschließlich mit Kristallen beschäftigt. Aber auch in anderen Instituten des Forschungsverbundes wie dem Paul-Drude-Institut, dem Ferdinand-Braun-Institut oder dem Max-Born-Institut sind kristalline Materialien ein wichtiger Bestandteil der Forschung.

Dass Kristalle eine große Faszination ausüben, zeigt sich im Übrigen immer wieder auf der Langen Nacht der Wissenschaften, wo das Leibniz-Institut für Kristallzüchtung auch in diesem Jahr zu den meistbesuchten Instituten des Forschungsverbundes gehörte.

Viel Freude beim Lesen  
wünschen Ihnen  
Christine Vollgraf und  
Gesine Wiemer

## Inhalt

### FORSCHUNG AKTUELL

Meldungen	3
2. Internationales Doktorandensymposium	4
Direktorenkolumne: <i>Sind wir angekommen?</i> Von Wolfgang Sandner	5

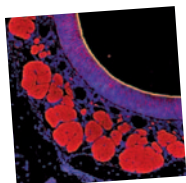
### TITEL: In bester Ordnung



Beim Floating-Zone-Verfahren wächst ein Kristall aus der Schmelze ohne einen Tiegel. So entstehen praktisch perfekte und hochreine Monokristalle für Bauelemente. Seite 9 »

IKZ: Am Anfang stehen Kristalle	6
IKZ: Kristall aus schwebender Zone	9
IKZ, PDI: Spannung in der Nanowelt	10
IKZ: Schöne neue Elektronikwelt mit oxidischen Halbleitern	12
IKZ, FBH: Siliziumcarbid-Photodioden Made in Adlershof	13
FBH: Effiziente Züchtung vom Galliumnitrid	14
IKZ: Besseres Silizium billiger gemacht	15
PDI: Lieber ohne Gold	16

### BLICKPUNKT FORSCHUNG



Rosenduft, frisches Brot oder alter Schweiß: Forscher am FMP und MDC entschlüsseln einen Chloridkanal in der Nasenschleimhaut. Seite 17 »

FMP: Wie Rosenduft unser Denken erreicht	17
IGB: Der See im See	18
IGB: Die Sanierung des Arendsees – von der Natur abgesehen	19
IZW: Die Geheimnisse des Archaeopteryx	20

### VERBUND INTERN



Mit Mitteln des Konjunkturpakets II wurde am IKZ ein neuer Gebäudeteil errichtet. Die Räume teilen sich das Institut und die Gemeinsame Verwaltung des FVB. Seite 24 »

FVB: „Demokratie können wir uns leisten“	21
MBI: Designerblitze auf der Attosekundenskala	22
PDI: Forschen im Land des Großvaters	22
WIAS: Weierstraß-Institut ist internationale Spitze	23
FMP: Das FMP an Bord der MS Wissenschaft	23
IKZ: Das IKZ ist in die Höhe gewachsen	24
PDI: Hightech im Schaufenster	24
Aus der Leibniz-Gemeinschaft	25
FVB: Mehr Bürokratie durch neues Berliner Vergabegesetz	26
IKZ: In Memoriam Prof. Winfried Schröder	26
Personen	27

# ForschungAktuell

Foto: Friederike Brandenburg (GEO)



IGB

## GEO-Tag der Artenvielfalt zeigt Reichtum der Natur

Rund 1.400 Tier- und Pflanzenarten haben Experten und Freiwillige anlässlich des GEO-Tags der Artenvielfalt am 4. Juni 2011 im Löcknitztal bei Berlin nachgewiesen. Die Zeitschrift GEO hatte gemeinsam mit dem Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) zur großen Inventur des Bachtals aufgerufen, das sich durch die enge Verbindung von Wasser- und Landbiotopen auszeichnet. Das zwei Quadratkilometer große Gebiet ist außergewöhnlich artenreich, auch viele bedrohte Tiere und Pflanzen wie der Steinbeißer und der Schlammpeitzger sowie die Sibirische Schwertlilie, das Steifblättrige Knabenkraut und der Sumpf-Stendelwurz kommen dort vor. Bemerkenswert ist der Reichtum an Schmetterlingen im Löcknitztal. 250 verschiedene Arten konnten die Taxonomen identifizieren, darunter etliche stark gefährdete. IGB und GEO ziehen daher eine positive Bilanz des Tags der Artenvielfalt und rufen zum Schutz von naturnahen Binnengewässern und ihrer angrenzenden Lebensräume auf.

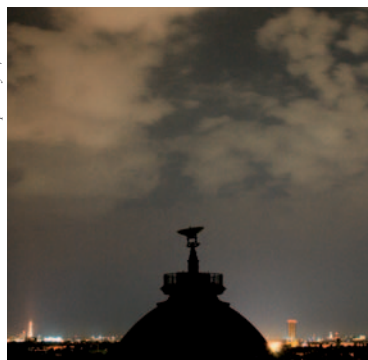
## Wolken verstärken Lichtverschmutzung

Die Bewölkung hat einen starken Einfluss auf die Helligkeit des Himmels bei Nacht. Während in Regionen mit

geringer künstlicher Beleuchtung, etwa auf dem Land weitab von größeren Siedlungen, die Wolken den Himmel nachts eher verdunkeln, ist über Städten ein bedeckter Himmel bis zu zehnmal heller als in sternklaren Nächten. Diesen Effekt haben Physiker und Ökologen der Freien Universität Berlin und des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) in einer Studie nachgewiesen. Die Ursache für die entgegengesetzte Wirkung von Wolken ist das von Menschen eingesetzte künstliche Licht, das von einem bedeckten Himmel reflektiert wird. Dieser Effekt ist deutlich größer als der Helligkeitsverlust, der durch das Verdecken der Sterne und des Mondes entsteht. In künftigen Studien zur Lichtverschmutzung wollen die Wissenschaftler daher die Bewölkung deutlich stärker berücksichtigen. Am IGB wird dazu das BMBF-Projekt „Verlust der Nacht“ durchgeführt.

[PLoS ONE, doi:10.1371/journal.pone.0017307](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017307)

Foto: Christopher Kyba/FU Berlin



MBI

## Elektronen-Ping-Pong in der Nanowelt

Einem internationalen Forscherteam, zu dem auch das Max-Born-Institut (MBI) gehört, ist erstmals die Kontrolle und Beobachtung stark beschleunigter Elektronen an Nanokugeln mittels Laserpulsen gelungen. Dafür ließen sie hochintensive Lichtpulse, die rund fünf Femtosekunden dauerten, auf Nanoteilchen aus Siliziumdioxid von circa 100 Nanometern Größe treffen. Durch die Laserpulse wurden in der kurzen Zeit-

spanne Elektronen freigesetzt und stark beschleunigt. Dabei bewegten sie sich um weniger als einen Nanometer von der Oberfläche der  $\text{SiO}_2$ -Kugeln weg, wurden zurück zur Oberfläche beschleunigt und prallten dort elastisch ab. Die Energie der Elektronen entsprach im Experiment

etwa dem 60-fachen der Energie eines Laserphotons bei 700 Nanometern Wellenlänge. Diese neuen Erkenntnisse könnten helfen, extrem ultraviolette Strahlung (XUV) zu erzeugen, die für biologische und medizinische Forschung oder ultraschnelle lichtkontrollierte Elektronik interessant ist.

[Nature Physics, doi: 10.1038/NPHYS1983](https://doi.org/10.1038/NPHYS1983)

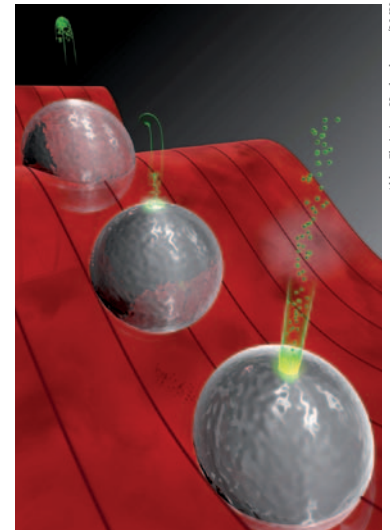


Abb.: Christian Hackenberger/IMU

IZW

## Fledermäuse verbrauchen mehr Energie beim Flug mit nassem Fell

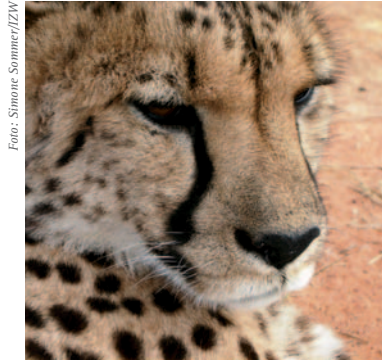
Wenn es regnet, dösen Fledermäuse meist in ihren Quartieren. Bislang gingen Experten davon aus, dass dies bei insektenfressenden Fledermäusen am geringeren Nahrungsangebot liegt und

die Echoortung schlechter funktioniert. Nun fanden Forscher des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung heraus, dass das nasse Fell der Flugtiere den Unterschied macht. Der Energiebedarf für Flüge mit nassem Fell ist doppelt so hoch wie für Flüge mit trockenem Fell, stellten sie in Versuchen in Costa Rica fest. Gleichzeitig konnten sie jedoch keinen Unterschied zwischen Flügeln mit nassem Fell ohne Regen und Flügeln bei Regen feststellen. Die fallenden Tropfen können sie daher als Ursache ausschließen. Auch eine Gewichtszunahme durch das nasse Fell taugt nicht als Begründung, denn die Tiere waren nass nur minimal schwerer als trocken. Die Forscher führen den hohen Energiebedarf daher auf veränderte Aerodynamik und Wärmehaushalt der Fledermäuse zurück, wenn diese nass sind.

*Biology Letters*, doi:10.1098/rsbl.2011.0313

**Geringe genetische Vielfalt für Geparde nicht bedrohlich**

Geparde in Namibia weisen in ihren Immun-Genen mehr Unterschiede auf, als bislang angenommen. Zwar ist die Variabilität geringer als bei anderen Raubkatzen, die Fortpflanzung und den Fortbestand der Art beeinträchtigt dies aber nicht. Wissenschaftler des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtier-



forschung (IZW) widerlegten mit diesen Ergebnissen einer Studie an 149 wilden Geparden eine jahrzehntealte Lehrbuchmeinung, wonach vor allem die geringe genetische Vielfalt die Tiere in ihrer Existenz bedroht. „Betrachtet man nur die Anzahl der unterschiedlichen Immun-Allele, sieht die Situation für die Geparde immer noch nicht so gut aus“, berichtet Simone Sommer vom IZW. Die Allele unterscheiden sich aber sehr stark voneinander, vor allem in funktional wichtigen Bereichen stellten die Forscher eine hohe Variabilität fest. In diesen Bereichen docken beispielsweise Bruchstücke fremder Erreger an die immunrelevanten Zellen an. Die IZW-Wissenschaftler gehen deshalb davon aus, dass diese Variabilität bislang ausreichte, um die Gepardenpopulation gesund zu halten.

*Mol. Biol. Evol.*, doi:10.1093/molbev/msq330

**Fledermäuse tolerieren extrem hohen Blutzucker**

Übermäßiger Zuckerkonsum gilt für Säugetiere normalerweise als ungesund. Für Menschen ist beispielsweise ein Blutzuckergehalt von mehr als 6 Millimol pro Liter bereits kritisch. Nektarfressende Fledermäuse sind hingegen weitaus unempfindlicher gegenüber den süßen Kristallen. Forscher des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) wiesen nach, dass die Tiere bis zu 25 Millimol Zucker pro Liter Blut vertragen – der höchste jemals bei Säugetieren gemessene Wert. Übliche Begleiterscheinungen wie Krankheitsanfälligkeit oder niedrige Lebenserwartung stellten sie hingegen



nicht fest. Die Blumenfledermäuse werden beispielsweise über zehn Jahre alt, andere Säuger dieser Größe kommen maximal auf zwei Jahre. Die Gründe für die Zucker-Toleranz sind noch nicht aufgeklärt. Die IZW-Forscher vermuten

■ IZW

**2. Internationales Doktorandensymposium**

Am 12. und 13. September findet das 2. internationale Doktorandensymposium am Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung statt. Drei Jahre nach dem ersten Aufeinandertreffen von Doktoranden und Wissenschaftlern aus der Wildtierforschung gibt es nun erneut Gelegenheit zur Präsentation von Arbeiten und zur Diskussion mit Experten und anderen Studenten. Die Veranstaltung steht dieses Mal unter dem Titel „Biostatistical analysis – the magic tool in wildlife biology and conservation medicine?“. Für dieses Thema haben die Organisatoren mit Prof. Dr. Hanna Kokko (Research School of Biology, The Australian National University), Dr. Beth Gardner (Department of Forestry and Environmental Resources, North Carolina State University) und Dr. Judith Mank (Department of Zoology, University of Oxford) namhafte Experten gewinnen können. Sie laden alle interessierten



Doktoranden aus verschiedenen Bereichen der Wildtierforschung, Ökologie, Naturschutzforschung und „conservation medicine“ ein, sich an dem Symposium zu beteiligen. Abstracts können bis zum **1. Juli 2011** eingereicht werden. Weitere Informationen sind auf der Website des IZW ([www.izw-berlin.de](http://www.izw-berlin.de)) unter dem Punkt Veranstaltungen zu finden.

aber, dass im Verlauf der Evolution eine hohe Aktivität der nektarfressenden Fledermäuse die Anpassung an ihre ungewöhnlich zuckerhaltige Nahrung unterstützt haben könnte, da die untersuchten Tiere ihren Blutzuckerspiegel über die körperliche Aktivität regulieren konnten.

*Proc. R. Soc. B, doi:10.1098/rspb.2011.0465*

#### ■ FMP

### „Nippon Science Support Network“ unterstützt japanische Wissenschaftler

Viele japanische Forschungseinrichtungen sind nach der Erdbeben- und Tsunami-Katastrophe zerstört oder können wegen unzureichender Stromzufuhr nicht betrieben werden. Um ein Zeichen der Solidarität zu setzen und konkrete Hilfe anzubieten, gründete eine Gruppe Berliner Wissenschaftler des Leibniz-Instituts für Molekulare Pharmakologie (FMP) und des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin (MDC) am 19. März die Initiative „Nippon Science Support Network“. Teilnehmende Einrichtungen bieten Laborräume und Arbeitsstellen für japanische Wissenschaftler an, die ihre Forschungen fortsetzen wollen. „Wir arbeiten in der NMR-Spektroskopie mit vielen japanischen Kollegen zusammen, daher habe ich an

ganz persönliche [Aktuelle Nachrichten aus dem Schicksale denken \*Forschungsverbund finden Sie unter\* müssen“, sagt der \[www.fv-berlin.de\]\(http://www.fv-berlin.de\) kommissarische](#)

Direktor des FMP, Hartmut Oschki-  
nat. Mittlerweile sind 99 Institutionen weltweit registriert. Die Website wurde bisher fast 20.000 Mal besucht, knapp 9.000 Mal von Japan aus.

[www.nipponsciencesupport.net](http://www.nipponsciencesupport.net)

## ■ Direktorenkolumne

### Sind wir angekommen?

Die Institute des Forschungsverbundes haben einen beeindruckenden Weg hinter sich. Vor fast 20 Jahren waren weder ihre wissenschaftliche Zukunft noch die des Forschungsverbundes oder gar der (W)BL – ich vermeide es, veraltete Akronyme aufzulösen – klar vorgezeichnet. Inzwischen ist der FVB sehr erfolgreich verstetigt, die WBL in die WGL übergeführt und nach letzten

Scharmützeln vor sieben Jahren nicht nur unangefochten, sondern sogar turnummäßiger Anführer der Allianz. Den Instituten wird regelmäßig eine hervorragende, in Einzelfällen sogar *die* Spitzenposition in ihrem Gebiet attestiert. Sind wir also angekommen?

Nein. Nichts ist fragiler als Spitzenpositionen, insbesondere, wenn sich der Wettbewerb schneller verändert als interne Strukturen und Randbedingungen. Für ein Laserinstitut wie das Max-Born-Institut bedeutet das: Die Forschungslandschaft bewegt sich, 50 Jahre nach der Erfindung des Lasers, dynamischer als je zuvor. Waren vor kurzem noch nationale Institute (zu denen das MBI gehört) das institutionelle Maß, so bereitet sich Europa auf die nächste Ebene vor, die weltweit erste internationale Laser-Forschungseinrichtung. Dafür sollen in den nächsten fünf Jahren mehr als 150 Millionen Euro jährlich investiert werden, womit nicht nur neue Technik entwickelt wird, sondern sich völlig neue Forschungsgebiete herauskristallisieren. In diesem Umfeld rüsten auch die nationalen Institute nach, schmieden nationale und internationale Allianzen und tun vor allem eines: den europäischen und globalen Markt der besten Köpfe leerfegen.

Darin liegt die Herausforderung, nicht nur für die Laserforschung, sondern ähnlich für die meisten FVB-Institute. Nach 20 Jahren trifft uns die Personalenerneuerung zu einem Zeitpunkt stärksten internationalen Wettbewerbs. Wir haben zwar mit Berlin einen attraktiven Standort und mit dem Pakt für Forschung und Innovation eine gute finanzielle Basis, die wir aber nicht nutzen können, solange sie nicht vollständig umgesetzt ist (Stellenpläne!), und solange wir an international nicht konkurrenzfähige Tarifstrukturen gebunden sind und uns mit Grenzen und föderalen Ungleichheiten der W-Besoldung herum-schlagen müssen, vom längst überfälligen Problem des Übergangs von der C-Besoldung ganz zu schweigen. In der dünnen Luft internationaler Spitzenpositionen, in der man nie wirklich „angekommen“ ist, wirken sich strukturelle Nachteile vielleicht langsam, aber dafür umso nachhaltiger aus. Die Probleme sind erkannt – arbeiten wir daran, dass sie sehr schnell gelöst werden!

*W. Sandner*

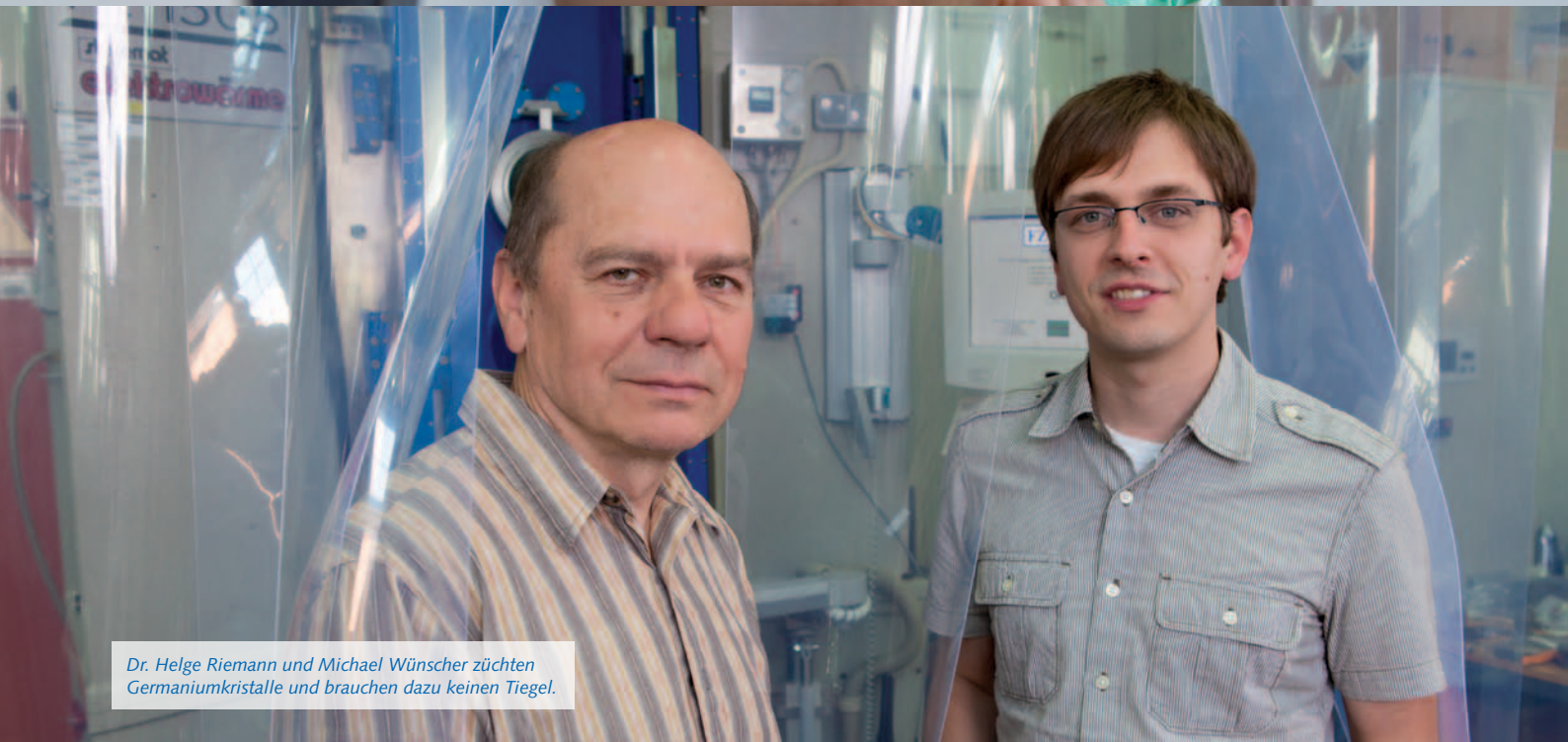
Prof. Dr. Wolfgang Sandner  
Direktor am Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und  
Kurzeitspektroskopie



Foto: Unbschar



*Dr. Jutta Schwarzkopf experimentiert mit dünnen Schichten aus Natrium-Wismut-Titanat, die einmal als Speichermaterial für Computerchips dienen sollen.*



*Dr. Helge Riemann und Michael Wünscher züchten Germaniumkristalle und brauchen dazu keinen Tiegel.*



*Dr. Torsten Boeck lässt kristallines Silizium auf Glas wachsen.*

# Am Anfang stehen Kristalle

*Kristalle für die Technik wachsen nicht von selbst, man muss sie züchten. Wissenschaftler am Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ) entwickeln Züchtungsverfahren für dielektrische und halbleitende Kristalle. Sie schlagen damit eine Brücke zwischen Materialentwicklung und Hightech-Anwendungen.*

**K**ristalle sind die regelmäßigsten Strukturen der Natur, in ihnen sind Atome oder Moleküle in immer gleichem Abstand und gleicher Reihenfolge angeordnet. Natürliche Kristalle wachsen in der Ungestörtheit von Gesteinshöhlen in tausenden und Millionen von Jahren heran. Verschiedenste chemische Stoffe kommen in kristalliner Form vor, zum Beispiel Salze, Oxide, Metalle und auch organische Moleküle wie Proteine. Dank der internen Anordnung besitzt jeder Kristalltyp eine besondere Funktionalität.

Die Kunst der Kristallisation kennen die Menschen schon seit Jahrtausenden, sie gewannen Kochsalz aus Meerwasser oder Zucker aus Zuckerrohrsaft. Anfang des 19. Jahrhunderts begannen Forscher die Natur nachzuahmen, indem sie künstliche Mineralien vor allem für Schmuck züchteten. Mit dem Beginn der Optik wurden die Eigenschaften von Kristallen zur Lichtbrechung genutzt, mit Einzug der Lasertechnik bildeten sie die Grundlage für Festkörperlaser. Halbleiterkristalle haben heute den Massenmarkt erobert, denn sie sind die Basis jedes elektronischen Geräts oder Bauteils. Ohne sie gäbe es keine Computer, Leuchtdioden, modernen Autos, Satellitenkommunikation oder Solarzellen.

Natürliche Kristalle sind dafür aber zu selten und zu verunreinigt. Viele Kristalle existieren in der Natur auch überhaupt nicht. Forscher kreieren daher immer neue Zusammensetzungen und züchten sie in komplizierten Verfahren. Weil sie in so vielen Anwendungen stecken, kommt der Herstellung von Kristallen eine hohe wirtschaftliche Bedeutung zu. „Sie stehen am Anfang der Wertschöpfungskette“, sagt IKZ-Direktor Prof. Roberto Fornari. Die Forschung in seinem Institut hat daher zwei wesentliche Ziele: Kristalline Materialien mit neuartigen Eigenschaften zu entwickeln und Züchtungsverfahren wirtschaftlicher zu machen.

Warum muss man Kristalle überhaupt züchten? Was die Natur mit hohem Druck, hoher Temperatur und viel Zeit erreicht, nämlich Atome ganz regelmäßig anzuordnen, ahmen die Kristallzüchter im Labor quasi im Zeitraf-

fer nach. Sie lassen zum Beispiel eine Schmelze innerhalb von einigen Stunden kontrolliert abkühlen, wodurch sich die Atome ungestört an einen Kristallkeim anlagern und in derselben Struktur weiterwachsen. Auf diese Weise züchten die Forscher am IKZ Volumenkristalle von 1 bis 15 Zentimetern Durchmesser. Zunehmend entwickeln sie auch Methoden zur Herstellung von dünnen Kristallschichten oder Nanostrukturen.

Das IKZ ist mit einhundert Mitarbeitern die größte Forschungseinrichtung in Deutschland, die sich ausschließlich mit Kristallen und ihrer Züchtung beschäftigt. Die hier entwickelten innovativen kristallinen Materialien tragen zur Lösung wichtiger gesellschaftlicher Probleme unter anderem in den Bereichen Energie, Mobilität und Kommunikation bei. So wird der Durchbruch der Solarenergie entscheidend davon abhängen, ob es Kristallzüchtern gelingt, kostengünstiges kristallines Silizium mit hohem Wirkungsgrad oder neue noch effektivere Materialkombinationen herzustellen. Die gesamte Mikro- und Optoelektronik basiert auf kristallinen Materialien, denn nur in perfekten Kristallen sind die Ladungsträger ausreichend beweglich und langlebig. Die Anforderungen an elektronische Bauelemente und damit an Halbleitermaterialien wachsen jedoch ständig. So nehmen etwa Datenströme ra-

*Kristallzüchter ahmen die Natur im Zeitraffer nach.*

*Im Labor lassen sie Kristalle innerhalb von wenigen Stunden wachsen.*



Prof. Roberto Fornari, Direktor des Leibniz-Instituts für Kristallzüchtung

Fotos: Felix Peschko

## Zucht oder Züchtung?

Wikipedia kennt keine Kristallzüchtung und auch unter Wissenschaftlern ist man sich nicht ganz einig: Heißt es nun Kristallzucht oder -züchtung? Die Mitarbeiter des IKZ plädieren ganz klar für „Züchtung“. Wie bei der biologischen Züchtung erreiche man durch gezieltes Eingreifen des Menschen neue Eigenschaften der Materialien.





Foto: Felicitas Peschko

Um neue Materialien und Züchtungsverfahren zu entwickeln, arbeiten am IKZ Wissenschaftler verschiedenster Fachrichtungen eng zusammen.

sant zu, das erfordert höhere Rechenleistungen und energiesparendere Elektronik.

IKZ-Forscher entwickeln deshalb innovative Materialien wie zum Beispiel Verbindungshalbleiter mit großer Bandlücke (Zinkoxid, Aluminiumnitrid, Galliumnitrid), die in der Leistungs- und Optoelektronik zum Einsatz kommen. Sie untersuchen darüber hinaus halbleitende Oxide wie Galliumoxid, Indiumoxid und Zinnoxid. Dielektrische Kristalle sind seit Gründung des Instituts eine tragende Säule der Forschung, wobei ihre ferroelektrischen, piezoelektrischen, multiferroischen und optischen Eigenschaften im Vordergrund stehen. Je nach Zusammensetzung und Dotierung finden sie Anwendung als Laserkristalle, nichtlineare optische Komponenten, Piezosensoren oder Substrate für die Epitaxie.

Mit neuen Materialien ist es aber nicht getan. „Es gibt eine Reihe von interessanten Halbleiterkristallen wie etwa Aluminium- oder Galliumnitrid, deren Durchbruch für die Mikroelektronik nur davon abhängt, ob sie sich unter vertretbarem Aufwand in großem Maßstab herstellen lassen“, so Fornari. Sein interdisziplinäres Team, bestehend aus Kristallographen, Chemikern, Physikern, Ingenieuren, Geologen und Mathematikern entwickelt deshalb für jeden Kristall den maßgeschneiderten Züchtungsprozess. Dabei müssen die Forscher viele technische Schwierigkeiten überwinden: Da gibt es Materialien wie die Seltenerdscandate, deren Schmelzpunkte mit rund 2000 Grad Celsius so hoch sind, dass kaum ein Tiegelmaterial dem stand hält. Andere Stoffe wie Zinkoxid verdampfen oder zersetzen sich, bevor sie kristallisieren. Da der Betrieb der Kristallisationsanlagen teuer und energieintensiv ist, werden die Kristallisationsprozesse vor den Experimenten bis ins kleinste Detail mit spezieller Software simuliert.

Wegen der Nähe zur industriellen Anwendung arbeitet das IKZ eng mit der Industrie zusammen. Im Projekt KRISTMAG haben IKZ-Forscher gemeinsam mit regionalen Unternehmen, dem WIAS und anderen Forschungspartnern Heizer-Magnet-Module entwickelt, die gleichzeitig Wärme und Magnetfelder erzeugen. Dadurch lässt sich eine Schmelze – typischerweise von Silizium, Ger-

manium oder Galliumarsenid – während des Kristallisationsverfahrens kontrollieren und steuern. Die Kristallzüchter erreichen damit eine höhere Materialperfektion und Ausbeute. Das IKZ hält 16 Patente, die Anlagen werden über eine Partnerfirma mittlerweile weltweit an Kristallhersteller vertrieben (siehe auch Seite 15).

Der interdisziplinäre Forschungsansatz mit hohem Anwendungsbezug begeistert Forscher genauso wie die Öff-

entlichkeit, trotzdem ist die Mitarbeitersuche problematisch: „Wir passen in keine Schublade“, begründet der Institutsdirektor. Weil es keine Universität mit dem Abschluss

„Kristallzüchtung“ gibt, lautet die IKZ-Politik mittlerweile: Personal selbst trainieren. Das Institut will Doktoranden zunehmend auch über den eigenen Bedarf hinaus ausbilden. Junge Kristallzüchter, die von hier kommen, haben hervorragende Berufschancen in der Halbleiter- und Solarindustrie, weiß Fornari.

Die Zusammenarbeit mit den Berliner Hochschulen wird das IKZ vertiefen. „Viele Physiker kommen zu uns, weil sie im Rahmen ihres Studiums eine Vorlesung zur Kristallzüchtung gehört haben und begeistert waren.“ Mit der Technischen Universität und der Humboldt-Universität (HU) gibt es schon Kooperationsverträge auf deren Basis gemeinsame Berufungen realisiert wurden. Am Institut für Physik der HU wird dem nächsten eine Leibniz-Humboldt-Professur angesiedelt sein, eine Ergänzung für das seit 2009 gemeinsam betriebene „Joint Lab for Electron Microscopy Adlershof“.

Christine Vollgraf

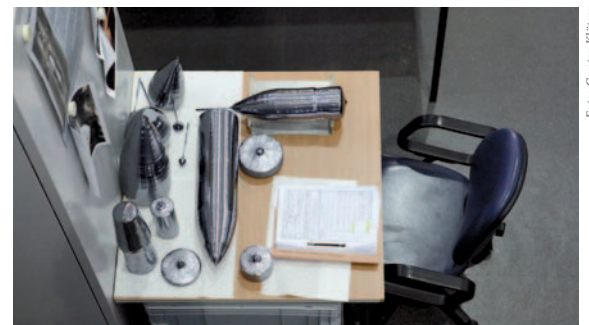


Foto: Gunter Klötzer

Silizium ist das wichtigste Material für die Halbleiterindustrie und die Photovoltaik.



# Kristall aus schwebender Zone

*Beim Verfahren der Floating Zone wächst ein Kristall aus der Schmelze ohne einen Tiegel. Die Schmelze wird allein durch die Oberflächenspannung zwischen dem Rohstab oben und dem wachsenden Kristall unten frei in der Schwebe gehalten. So entstehen praktisch perfekte und hochreine Monokristalle für Bauelemente, die unter extremen Bedingungen arbeiten oder für Anwendungen, die große Genauigkeit verlangen.*

**W**as genau ist dunkle Materie? Forscher wissen, dass etwa 93 Prozent der Materie des Weltalls für uns nicht sichtbar ist. Mit immer neuen Detektoren machen sie daher Jagd auf die geheimnisvolle Masse. Um sensible Detektoren zu entwickeln, die auch extrem seltene Atomzerfälle anzeigen können, benötigen die Forscher äußerst reine Germaniumkristalle.

Dr. Helge Riemann vom Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ) arbeitet mit seiner Forschungsgruppe daran, Germaniumkristalle mit möglichst perfekter Reinheit und optimaler Struktur zu züchten. Anders als beim verbreiteten Czochralski-Verfahren, wird bei dem Verfahren der „Floating Zone“ (FZ-Verfahren) das Material ohne Berührung mit einem Behälter geschmolzen, so dass es nicht zu Verunreinigungen von außen kommt.

Beim Floating-Zone-Verfahren gibt ein bleistift dickes Kristallstäbchen als Wachstumskeim die Ausrichtung des Kristallgitters vor. Darüber hängt ein Vorratsstab aus reinem Germanium, das noch keine einheitliche Gitterstruktur hat. Nun wird das untere Ende des Vorratsstabs induktiv angeschmolzen und der Keim wird in den herabhängenden Schmelztropfen von unten eingetaucht, bis er leicht anschmilzt. Langsam zieht der Kristallzüchter dann den Keimkristall nach unten, so dass die Schmelze unterkühlt und am Keim in der vorgegebenen Gitterstruktur fortschreitend kristallisiert. So wächst von unten her der Kristall, während von oben geschmolzenes Material nachgeliefert wird. Dabei darf die flüssige Verbindung der beiden Stäbe – die Floating Zone – nicht abreißen.

Dr. Riemann erläutert: „Das Züchten von Silizium mit dem FZ-Verfahren hat bei uns eine lange Tradition. Allerdings lassen sich längst nicht alle Erfahrungen auf Germanium übertragen.“ Ein Problem rührt von der niedrigeren Schmelztemperatur des Germaniums von 938°

Celsius her, Silizium schmilzt erst bei 1.414° Celsius. Die Atmosphäre in der Züchtungskammer besteht beim Silizium aus Argon – denn schon Spuren von Luft würden Schmelze und Kristall verunreinigen oder oxidieren. Der wachsende Kristall gibt

seine Wärme vor allem durch Strahlung an die wassergekühlten Wände ab. Die gleichzeitig vorhandene Wärmeübertragung an das Argon fällt wegen der hohen Temperaturen demgegenüber kaum ins Gewicht, so dass die nur mäßige Wärmeleitfähigkeit von Argon den Prozess nicht stört. Diplom-Physiker Michael Wünscher, Doktorand am IKZ, sagt: „Bei der niedrigeren Temperatur des Germaniums beträgt am Schmelzpunkt die abgestrahlte Wärmeleistung jedoch nur circa 27 Prozent verglichen mit Silizium. Dann wird die Kühlung durch die Gasumgebung gebraucht, die aber vom Argon nicht erbracht wird. Daher haben wir das Edelgas Argon durch Helium ersetzt, das eine zehnmal so hohe Wärmeleitfähigkeit besitzt. Nun konnte das Germanium schneller abkühlen – doch haben wir uns damit gleich das nächste Problem eingehandelt.“

Es stellte sich heraus, dass durch das Helium in der Atmosphäre der Vorratsstab zu stark gekühlt wurde und nicht mehr gleichmäßig abschmolz. Es blieben feste Germaniumspitzen stehen, die bald auf der Heizspule aufsetzten – der Prozess musste abgebrochen werden. Michael Wünscher fasst es so zusammen: „Oben für das Abschmelzen ist Argon gut, unten für das Abkühlen dagegen Helium.“ Also konstruierte er eine zylindrische „Kammer in der Kammer“ für den Vorratsstab, in die er Argon einleiten kann. So findet das Abschmelzen in einer Argon-Atmosphäre statt, das Abkühlen hingegen in einer Helium-Atmosphäre.

Die IKZ-Wissenschaftler können mit ihrem Verfahren Germanium-Kristalle mit einem Durchmesser von 35 Millimetern herstellen. „Das ist schon ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zum FZ-Germanium für Detektoren“, zeigt sich Helge Riemann zufrieden.

Gesine Wiemer

*Unten wächst der Kristall, während von oben das Material ganz kontrolliert nachfließt.*

*Weil die Schmelze mit keinem Tiegel in Berührung kommt, entsteht ein besonders reiner Kristall.*

# Spannung in der Nanowelt

*Es ist in der Kristallzüchtung wie in der Baubranche: Wenn Materialien nicht zusammen passen, gibt es Spannungen und Risse. Was die einen Forscher unbedingt vermeiden wollen, setzen andere gezielt ein, um Kristalle auf atomarer Ebene zu „tunen“.*

**M**anche Materialien sind von Natur aus langweilig. Spannend wird es erst, wenn sie als Schichten auf einem Substrat wachsen, das nicht genau passt. Dann verspannt sich ihr Kristallgitter und aus den Langweilern können physikalische Superstars mit so interessanten Eigenschaften wie Ferromagnetismus oder Ferroelektrizität werden. „Strain engineering“ sagen Fachleute dazu, wenn sich durch Dehnen oder Stauchen auf atomarer Ebene die elektronischen Eigenschaften von Materialien verändern oder ganz neue erzielt werden. Bei Halbleitern wie Silizium ändert sich zum Beispiel die Bandlücke. Forscher nutzen dies bereits, indem sie Silizium auf dem etwas größeren Germanium abscheiden. Das macht die Elektronen beweglicher, wodurch Halbleiterbauelemente weniger Strom verbrauchen. Für alle Materialien gilt jedoch: Die Verspannungen dürfen ein gewisses Maß nicht überschreiten, sonst reißt die Schicht und wird unbrauchbar.

Eine sehr häufig in der Natur vorkommende Kristallstruktur ist die Perowskit-Struktur, in welcher das Mineral Calcium-Titan-Oxid kristallisiert. Aber auch andere Verbindungen wie Bariumtitanat sowie Nitride und Fluoride kristallisieren in dieser Struktur. Perowskite gehören zu

den Kristallstrukturen, die unter Verspannung zur Hochform auflaufen – so können etwa ihre ferroelektrischen Eigenschaften zunehmen oder gar ganz neu entstehen.

Dies liegt an der Geometrie ihrer Elementarzelle (siehe Abbildung). Bei inaktiven Perowskiten ist diese zunächst würfelförmig mit einem Zentralatom, zum Beispiel Titan, das exakt im Zentrum sitzt. Wächst solch ein Perowskit auf einem zu kleinen Kristallgitter, wird der Würfel an den Seiten zusammengedrückt und das Titanatom kann sich nach oben oder unten bewegen. Ist das Substrat größer als die Schicht, zieht sich das Schichtgitter in die Breite – das Titan hat horizontalen Spielraum. In beiden Fällen trennen sich dadurch positive und negative Ladungen und es kommt zu einer permanenten Polarisierung – das Material wird ferroelektrisch. Durch Anlegen eines elektrischen Feldes lässt sich diese Polarisierung umkehren, weshalb ferroelektrische Materialien als Speicher in der Computerindustrie dienen.

Welche enormen Effekte sich mit verspannten Perowskiten erzielen lassen, konnte der Amerikaner Darel Schlomm von der Cornell University in Zusammenarbeit mit Dr. Reinhard Uecker vom Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ) zeigen. Uecker ist Experte für maßgeschneiderte Perowskit-Substrate, die aus verschiedenen Seltenerd-Oxiden und Scandiumoxid bestehen. Er und seine Kollegen beherrschen als einzige auf der Welt deren Züchtungsprozess. Die bis zu drei Zentimeter dicken zylinderförmigen Kristalle, die später in dünne Scheiben

*Perowskite laufen unter Verspannung zur Hochform auf, sie werden ferromagnetisch und ferroelektrisch.*

*den Kristallstrukturen, die unter Verspannung zur Hochform auflaufen – so können etwa ihre ferroelektrischen Eigenschaften zunehmen oder gar ganz neu entstehen.*

*Dies liegt an der Geometrie ihrer Elementarzelle (siehe Abbildung). Bei inaktiven Perowskiten ist diese zunächst würfelförmig mit einem Zentralatom, zum Beispiel Titan, das exakt im Zentrum sitzt.*

*Wächst solch ein Perowskit auf einem zu kleinen Kristallgitter, wird der Würfel an den Seiten zusammengedrückt und das Titanatom kann sich nach oben oder unten bewegen. Ist das Substrat größer als die Schicht, zieht sich das Schichtgitter in die Breite – das Titan hat horizontalen Spielraum. In beiden Fällen trennen sich dadurch positive und negative Ladungen und es kommt zu einer permanenten Polarisierung – das Material wird ferroelektrisch. Durch Anlegen eines elektrischen Feldes lässt sich diese Polarisierung umkehren, weshalb ferroelektrische Materialien als Speicher in der Computerindustrie dienen.*

*Perowskit-Struktur: Ist die Elementarzelle kubisch (mittleres Bild), sitzt das Zentralatom exakt in der Mitte und das Material ist inaktiv. Wird das Gitter gestaucht (links) oder gedehnt (rechts) wird das Zentralatom beweglich – das Material wird ferroelektrisch.*

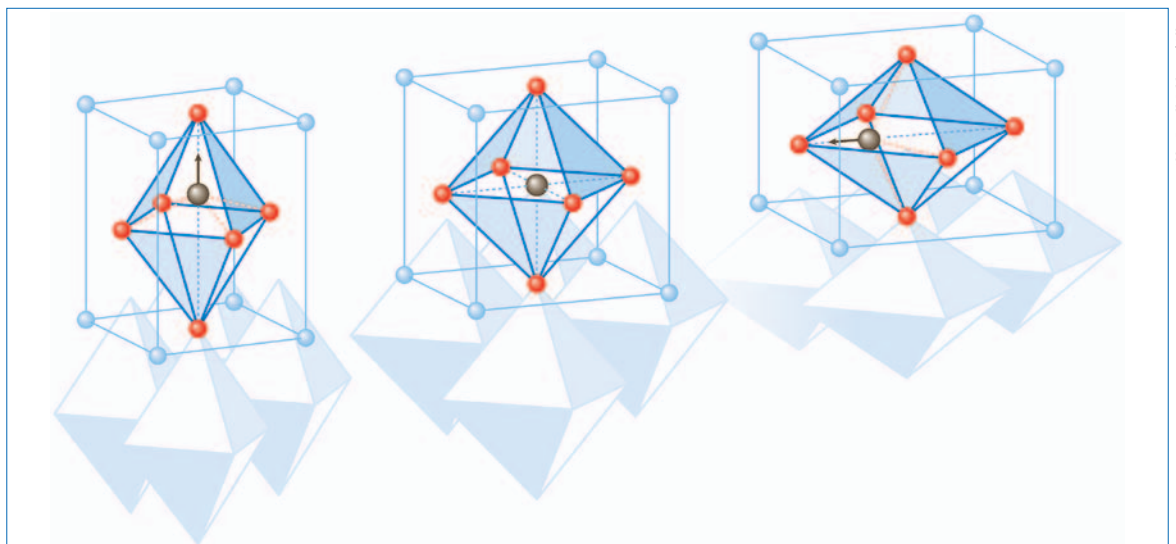


Abb.: Darel Schlomm/tiffany

Fotos: IKZ



Werden am IKZ gezüchtet – Seltenerdscandate mit nur geringfügig voneinander abweichenden Gitterkonstanten: Praseodymscandate (grün, kleinste Gitterkonstante), Neodymscandate (violett), Dysprosiumscandate (orange, größte Gitterkonstante).

geschnitten werden, leuchten in bunten Farben. Mit einem dieser Substrate gelang es Schlomm, völlig inaktives Europium-Titanat durch eine Verspannung von nur einem Prozent in ein gleichzeitig ferromagnetisches und ferroelektrisches Supermaterial, ein sogenanntes Multiferroikum, zu verwandeln (*Nature*, 2010, 466, pp 954–958). „Es ist tausendfach aktiver, als das bisher bekannteste Multiferroikum“, schwärmt Uecker.

Uecker verwendet für seine Substrate Oxide der im Periodensystem zwischen Praseodym und Dysprosium liegenden Seltenerd-Metalle. Europium und das radioaktive Promethium liegen ebenfalls in dieser Reihe, sind aber für Substratanwendungen nicht geeignet. Uecker ersetzt diese durch eine Mischung der jeweiligen Nachbarlemente. Mit den sechs verbleibenden Seltenerd-Metallen aus dieser Reihe ist er in der Lage, sämtliche Substrate mit Gitterkonstanten zwischen 3,95 und 4,02 Angström herzustellen. Die Gitterkonstante beschreibt die Größe einer Elementarzelle, also der kleinsten Einheit eines Gitters. „In diesem Bereich gab es lange Zeit überhaupt keine Substrate, man braucht sie aber z.B. für Bariumtitanat- oder Strontiumtitanat-Schichten“, sagt er.

Dr. Jutta Schwarzkopf will Natrium-Bismut-Titanat-Schichten mittels Verspannungen mehr Leben einhauchen. Es könnte so einmal das am häufigsten verwendete nichtflüchtige Speichermaterial Blei-Zirkonat-Titanat (PZT) ersetzen. PZT ist bereits von Natur aus stark ferroelektrisch, wegen des giftigen Bleis soll es aber langfristig aus Speicherchips verschwinden. Die Perowskite der Forscherin sind ebenfalls ferroelektrisch, kommen an die Eigenschaften des PZT aber noch nicht heran. Mit Hilfe der Substrate Strontiumtitanat ( $\text{SrTiO}_3$ ) und Neodymgallat ( $\text{NdGaO}_3$ ) soll sich das ändern. Deren Kristallgitter sind um 0,5 Prozent größer bzw. um 1,2 Prozent kleiner als das der Schichten. Auf diese Weise kann sie die Ferro-

elektrizität ihres Materials erhöhen und auch die Richtung der Polarisierung, nämlich horizontal oder vertikal beeinflussen.

Halbleiterforscher wie Dr. Rudolph Hey vom Paul-Drude-Institut (PDI) wollen Verspannungen eigentlich meist vermeiden. Denn je besser die Gitter zusammenpassen, umso regelmäßiger wachsen Kristalle und umso besser sind die physikalischen Eigenschaften, wie etwa die Lichtausbeute bei Leuchtdioden. So wächst Galliumnitrid, das ideale Material für weiße Leuchtdioden, nur bedingt auf Silizium, dem Universalmaterial in der Halbleiterwelt. Die Forscher behelfen sich damit, dass sie anstatt Schichten Säulen auf Silizium züchten. Da die Fläche, wo sich die Materialien berühren, nicht so groß ist, wachsen sich Verspannungen in den Säulen schnell heraus.

Sein Kollege Dr. Frank Grosse wiederum hat eine Materialkombination gefunden, die extrem große Verspan-

nungen in atomar dünnen Schichten toleriert. Er züchtet die Oxide der Seltenerd-Metalle Lanthan und Lutetium auf Silizium. Im Gegensatz zu den Seltenerd-Materialien aus dem IKZ sind dies keine Perowskite. Die Gitterkonstanten der Oxide sind jeweils vier Prozent größer bzw. kleiner als die des Siliziums. Zunächst hatte der Forscher deshalb die Oxide gemischt, das Gitter des Mischoxids passte erwartungsgemäß exakt zum Silizium. Aber auch die reinen Oxide ließen sich ohne Probleme auf Silizium züchten. Der Forscher stellte darauf hin ein sogenanntes Supergitter her. Es besteht aus jeweils zwei Atomlagen Lanthanoxid und Lutetiumoxid im Wechsel, insgesamt 24 Schichten. Die beiden Oxide haben dabei einen Gitterunterschied von acht Prozent. „Die höchste Verspannung, die ich kenne“, sagt Grosse. Der periodische Wechsel zwischen den extrem gedehnten und gestauchten Schichten lässt spannende Eigenschaften erwarten, welche die Forscher derzeit untersuchen.

Christine Vollgraf

*Atomar dünne Schichten von Lanthan- und Lutetiumoxid tolerieren Verspannungen bis zu 8 Prozent.*

# Schöne neue Elektronikwelt mit oxidischen Halbleitern



Zbigniew Galazka mit einem Galliumoxid-Kristall.

Foto: Felix Peschko

*Ein Bildschirm zum Aufrollen, Displays als transparente Folien an Fensterscheiben und durchsichtige Handys – so könnten elektronische Geräte in der Zukunft aussehen. Grundlage dafür sind transparente Transistoren, die aus hauchdünnen Schichten oxidischer Halbleiter bestehen.*

**D**ie Mehrheit der Oxide ist durchsichtig, weil sie das meiste Licht nicht absorbieren. Wenn ein Material Licht absorbiert, nimmt es die Photonenenergie des Lichts dadurch auf, dass Elektronen im Material angeregt werden. Oxide haben jedoch eine große Bandlücke, wodurch Photonen unterhalb einer gewissen Energie nicht absorbiert werden können – für dieses Licht ist das Material daher durchlässig. Das am weitesten verbreitete Halbleitermaterial Silizium hat nur eine kleine Bandlücke und ist daher nicht transparent.

Es gibt jedoch eine Reihe von Oxiden, die sowohl transparent als auch halbleitend sind. Mit diesen oxidischen Halbleitern eröffnen sich ganz neue Anwendungsmöglichkeiten: Für Photovoltaikanlagen zum Beispiel wären Effizienzsteigerungen möglich, weil die Lichtenergie besser ausgenutzt werden kann. Bei Bildschirmen könnte jedes Pixel von einem transparenten Transistor gesteuert werden – brillante Bilder von großer Schnelligkeit würden die Flüssigkristall-Bildschirme noch übertreffen.

Oxide sind auf der Erde zwar reichlich vorhanden, doch werden für die Verwendung in der Elektronik möglichst perfekte Kristalle benötigt. Wissenschaftler des Leibniz-Instituts für Kristallzüchtung (IKZ) entwickeln daher Verfahren zur Züchtung von Oxidkristallen. Das IKZ ist weltweit führend bei der Herstellung von halbleitenden Oxidkristallen aus der Schmelze.

Allerdings funktionieren die üblichen Züchtungsverfahren aus der Schmelze nicht bei diesen Oxiden. Dr.

Detlev Schulz vom IKZ erklärt: „Für jedes einzelne Oxid – Zinkoxid, Zinnoxid, Indiumoxid und Galliumoxid – müssen wir ein eigenes Verfahren entwickeln.“ Gelingen ist den Forschern das schon für Zinkoxid. Das zunächst polykristalline Zinkoxid wird bei ca. 1.975 Grad Celsius geschmolzen. Das Problem ist, dass es bei dieser Temperatur auch ganz schnell verdampft. Dies lässt sich nur durch hohen Druck verhindern. Daher muss der Züchtungsprozess in einem geschlossenen Tiegel stattfinden – somit ist das verbreitete Czochralski-Verfahren nicht geeignet. Die IKZ-Forscher verwenden daher das Bridgman-Verfahren, bei dem der Kristall von unten nach oben wächst. Ein sorgfältig orientierter Keim wird unten im Tiegel angebracht, darüber befindet sich die Schmelze. „Allerdings wächst der Kristall im Moment noch mit einer nach unten durchgebogenen Phasengrenze von den Rändern her. Weil das Wachstum an verschiedenen Stellen beginnt, ist die Struktur nicht ganz optimal. Daher

*Oxide gibt es auf der Erde zwar reichlich, aber für die Elektronik braucht man perfekte Kristalle.*

möchten wir ein Wachstum von der Mitte her erreichen“, schildert Schulz den Prozess. Einen anderen Nachteil des Verfahrens kann man bisher nicht lösen: Der feste Kristall füllt am

Ende den ganzen Tiegel aus. Um ihn daraus zu lösen, müssen die Kristallzüchter den Tiegel trennen. Ganz so schlimm sei das allerdings nicht, sagt Detlev Schulz: „Den Tiegel kann man schweißen und das Material lässt sich wiederverwenden.“

Das IKZ ist die weltweit einzige Institution, an der die Czochralski-Züchtung von Galliumoxid-Kristallen reproduzierbar gelang. Auch Indiumoxid können die IKZ-Experten züchten. Das Verfahren dazu hat Dr. Zbigniew Galazka entwickelt. Derzeit arbeitet er an einem Schmelzzüchtungsverfahren für Zinnoxid.

Gesine Wiemer

# Siliziumcarbid-Photodioden Made in Adlershof

*Ultraviolette Strahlung ist ein Multitalent. Mit ihrer Hilfe werden Luft und Wasser von Keimen befreit oder Lacke und Klebstoffe gehärtet. Um diese Prozesse zu überwachen, werden Photodioden eingesetzt, die UV-Strahlung detektieren können. Ein Adlershofer Joint-Venture produziert nun eigene UV-Photodioden und schließt eine Marktlücke.*

Im Jahr 2005 stellte der weltweit einzige kommerzielle Anbieter von UV-Photodioden auf der Basis von Siliziumcarbid (SiC) seine Produktion ein. Ein Gemeinschaftsprojekt des Leibniz-Instituts für Kristallzüchtung (IKZ), des Ferdinand-Braun-Instituts, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) und der Adlershofer Firma sglux Sol Gel Technologies GmbH hat daraufhin einen eigenen Produktionsablauf für UV-Photodioden entwickelt. Die kleinen Bauteile bestehen aus mehreren SiC-Halbleiterschichten, die verschieden dotiert werden und deshalb unterschiedliche elektrische Leiteigenschaften haben. Bringt man eine positiv-dotierte Schicht auf eine negativ-dotierte Schicht auf, entsteht ein so genannter p-n-Übergang, der Strahlung einer bestimmten Wellenlänge in Strom umwandelt. Für den UV-Bereich, also Wellenlängen zwischen 200 und 380 Nanometer, werden Halbleiter wie Siliziumcarbid, Galliumnitrid oder Aluminiumgalliumnitrid eingesetzt. Die Nitrid-Halbleiter sind technologisch jünger, während Anwendungen auf SiC-Basis schon länger zum Standard in Industrie und Forschung gehören.

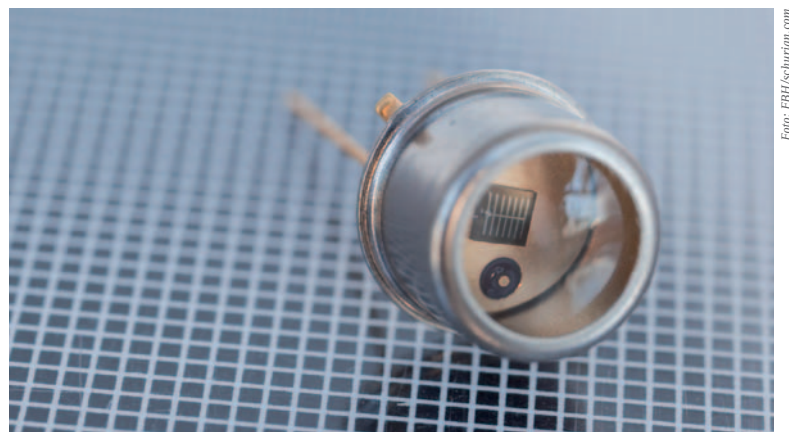
2008 ergriffen die Firma sglux und die Forschungsverbund-Institute IKZ und FBH die Initiative, um die entstandene Marktlücke zu schließen. Am IKZ konnte man dabei auf lange Erfahrung mit SiC zurückgreifen. „Bereits seit mehr als zehn Jahren arbeiten wir mit dem Material und kooperieren dabei mit wissenschaftlichen Einrichtungen und Firmen aus der ganzen Welt“, sagt Günter Wagner vom IKZ. Bisher verwendete das Institut jedoch ausschließlich zwei Zoll große SiC-Wafer, die inzwischen nicht mehr kommerziell erhältlich sind. Die Epitaxie musste daher auf Drei-Zoll-Wafer übertragen werden, die sich beispielsweise in der Oberflächenorientierung von ihren Vorgängern unterscheiden. „Siliziumcarbidsschichten können bei der Abscheidung aus der Gasphase in verschiedenen strukturellen Modifikationen wachsen, welche unterschiedliche elektrische Eigenschaften aufweisen“, erklärt Wagner. Um dies zu verhindern, werden die SiC-Kristalle bei der Waferherstellung schräg zur Gitterrichtung gesägt, wodurch die Oberfläche Stufen auf atomarer Ebene aufweist. Die epitaktischen Schichten passen sich

dieser Orientierung an. Bei Zwei-Zoll-Wafern ist ein Winkel von acht Grad üblich, während die Drei-Zoll-Exemplare nur noch mit einem Winkel von vier Grad gesägt werden. „Dadurch liegen die Stufen weiter auseinander

und wir mussten unsere Züchtungsbedingungen entsprechend anpassen“, so Wagner.

Mit dem Ergebnis ist Wagner zufrieden. Die Dicke der p- und n-Schichten, die in mehreren Arbeitsschritten aufgebracht wurden, ist auch auf den größeren Wafern sehr homogen. Darüber hinaus sind sie defektarm und gleichmäßig in Bezug auf die Kristallstruktur und die Dotierung. Am Ferdinand-Braun-Institut werden auf den Wafern Bauelemente hergestellt. Dafür haben FBH-Wissenschaftler Ätz- und Beschichtungsverfahren entwickelt, um die dotierten Schichten lokal abzutragen und dünne Metallschichten als elektrische Kontakte aufzubringen. Im letzten Schritt übernimmt die sglux GmbH die prozessierten Wafer und zersägt sie in einzelne Chips. Diese werden elektrisch und optisch charakterisiert, in Gehäuse montiert und verkauft.

Durch die enge Zusammenarbeit von Industrie und Forschung ist es gelungen, besonders leistungsfähige UV-Photodioden herzustellen. In den Leistungsparametern sind sie außerordentlich homogen und bei der Herstellung ergibt sich eine Ausbeute von bis zu 98 Prozent, so Wagner. Zudem sind sie unempfindlich gegenüber anderen Wellenlängenbereichen und zur Messung sehr geringer Strahlungsmengen geeignet. Auch bei langen und intensiven Bestrahlungen bleiben die Kenndaten der Detektoren *Made in Adlershof* stabil. *Jan Zwilling*



*In Adlershof produzierte UV-Photodioden auf der Basis von Siliziumcarbid*

# Effiziente Züchtung von Galliumnitrid

*Um hochwertige Substrate aus Galliumnitrid (GaN) für die Produktion von Blu-Ray-Geräten oder Laserprojektoren herzustellen, optimieren Forscher des Ferdinand-Braun-Instituts fortwährend Verfahren und technische Anlagen. Ein spezieller Züchtungsreaktor macht es möglich, besonders dicke und defektarme GaN-Kristalle herzustellen.*

**B**lauviolette Diodenlaser werden immer häufiger für anspruchsvolle Anwendungen in der Unterhaltungsindustrie wie der Blu-Ray-Disc oder der Laserprojektion verwendet. Sie basieren auf Schichtfolgen aus Gruppe-III-Nitriden, die auf Galliumnitrid-Substraten hergestellt werden. Die Produktion dieser Substrate ist jedoch noch immer schwierig, da die gängigen Züchtungsmethoden aus der Schmelze oder aus der Lösung für dieses Material ungeeignet sind. Bisher werden GaN-Substrate für die Bauelementproduktion einzeln auf Fremdsubstraten gezüchtet und dann abgelöst. Dies ist aber sehr zeit- und kostenaufwändig und liefert Wafer mit einer relativ hohen Defektdichte. Wissenschaftler des Ferdinand-Braun-Instituts, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) setzen daher auf die Optimierung der Züchtung von bis zu sechs Millimeter dicken GaN-Kristallen. Damit werden nicht wie bisher einzelne Schichten gezüchtet, sondern einkristalline Zylinder, aus denen mehrere Wafer herausgesägt werden können. Die erzeugten Substrate

*Je dicker die gezüchteten Kristalle sind, desto mehr Wafer lassen sich daraus herstellen.*

sind dadurch besonders gleichmäßig und defektarm. Das angewandte Züchtungsverfahren heißt Hydride Vapor Phase Epitaxy (HVPE).

Bei der HVPE von Galliumnitrid werden in einem Reaktor Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) und eine Galliumverbindung zusammgebracht. Dazu wird das Gallium bei hoher Temperatur von gasförmiger Salzsäure ( $\text{HCl}$ ) überströmt. Auf der Waferoberfläche reagieren dann die Gruppe-III-Komponente, das Gallium, und die Gruppe-V-Komponente, der Stickstoff, zum III-V-Halbleiter Galliumnitrid. Bei der HVPE werden Ausgangsstoffe für die Herstellung von GaN also erst während der Reaktion hergestellt. „Die HVPE eignet sich nicht dafür, dünne Schichten für Bauelemente auf bestehende Substrate aufzubringen, sondern

ist optimal für die Züchtung dicker Schichten bis hin zu Volumen-Kristallen“, erklärt Dr. Markus Weyers vom FBH. Für Bauelementanwendungen wird daher weltweit die

Metalorganic Vapor Phase Epitaxy (MOVPE) eingesetzt, sie gehört zum Standardrepertoire der Halbleiterepitaxie. Davon ist die HVPE noch ein gutes Stück entfernt, mussten auch die FBH-Experten erkennen. „Wir haben in den letzten Jahren gemeinsam mit der Herstellerfirma AIXTRON viel Arbeit in die Weiterentwicklung des Züchtungsreaktors gesteckt“, so Weyers. Der Teufel liege dabei im Detail, etwa in der absoluten Leckdichtigkeit der Reaktorkammer. Die jetzt im Einsatz befindliche Anlage ist neuester Stand der Technik und kann das Wachstum von GaN-Kristallen in hoher Qualität gewährleisten.

Die größten Probleme bei der Epitaxie der Galliumnitrid-Kristalle bereiten Eigenverspannungen, die zum Reißen des Materials führen, und Unregelmäßigkeiten in der Gitterstruktur. Während die Verspannungen mittlerweile gut handhabbar sind, arbeiten die Forscher des FBH stetig daran, die kristallographischen Defekte zu minimieren. Dabei handelt es sich um Störungen der Struktur des Kristalls, die an der Oberfläche kleine Krater bilden. Bis zur Tiefe dieser so genannten V-Pits ist der Kristall unbrauchbar; je dicker die intakte Schicht darunter ist, desto besser ist die Ausbeute an hochwertigen Wafern. Das Sägen der Schichten ist heute mit nur geringen Verlusten möglich, einige Mikrometer werden anschließend abpoliert. Unter Idealbedingungen kann man aus den Kristallen des FBH damit bis zu sechs GaN-Wafer gewinnen, auf denen dann die Bauelemente für neueste Multimediaanwendungen hergestellt werden können.

Jan Zwilling



Der GaN-Kristall mit 6,3 Millimeter Dicke ist innerhalb von 14 Stunden gewachsen.

# Besseres Silizium billiger gemacht

*Was ist besser: Teuer und hochwertig oder billiger und weniger leistungsfähig? So einfach lässt sich das für Solarsilizium nicht beantworten, es kommt auf die Anwendung an. Unterm Strich müssen Kosten und Energieverbrauch weiter sinken, damit die Photovoltaik den Durchbruch schaffen kann. Mit dem Projekt AvantSolar wollen die IKZ-Forscher einen Beitrag dazu leisten.*

**A**ls Henry Ford Anfang des letzten Jahrhunderts die Fließbandproduktion einführte, verhalf das dem Automobil als Massenprodukt zum Durchbruch. Entscheidend dafür waren die gesunkenen Produktionskosten. Solarzellen sind zwar schon ein Massenprodukt, ihre Herstellung ist aber immer noch zu teuer. 40 Prozent der Kosten von Solarzellmodulen gehen allein auf das Konto des Siliziums – des Materials, welches die Sonnenenergie in Strom verwandelt. „Wenn wir bei der Siliziumherstellung nur um einige wenige Prozent effizienter werden, spart das in der gesamten Produktion zig Millionen“, sagt Prof. Peter Rudolph vom Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ).

Effizienz, das bedeutet bei der Herstellung von Solarsilizium: größer, reiner, weniger Abfall. Silizium kann als baumstamm-dicker zylindrischer Einkristall gezüchtet oder als mächtiger multikristalliner Block gerichtet erstarrt werden. Beide Verfahren haben ihre Berechtigung: Die Herstellung eines Einkristalls ist teurer, dafür sind solche Solarzellen leistungsfähiger und langlebiger. Multikristallines Silizium ist billiger und findet sich in der Mehrzahl der Solarzellen wieder, diese haben aber einen geringeren Wirkungsgrad und müssen schneller ausgetauscht werden.

Im Projekt AvantSolar haben IKZ-Forscher gezeigt, wie sich multikristallines Silizium mit Hilfe von wandernden Magnetfeldern in größerer Ausbeute und besserer Qualität herstellen lässt. Die Magnetfelder werden dabei mit den gleichen Heizspulen erzeugt, die auch das Material zum Schmelzen bringen. Das Verfahren hatten die Forscher gemeinsam mit dem Weierstraß-Institut und den Firmen Steremat GmbH und Auteam GmbH entwickelt und dafür 2008 den Innovationspreis Berlin-Brandenburg erhalten.

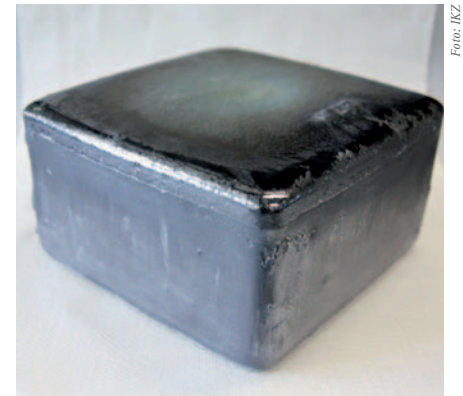
AvantSolar wird gefördert durch: Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), Zukunftsfonds der Technologiestiftung Berlin, Zukunftsagentur des Landes Brandenburg.

Die speziellen Magnetfelder rühren die Schmelze sehr kontrolliert und sorgen dafür, dass sie ganz gleichmäßig erstarrt. Im Fall des multikristallinen Siliziums können die Forscher auf diese Weise den sogenannten „Schneeschiebereffekt“ verhindern.

Dr. Christiane Frank-Rotsch erläutert: „Die Siliziumschmelze erstarrt von unten. An der Grenze zwischen flüssig und kristallin sammeln sich Verunreinigungen, die immer weiter nach oben geschoben werden, wie bei einem Schneeschieber. Diese ballen sich irgendwann zusammen und kristallisieren mit aus. Solche Bereiche sind mit Einschlüssen übersät und damit unbrauchbar. Die Magnetfelder sorgen dafür, dass die Verunreinigungen nicht an der Phasengrenze haften bleiben sondern ständig weggespült werden. Erst am Ende der Kristallisation sammeln sie sich in einem schmalen Bereich an, der ohnehin verworfen wird.“ Über die gesamte Höhe betrachtet, bedeutet das weniger Abfall.

Das Verfahren zeigt aber noch einen anderen Vorteil. Multikristallines Silizium besteht aus vielen einzelnen Kristallen, sogenannten Kristalliten mit Abmessungen im Millimeterbereich. Durch die Kontrolle der fest-flüssig Phasengrenze im Magnetfeld können sie bis zu zehnmal größer werden. Damit kann das Silizium Licht effizienter in elektrische Energie verwandeln, denn das passiert nur dort, wo es in regelmäßiger Struktur vorliegt, nicht aber an den Korngrenzen zwischen den Kristalliten. „Je weniger Korngrenzen wir haben, um so leistungsfähiger sind die Solarzellen“, bringt es Rudolph auf den Punkt.

Genauere Zahlen über Ausbeutegewinne und Leistungssteigerung des Siliziums wollen die Forscher noch nicht preisgeben, schließlich handelt es sich um Arbeiten, die in Kooperation mit der Industrie laufen. Fest steht aber: „Die Branche ist auf der Jagd nach jedem Zehntelprozent“, so Frank-Rotsch. Innovationen wie diese aus dem IKZ seien nötig, damit Deutschland in Zukunft seine führende Position in der Solarbranche wieder zurückerobere, unterstreichen beide Forscher.



*Multikristallines Silizium wird als Block erstarrt, dieser hier wurde im IKZ zu Versuchszwecken hergestellt und hat 20 cm Kantenlänge. In der Industrie sind die Blöcke 25 mal so groß und wiegen rund 600 Kilogramm.*

Christine Vollgraf

# Lieber ohne Gold

*Säulen aus Galliumarsenid sind eine Alternative zu Schichten, denn sie wachsen auch auf Silizium in guter Qualität. Forscher des Paul-Drude-Instituts konnten jetzt den Nachweis erbringen, dass der häufig verwendete Goldkatalysator die Eigenschaften der Säulen empfindlich stört.*

**A**lle wollen es – nur die Halbleiterphysiker nicht. Für sie ist Gold nicht das geliebte Edelmetall, sondern ein Störenfried, der die elektronischen Eigenschaften ihrer Materialien verschlechtert. Trotzdem verwenden sie Gold häufig als Katalysator für das Wachstum von Nanosäulen – weil das so schön einfach geht. Das Gold wird auf einer Unterlage abgeschieden und erhitzt. Es fließt zu kleinen Tröpfchen zusammen, welche als Keime für das Säulenwachstum dienen. Die Säulen schieben das Gold während des Wachstums wie eine kleine Kappe nach oben.

Wahrscheinlich wandert das Gold dabei auch in das Säulenmaterial. Experimentell nachweisen kann man das aber nur schwer. „Für einen direkten Nachweis von Gold im Halbleiter bräuchte man eine Methode mit sehr hoher Empfindlichkeit und Ortsauflösung“, sagt Dr. Lutz Geelhaar vom PDI. Schließlich liegt nur wenige Nanometer von der Messstelle entfernt das Goldkippchen, welches die Messungen verfälschen kann.

Die PDI-Forscher fanden jetzt bei Galliumarsenid(GaAs)-Säulen indirekte Hinweise auf den Einbau von Gold. GaAs dient unter anderem als Material für Leucht- und Laserdioden sowie für Solarzellen hoher Effizienz, wie sie in Satelliten verwendet werden. Damit Halbleiter wie GaAs auch auf Silizium wachsen, arbeiten Forscher zunehmend daran, sie nicht als Schicht sondern als Säulen zu züchten. Hier wirken sich Verspannungen auf Grund unterschiedlicher Kristallgitter nicht so stark aus.

Die Forscher verglichen die Eigenschaften von GaAs-Säulen, die mit Gold gewachsen waren und solchen, bei denen reines Gallium als Keim diente. Mittels Photolumineszenzmessungen bestimmten sie, wie viel Licht die Säulen nach Anregung durch einen Laserstrahl aussandten. Die Messmethode beruht darauf, dass Halbleiter nach energetischer Anregung Elektronen und Löcher bilden, die sich dann wieder vereinigen und dabei Licht aussenden.

Es zeigte sich, dass die goldfreien Säulen über hundertmal mehr Licht abgaben als die mit Gold gewachsenen. Auch die Lebensdauer der Ladungsträger im goldfreien Halbleiter war viel größer – die Säulen strahlten 3 Nanosekunden lang. Mit Gold war dagegen bereits nach 8 Pikosekunden alles vorbei, was rund vierhundert Mal kürzer ist.

Die Intensität des Lichtes und die Abklingdauer sind ein Maß für die optoelektronischen Eigenschaften des Materials, die sogenannte interne Quanteneffizienz. „Diese großen Unterschiede hätten wir nicht erwartet“,

so Geelhaar. Er betont, dass das Verfahren kein direkter Nachweis für Goldatome im Halbleiter ist. „Aber alles spricht dafür, dass die drastischen Eigenschaftsveränderungen auf das Gold zurückzuführen sind.“

Die Lebensdauer der Ladungsträger verglichen die Forscher auch mit Werten aus der Literatur für vergleichbare Schichten: „Unsere goldfreien Säulen übertreffen die Schichten auf Silizium sogar schon“, so der Physiker. Vieles spricht also dafür, dass Säulen die Schichten einmal ersetzen können. Unter einer Bedingung: Man lässt das Gold weg.

*Christine Vollgraf*

*Nano Letters 2011, 11, 1276–1279*

*Säulen aus Galliumarsenid haben bessere elektronische und optische Eigenschaften, wenn sie ohne Goldkatalysator gezogen werden.*

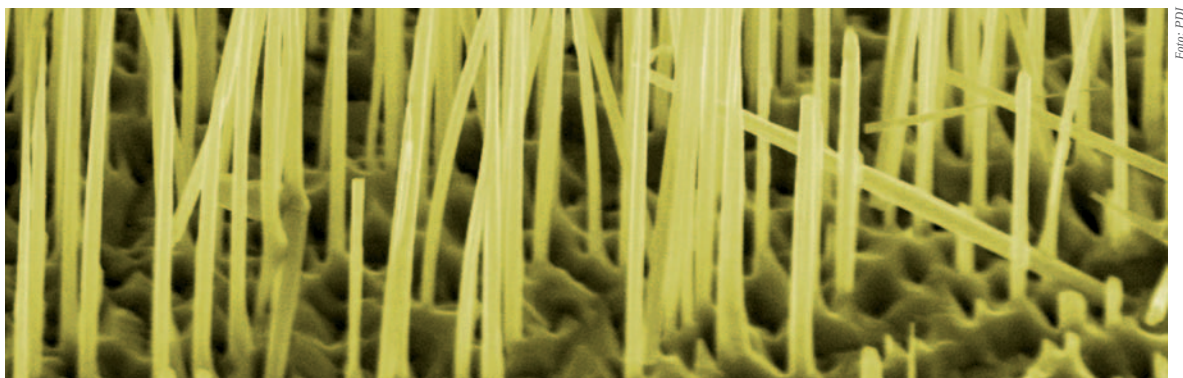


Foto: PDI



# Wie Rosenduft unser Denken erreicht

*Ohne einen speziellen Chloridkanal in den Nervenzellen könnten wir keine Gerüche wahrnehmen – so dachte man bisher. Forscher am FMP und MDC haben diesen Kanal nun identifiziert und dabei eine überraschende Entdeckung gemacht.*

**M**it jedem unserer Atemzüge wirbelt ein Cocktail verschiedenster Geruchsstoffe durch die Nasenhöhle und bringt uns in intimen Kontakt mit unserer Umwelt. Sei es der Duft einer Rose oder der von frisch gebackenem Brot, der Geruch eines geliebten Menschen oder der nach altem Schweiß, auf subtile Weise beeinflussen Gerüche unsere Stimmungen und Gedanken. Doch wie können einzelne Moleküle uns solche Botschaften überbringen? Mit einer aktuellen Arbeit hat die Arbeitsgruppe um Thomas Jentsch den Vorgang des Riechens ein Stück weiter aufgeklärt – und in Fachkreisen für Überraschung gesorgt.

In ihrer Arbeit machten die Wissenschaftler einen lang gesuchten Ionenkanal ausfindig, der in den Nervenzellen der Riechschleimhaut sitzt. Ob in Menschen, Mäusen oder anderen Wirbeltieren, Millionen Nervenzellen bilden winzige Fortsätze aus, die in den Nasenraum hineinragen und mit Rezeptoren bestückt sind. Jede Nervenzelle trägt einen von Tausenden verschiedener Rezeptoren, die Duftmoleküle erkennen können. Bindet ein Molekül an einen solchen Rezeptor, wird dadurch kurzfristig ein winziger Kanal in der Membran der Nervenzelle geöffnet. Durch die Öffnung können positiv geladene Natrium- und Kalziumionen aus dem Nasenschleim in die Zelle einströmen. Kalzium öffnet einen anderen Kanal, durch den wiederum negativ geladene Chloridionen aus der Nervenzelle hinausströmen. Nur durch diese Verstärkung, so glaubte man bislang, kommt es zu dem entscheidenden Nervensignal, das dann bis zu den Schaltstellen im Gehirn wandert und den Geruch signalisiert.

„Wir ahnten schon länger, dass das Membranprotein Ano2 der entscheidende Chloridkanal in den Nervenzellen der Riechschleimhaut sein könnte“, erinnert sich Thomas Jentsch an die spannende Zeit, als er im Wettlauf mit anderen Arbeitsgruppen die Jagd auf den bis dahin unbekanntes Kanal aufnahm. Jentsch ist zugleich Physiker und Mediziner, seine Gruppe gehört sowohl dem Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie (FMP) als auch dem Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) an. Der entscheidende Nachweis gelang, als Gwendolyn Billig, eine Doktorandin in der Gruppe, sogenannte Knockout-Mäuse erzeugte, bei denen das Gen für Ano2 ausgeschaltet

war. Tatsächlich strömten bei diesen Mäusen nach Aktivierung von Riech-Rezeptoren keine Chloridionen mehr aus den Nervenzellen aus.

Eines aber war merkwürdig: Die Mäuse wuchsen ohne den Chloridkanal genauso gut heran wie ihre natürlichen Verwandten. „Wir hatten erwartet, dass die Mäuse mit Ano2 auch ihren Geruchssinn verlieren würden“, sagt Billig. Mäuse kommen blind und taub auf die Welt. Wenn sie nicht riechen können, dann finden sie die Zitzen der Mutter nicht und verhungern bald nach der Geburt. Der Befund war so überraschend, dass Billig ganz sicher gehen wollte und den Geruchssinn ihrer Mäuse so gründlich wie nur möglich testete. Sie trainierte die Tiere darauf, jeweils zwei Geruchsnoten zu unterscheiden – nur eine davon markierte in einem speziellen Versuchsaufbau den richtigen Weg zum Trinkwasser. Egal, welche Düfte sie wählte, immer fanden die Mäuse auch ohne Chloridkanal in der Riechschleimhaut den richtigen Weg – sie können so gut riechen wie andere Mäuse.

Für das Riechen ist der Chlorid-Ausstrom in die Nervenzellen also gar nicht notwendig – und die Lehrbücher müssen in diesem Punkt nun umgeschrieben werden. Offensichtlich genügt schon der anfängliche Einstrom von Natrium- und Kalziumionen, um in den Nervenzellen das entscheidende Signal auszulösen, das im Gehirn die Welt der Gerüche entstehen lässt. Die Gruppe um Thomas Jentsch hat den lang gesuchten Chloridkanal gefunden, der fast ausschließlich in der Riechschleimhaut vorkommt. Welchen Zweck er aber dort erfüllt, bleibt vorerst ein Rätsel.

*Birgit Herden*

*Nature Neuroscience 14, 763–769 (2011)*

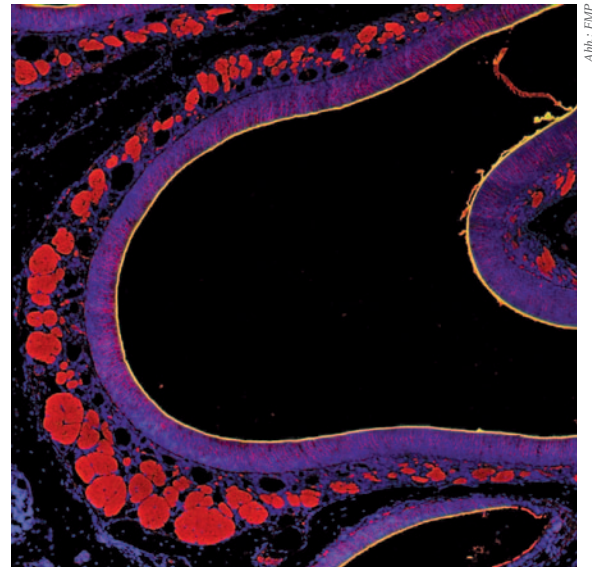


Abb.: FMP

*Blick in die Nasenhöhle: Den Chloridkanal Ano2 (gelb angefarbt) findet man fast ausschließlich in der Riechschleimhaut.*

# Der See im See



*Wie verändern sich unsere Gewässer in Zeiten des Klimawandels? Um Experimente zu dieser Frage nicht nur im Labor, sondern auch unter weitgehend natürlichen Bedingungen im Freiland durchführen zu können, installiert das Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) im Stechlinsee eine Großversuchsanlage.*

**K**leine Fische flitzen durch das Wasser, silbrig glänzen sie in der Sonne. Der Stechlinsee gewährt tiefe Einblicke – er ist ein besonderer unter den heute seltenen Klarwasserseen Norddeutschlands. Die Gewässerforscher des IGB wollen es aber noch genauer wissen: „Früher haben Ökologen die Natur nur beobachtet. Heute ist die Ökologie jedoch eine experimentelle Wissenschaft“, sagt Prof. Mark Gessner, seit Januar 2011 Leiter der Forschungsstelle des IGB in Neuglobsow am Stechlinsee. Mit der neuen Großenclosure-Anlage wollen die Forscher Versuche direkt im See durchführen. „In Laborversuchen können wir alle Einflussfaktoren genau steuern, aber die Ergebnisse sind kaum direkt auf die komplexen Verhältnisse in der Natur übertragbar“, so Gessner. „Mit der neuen Anlage gewinnen wir enorm an Wirklichkeitsnähe – und das ist entscheidend.“

Bei einer Enclosure-Anlage trennen Planen mitten im See ein rundes Becken ab und bilden einen „See im See“. Das Wasser im abgetrennten Becken unterliegt in vieler Hinsicht denselben äußeren Einflüssen wie der See selbst. Stehen mehrere dieser Becken zur Verfügung, können die Wissenschaftler die Bedingungen in einigen gezielt verändern und prüfen, wie sie im Vergleich zu Becken reagieren, die zur Kontrolle unverändert bleiben.

Eine Großenclosure-Anlage mit Becken von bis zu 30 m Durchmesser hat weltweit bisher noch niemand verwendet, um Klimafolgen auf Gewässer abzuschätzen. Die Installation erfordert hohe Ingenieurskunst und Kreativität. Mit ihrem langjährigen Know-how im Wasserbau hatte die beauftragte Firma AGO aus Berlin dazu einen ausgefeilten Plan. Dann aber kam der Winter – und der See frohenlang zu. Warten bis zum Frühjahr kam nicht infrage, da die Anlage vor Beginn der Vegetationsperiode fertiggestellt sein musste. Also disponierte man um: Die Techniker setzten das Schwimmgerüst der Anlage auf dem

Eis zusammen, so dass es nach dem Auftauen elegant ins Wasser gleiten konnte und nur noch mit den Planen versehen am endgültigen Standort verankert werden musste.

Der Stechlin ist ein tiefer See und deshalb im Sommer geschichtet – das heißt, es bildet sich eine scharfe Temperaturgrenze zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser. Diese Schichtung ist stabil. Auch Nährstoffe und Sauerstoff dringen kaum über die Schichtgrenze. Deshalb gibt es im Tiefenwasser den ganzen Sommer über keinen Nachschub, wenn Sauerstoff durch atmende Tiere und Mikroorganismen aufgebraucht wird. Umgekehrt wird die Nährstoffverlagerung aus der Tiefe in die obere Wasserschicht unterbunden. Was im Frühjahr während der Mischung des Wasserkörpers an die Oberfläche gelangt, muss bis zum Herbst ausreichen.

Durch den Klimawandel kann sich die Mischungstiefe und damit die Verteilung der Sauerstoff- und Nährstoffvorräte ändern. Das hat Einfluss auf die Lebensgemeinschaften und Stoffumsetzungen im See. Mit welchen Folgen im Einzelnen zu rechnen ist, wollen die Ökologen erforschen, indem sie mit einem Propeller die Mischungstiefe in den Enclosures gezielt verändern, um dadurch Klimaszenarien nachzustellen. „Nicht immer sind die Zusammenhänge geradlinig“, erklärt Mark Gessner. „Erwärmung erhöht Stoffwechselraten. Führt dies aber auch zu vermehrtem Algenwachstum? Und wenn ja, ist mit einer Wassertrübung zu rechnen wie sie bei der vermehrten Zufuhr von Nährstoffen auftritt? Oder sind die Folgen von Erwärmung und Nährstoffzufuhr grundsätzlich anders, weil sie die Lebensgemeinschaften und die Wechselwirkungen zwischen den Organismen völlig unterschiedlich beeinflussen?“ Und er fügt hinzu: „Die heutigen Konzepte zum Umgang mit Nährstoffbelastungen von Seen können wir in Zeiten des Klimawandels jedenfalls nicht unbesehen übernehmen.“

Wenn im Herbst der See abkühlt, durchmischen sich die Wasserschichten wieder, weil die Temperaturgrenzen verwischen. Dann ziehen Taucher die Spezialreißverschlüsse an den flexiblen Isolierplanen der Enclosures hoch, um den freien Wasseraustausch zu ermöglichen und einheitliche Startbedingungen für einen neuen Versuch in der nächsten Saison zu schaffen.

Gesine Wiemer

*Die Anlage mit 30 Metern Durchmesser ist weltweit die größte.*

# Die Sanierung des Arendsees – von der Natur abgeschaut

*Im Arendsee in Sachsen-Anhalt treten immer wieder übermäßige Blaualgenblüten auf. Das Baden ist dann oft nicht mehr möglich. Forscher des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) haben ein Konzept zur Sanierung des Sees entwickelt – das stieß jedoch zunächst auf Kritik in der Öffentlichkeit.*

**S**auberer See ohne chemische Keule“ – so titelte die Altmark Zeitung die Forderung von Bürgern bei einer Diskussionsrunde im März zur Sanierung des Arendsees. Diese Forderung richtete sich gegen den Plan, die überhöhte Nährstoffkonzentration des Sees mithilfe einer sogenannten Ausfällung mit einem Aluminiumsalz zu verringern. Empfohlen hatte dieses Verfahren das IGB.

Das IGB als Umweltverschmutzer? Genau das Gegenteil wollen die Gewässerforscher mit dem empfohlenen Verfahren erreichen. „Die Fällung mit Aluminium findet im Erzgebirge ganz ohne Zutun des Menschen statt“, erläutert Dr. Michael Hupfer vom IGB. „Aus dem Felsgestein werden durch Regenwasser Aluminium-Ionen ausgespült und gelangen über die Zuflüsse in Talsperren. Dort bindet der Phosphor im See an das Aluminiumhydroxid und sinkt gemeinsam mit diesem auf den Seegrund. Das so von der Natur gereinigte Wasser wird direkt als Trinkwasser verwendet, eine weitere Aufbereitung ist nicht nötig.“

Eigentlich ist der Arendsee ein Naturparadies. Allerdings haben die Behörden im Sommer schon oft aufgrund einer übermäßigen Blaualgenblüte vor dem Baden gewarnt. Blaualgen (Cyanobakterien) können Giftstoffe produzieren, die bei einer Massenentwicklung eine Gefahr für die Gesundheit darstellen.

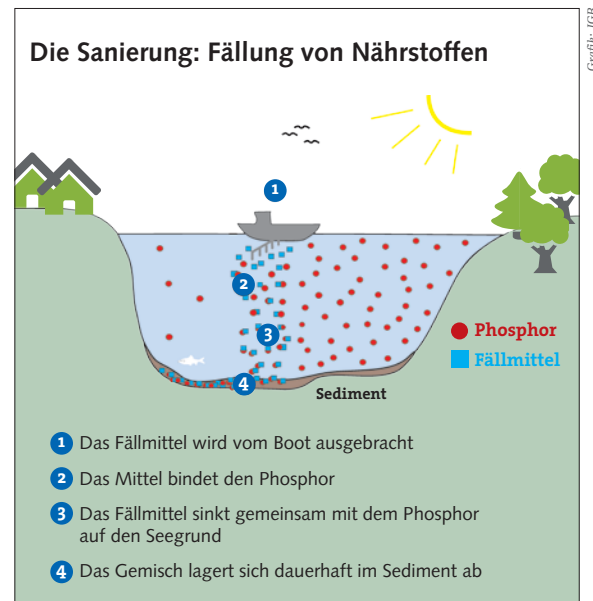
Cyanobakterien sind kleinste Bakterien. Weil sie wie Pflanzen Fotosynthese betreiben können, zählten sie früher zu den höher entwickelten Algen, so auch der veraltete Name „Blaualgen.“ Cyanobakterien sind in unseren Seen natürlicher Teil der Lebensgemeinschaften. Bei hohem Nährstoffgehalt und warmem Wetter können sie sich jedoch extrem stark vermehren. Im Arendsee kommt es im Sommer immer wieder zur massenhaften Entwicklung von Cyanobakterien, weil der Nährstoff Phosphor im See um mehr als 5-fach zu hohe Konzentrationen aufweist.

Um die steigende Nährstofflast im Gewässer zu reduzieren, müssen die genauen Quellen ermittelt werden. Die IGB-Forscher untersuchen derzeit Grundwasser und oberirdische Zuflüsse. Sind die Ursachen bekämpft, kann es dennoch Jahre dauern, bis der Nährstoffgehalt spürbar zu-

rückgeht – an einem See wie dem Arendsee schätzungsweise 15 bis 20 Jahre. Die Gewässerforschung hat daher Maßnahmen zur Seenrestaurierung entwickelt, die diesen Prozess beschleunigen können.

Die Forscher des IGB haben untersucht, welches Verfahren für den Arendsee geeignet und gleichzeitig möglichst schonend ist. Beauftragt wurde das IGB vom Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt. Die Fällung mithilfe von Aluminiumsalzen wurde bereits an anderen Seen als Sanierungsmaßnahme durchgeführt und dient in Klärwerken auch der Aufbereitung von Trinkwasser.

Mittlerweile hat Michael Hupfer interessierten Bürgern vom Arendsee das Konzept vorgestellt und Gespräche mit dem Bürgermeister sowie weiteren Interessenvertretern geführt. Es ist ein Schulprojekt geplant, bei dem die Schüler und Lehrer einen genaueren Einblick in die Abläufe während des Verfahrens erhalten. „Wir konnten im Dialog schon viele der ursprünglichen Vorbehalte abbauen“, freut sich Michael Hupfer. *Gesine Wiemer*



Der Arendsee in der Altmark im Norden Sachsen-Anhalts liegt in einem traditionellen Urlaubs- und Kurbereich. Der See ist mit fünfeinhalb Quadratkilometern etwa doppelt so groß wie der Berliner Wannsee und mit bis zu 51 Metern einer der tiefsten Seen Norddeutschlands. Er ist beliebt zum Baden, Segeln und Tauchen. Die Stadt Arendsee am Rande des Sees ist ein Luftkurort, der den Tourismus und den Kurbetrieb intensiv fördert.

<http://arendsee.igb-berlin.de/index.html>

# Die Geheimnisse des Archaeopteryx

*Der Archaeopteryx des Museums für Naturkunde ist fast vollständig erhalten.*

*Wissenschaftler des Museums für Naturkunde Berlin haben anhand des fast vollständigen Berliner Exemplars des Archaeopteryx lithographica schon viel über den Urvogel herausgefunden. Neue Erkenntnisse erhoffen sie sich nun von CT-Aufnahmen des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (IZW).*

**E**s zwitschert, als die Wissenschaftler das Tier untersuchen. Es ist aber nicht das untersuchte Federvieh, das hier singt – das ist immerhin schon 150 Millionen Jahre alt und fossilisiert. Das Zwitschern stammt vom Forschungstomographen des IZW während der Aufnahme. Unter großen Sicherheitsvorkehrungen wurde das wertvollste und bekannteste Fossil der Welt am 16. Mai vom Museum für Naturkunde in das IZW transportiert.

In der Regel haben es die IZW-Forscher mit heute lebenden Tierarten zu tun. Doch auch von den fossilen Knochen in einer Kalksteinplatte können sie mit ihrem Computertomographen dreidimensionale Bilder erzeugen und die Knochen so von allen Seiten betrachten. Sie können dann zum Beispiel erkennen, wo Ansatzstellen für Muskeln waren. Bis heute ist nicht klar, ob der Archaeopteryx beim Fliegen nur gleiten oder ob er auch aktiv flattern konnte. Auch wie es im Kopf des Urvogels aussah, wollen die Forscher herausfinden und damit neue Erkenntnisse über sein Gehirn gewinnen. Saurierexpertin Dr. Daniela Schwarz-Wings vom Museum für Naturkunde – Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung – sagt: „Wir wollen den Urvogel in seiner gesamten Pracht erfassen. Wie ist er geflogen? Wie ist er gelaufen? Wie hat er gefressen?“

Zunächst war nicht sicher, ob die Bilder für die Wissenschaftler überhaupt brauchbar sind. Da die Knochen in der Kalksteinplatte stecken, hätte es passieren können, dass die CT-Daten eine Trennung der Materialien nicht zulassen. „Doch wir haben Glück, man kann das Skelett sehr gut erkennen“, freut sich Dr. Guido Fritsch, der

Radiologe vom IZW. Auf dem Bildschirm ist deutlich zu sehen, wie die Speiche im Unterarm mit dem Unterarmknochen verwachsen ist. „Das ist ein deutliches Zeichen dafür, dass der Archaeopteryx eine Übergangsart ist von den Dinosauriern, bei denen die Knochen noch komplett getrennt waren, zu den Vögeln mit zusammengewachsenen Knochen“, betont Schwarz-Wings.

Das Team des 3D-Labors am Institut für Mathematik der TU Berlin arbeitet jetzt daran, mithilfe der Daten ein Modell des Urvogel-Skeletts „auszudrucken“. Damit können sich Wissenschaftler und Besucher des Naturkundemuseums den Urvogel noch viel besser vorstellen als bisher.

Was für Töne der Archaeopteryx von sich gegeben hat, wissen die Forscher übrigens nicht. Sie sind sich allerdings sicher, dass er nicht gezwitschert hat.

*Gesine Wiemer*

## Modelle von Knuts Schädel und Gesicht

Dr. Thomas Hildebrandt und seine Kollegen vom IZW erstellten mithilfe des Toshiba Forschungs-Computertomographen hochauflösende 3D-Scans vom Körper des verstorbenen Eisbären Knut. Mathematiker der TU konnten auf Grundlage dieser Daten mit Hilfe eines 3D-Spezialdruckers eine hochpräzise Replik des Schädels, des Gehirns und des Gesichts des Eisbären erstellen.



Die Bilder des Tomographen und die erstellten Modelle zeigen, dass das Gehirn normal ausgebildet war und keine strukturellen Veränderungen aufwies. Damit kann ein angeborener Defekt ausgeschlossen werden. Auch jenseits vom Fall Knut haben die 3D-Daten den Forschern neue Erkenntnisse über Eisbären geliefert. So konnten sie anhand des Gehirnmodells sehen, warum diese Tiere extrem gut riechen können.

*Science* vol. 332, S. 261, DOI:10.1126/science.332.6026.154-a

## Sonderausstellung

### Federflug – 150 Jahre Urvogel-Fund

Ab dem 18. Juni 2011 präsentiert das Museum für Naturkunde Berlin neben seinem wertvollsten Sammlungsstück auch die bisher nie gezeigte Gegenplatte sowie einen Federfund aus dem Jahr 1861. Dazu werden nicht nur spannende Geschichten rund um den Fund erzählt, sondern auch die wissenschaftlichen Erkenntnisse und Fragestellungen vorgestellt.

# „Demokratie können wir uns leisten“

Foto: privat



Seit dem 1. Mai ist Prof. Klement Tockner, Direktor des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Vorstandssprecher im Forschungsverbund Berlin. Er löst damit turnusgemäß Prof. Roberto Fornari, Direktor des Leibniz-Instituts für Kristallzüchtung (IKZ), ab. Prof. Thomas Elsässer, Direktor am Max-Born-Institut (MBI), ist stellvertretender Vorstandssprecher. Wir sprachen mit Klement Tockner über Situation und Perspektiven des Forschungsverbundes.

*Prof. Tockner, Sie sind 2007 aus der Schweiz zum Forschungsverbund gekommen. Fiel es Ihnen schwer, sich in diesem ungewöhnlichen Konstrukt zurechtzufinden?*

Ganz im Gegenteil: Durch die professionellen Organisationsstrukturen wurde es mir sehr leicht gemacht. Auch die Unterstützung und der vertrauensvolle Austausch mit den Direktoren der anderen Institute haben mir geholfen.

*Was sind Ihre wichtigsten Aufgaben für die nächsten zwei Jahre?*

Der Forschungsverbund ist in Berlin eine gewichtige wissenschaftliche und forschungspolitische Größe. Auch die administrative Leistungsfähigkeit ist herausragend und vorbildhaft. Daher tragen wir eine besondere Verantwortung, wenn es darum geht, Berlin als international konkurrenzfähigen Wissenschaftsstandort auszubauen. In der Stadt müssen jedoch die Rahmenbedingungen und Fördermöglichkeiten ausgebaut werden, damit Berlin für internationale Spitzenwissenschaftler auch weiterhin attraktiv bleibt. Die Einstein-Stiftung kann dabei ein wichtiges Instrument sein, um Exzellenz zu fördern. Wenn 2017 die Exzellenzinitiative und der

Pakt für Forschung und Innovation auslaufen, müssen wir ebenfalls vorbereitet sein – im Forschungsverbund, in der Stadt Berlin und national.

In der Leibniz-Gemeinschaft spielt der Forschungsverbund eine wichtige Rolle. Viele Positionen sind mit Personen aus dem Forschungsverbund besetzt. Und auch wissenschaftlich: So waren die Wissenschaftler des Forschungsverbundes bei der Einwerbung von ERC-Grants besonders erfolgreich.

*Auch intern stehen große Veränderungen an – Dr. Falk Fabich wird nächstes Jahr nach 20 Jahren als Geschäftsführer in den Ruhestand gehen.*

Ich bin zuversichtlich, dass wir den Übergang in der Geschäftsführung gut bewältigen, da wir professionell und breit aufgestellt sind. Wichtig ist es für uns weiterhin, dass Verwaltung und Wissenschaft sehr gut zusammenarbeiten. Effiziente Verwaltung schafft möglichst gute Rahmenbedingungen für die Wissenschaftler, so dass diese gar nicht viel von der Verwaltung merken. Im Gegenzug muss die Leistung der Verwaltung von den Wissenschaftlern anerkannt werden – das motiviert und fördert die gute Zusammenarbeit.

*Im Vorstand des Forschungsverbundes müssen Sie und Ihre Kollegen zu elft Kompromisse finden. Würden Sie als Institutsdirektor nicht manchmal lieber alles selbst entscheiden, was Ihr Institut betrifft?*

Wir sind im Forschungsverbund sehr demokratisch organisiert. Ich habe 10 Jahre in der Schweiz gearbeitet, wo die Konsensfindung einen hohen Wert hat. Der Entscheidungsprozess ist insgesamt aufwändiger, die Ergebnisse sind inhaltlich aber besser abgestützt und daher von Dauer. Wir können uns das im Forschungsverbund ebenfalls leisten, weil wir institutionell und wissenschaftlich sehr gut aufgestellt sind. Ich wünsche mir allerdings manchmal, dass wir mehr Zeit den strategischen Fragen widmen und weniger das Tagesgeschäft diskutieren. Insgesamt ist es aber ein großer Gewinn, dass acht unterschiedliche Institutskulturen respektvoll aufeinander treffen – hiervon profitieren wir alle. Dass ein organisatorischer Zusammenschluss ein zukunftsweisender Weg ist zeigt sich auch darin, dass unser Modell Nachahmer findet: In anderen Bundesländern wollen sich Leibniz-Institute auf ähnliche Weise vernetzen.

*Die Fragen stellte Gesine Wiemer.*

## Designerblitze auf der Attosekundenskala

Foto: Gunter Klötzer



Dr. Ingo Barth

Seine Welt sind die Formeln und Theorien. Seit Oktober 2010 forscht der gehörlose Physiker Dr. Ingo Barth am Max-Born-Institut in der Arbeitsgruppe von Dr. Olga Smirnova. Gemeinsam mit ihr möchte er im Rahmen eines DFG-Projektes die theoretischen Grundlagen für das „Design“ von Attosekunden-Lichtpulsen legen. Solche Pulse entstehen, wenn Elektronen mit einem ultrakurzen ultrastarken Laserpuls aus einem Atom oder Molekül geschossen werden. Einige Elektronen fliegen wieder zum Atomkern zurück und senden bei der Rekombination

Lichtblitze aus, die noch kürzer sind als der eingestrahlte Laserpuls. Diese Methode wird zur Erzeugung von Attosekundenpulsen eingesetzt. Barth will berechnen, welche Bedingungen vorliegen müssen, damit die Attosekundenpulse eine ganz bestimmte Form, Dauer und Wellenlänge haben.

Der theoretische Physiker und Chemiker hat zuvor an der Freien Universität Berlin mit einer Arbeit zur Anregung von Ringströmen in Atomen und Molekülen durch einen zirkular polarisierten Laserpuls promoviert. Für seine Forschung erhielt er den Wilhelm-Ostwald-

Nachwuchspreis 2010 und den Carl-Ramsauer-Preis 2009 der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin. Seine hochkarätigen Forschungsergebnisse fanden viel Beachtung, nicht zuletzt weil die Bedingungen für einen gehörlosen Forscher wie ihn noch immer nicht optimal sind. „Während der Promotion an der FU hat mich mein Doktorvater Prof. Jörn Manz sehr unterstützt“, so Barth. Im Studium an der Technischen Universität hatte er zwar Mitschreibkräfte, die Erläuterungen der Dozenten und der Austausch mit den Kommilitonen kamen aber häufig zu kurz. Barth engagiert sich deshalb auch für eine Europäische Universität für Gehörlose ([www.deafuni.eu](http://www.deafuni.eu)). Für wichtige Termine steht ihm sein Gebärdensprachdolmetscher zur Verfügung, mit dem er mittlerweile einen Fundus an Fachbegriffen aus der theoretischen Physik und Chemie entwickelt hat. Wenn Barth auf Kongressen Fachvorträge hält, wechseln sich zwei Dolmetscher ab, die nicht nur in das gesprochene Wort, sondern auch noch ins Englische übersetzen.

Am Max-Born-Institut genießt er, „dass unsere Gruppe nicht so groß ist.“ Das mache Diskussionen für ihn viel entspannter als etwa an der Universität, wo manchmal zwanzig und mehr Leute in einer Arbeitsgruppe seien. Viel Unterstützung erfährt Ingo Barth auch durch den Direktor seines Bereiches, Prof. Wolfgang Sandner. „Er hat mir ausdrücklich empfohlen, mich am MBI zu bewerben“, so Barth.

*Christine Vollgraf*

## Forschen im Land des Großvaters

Foto: PDI



Prof. Thomas Kuech

Der amerikanische Halbleiterspezialist Prof. Thomas Kuech hat den Stiftungspreis der Alexander von Humboldt-Stiftung gewonnen und ist seit Februar 2011 für ein halbes Jahr Gast am Paul-Drude-Institut. Der Enkelsohn eines deutschen Emigranten in die USA ist angesehener Experte auf dem Gebiet der Gasphasenepitaxie und betreibt Grundlagenforschung für elektronische Bauteile und Materialien. Nach seiner Promotion arbeitete er in der Forschungsabteilung von IBM, seit über 20 Jahren hat er eine Professur am Department of

Chemical and Biological Engineering an der University of Wisconsin-Madison inne. Dass ihn der Stiftungspreis nun in das Land seines Großvaters bringt, empfindet er als große Bereicherung: „Der Aufenthalt in Berlin ist mein erstes Sabbatical, in dem ich Anregungen und

Ideen aus anderen Forschungsgruppen und Ländern aufnehmen kann.“ Mit dem PDI verbindet Kuech die Erforschung von Halbleitermaterialien und ihren Strukturen und Eigenschaften. Besonders in ein Projekt zur Herstellung von Gruppe-III-Nitrid-Halbleiter-Nanosäulen möchte er sich einbringen, außerdem möchte er mehr über die Epitaxie von Oxiden lernen. Wichtiger ist Kuech aber der informelle Austausch mit den Kollegen des Instituts und mit Wissenschaftlern am BESSY. Die neuen Perspektiven und Arbeitsweisen bringen ihn als Forscher deutlich voran, auch wenn er in sechs Monaten kein vollständiges Forschungsprojekt durchführen kann. „Bereits zur Halbzeit meines Aufenthalts steht für mich außer Frage, dass sich das halbe Jahr lohnt. Ich habe viele Kontakte geknüpft und werde mit einem Kopf voller neuer Ideen zurück in die USA fliegen.“ Spätestens in einigen Monaten wird er aber wieder in Deutschland sein, um die Beziehungen zu vertiefen – und um entfernte Verwandte zu treffen.

*Jan Zwilling*

WIAS

## Weierstraß-Institut ist internationale Spitze

Das Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik (WIAS) ist ein international herausragendes Zentrum und leistet erstklassige Forschung. Das bescheinigt dem Institut eine Kommission, die das Leibniz-Institut im Rahmen der turnusmäßigen Evaluierungen der Leibniz-Gemeinschaft begutachtet hat.

Die unabhängigen, fachlich einschlägigen Sachverständigen der Bewertungsgruppe zeigten sich beeindruckt vom WIAS: „Es verbindet mathematische Grundlagenforschung von bemerkenswert hohem Niveau mit Fragen der technischen und industriellen Anwendung in nachhaltiger und gut ausbalancierter Weise. Für seine erstklassigen Arbeiten genießt das WIAS ein ausgezeichnetes Renommee.“ Das WIAS sei in seinem Arbeitsfeld ein weit anerkanntes und international herausragendes Zentrum mit einem unverwechselbaren Profil. „Insgesamt ist das WIAS sehr gut aufgestellt. Die derzeitige Ausrichtung des Instituts überzeugt“, so die Kommission in ihrer Stellungnahme.

Die Sachverständigen konnten feststellen, dass die WIAS-Wissenschaftler außerordentliche Arbeiten erbringen, die in hochangesehenen mathematischen Zeitschriften publiziert werden. Das Institut habe sehr erfolgreich

mathematische Probleme der Optischen Technologien und der Züchtung von Halbleiterkristallen bearbeitet. Auf dem technologisch sehr bedeutenden Gebiet der Halbleiter- und Optoelektronik nehme das WIAS eine führende Stellung ein.

Aufgrund der Beurteilungen empfiehlt der Senat der Leibniz-Gemeinschaft Bund und Ländern, das WIAS weiter zu fördern.

WIAS-Direktor Prof. Jürgen Sprekels zeigte sich sehr erfreut über den Erfolg seines Instituts: „Diese außergewöhnlich positive Bewertung ist eine glänzende Anerkennung für die hervorragende Arbeit, die am WIAS geleistet wird. Wir spielen da in der Champions League der internationalen Forschung. Ich kann den Mitarbeitern nur zu ihrer Leistung gratulieren.“

Gesine Wiemer



Foto: Lothar M. Peter

FMP

## Das FMP an Bord der MS Wissenschaft

Das Ausstellungsschiff „MS Wissenschaft – Neue Wege in der Medizin“ startete am 19. Mai in Stuttgart seine Tour durch Deutschland und Österreich. Rund 30 Ausstellungsstationen sind auf dem umgebauten Frachtschiff zu sehen. Dr. Ralf Schüle, Wissenschaftler am Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie (FMP), zeigt mit seinem Exponat neue Forschungsergebnisse über die seltene Krankheit Diabetes insipidus renalis. Um den komplexen Ablauf des Wasserhaushaltes im Körper leichter zu verstehen, ergänzt ein interaktiver Touchscreen mit dem Titel „Das passiert in Deinem Körper, wenn Du Durst hast!“ das Exponat. Bei Durst bindet der Vasopressin-Rezeptor auf der Nierenzelle das Hormon Vasopressin und in der Folge fließt Wasser durch die Zelle in die Blutbahn zurück.

Soweit der normale Vorgang. Ist der Rezeptor nicht mehr in der Lage mit dem Hormon zu interagieren, scheidet der Körper unkontrolliert große Mengen Wasser aus. Diese Wasserverluste sind kennzeichnend für den sogenannten Diabetes insipidus renalis, eine seltene, vererbte Nierenkrankheit. Ein genetischer Defekt führt dazu, dass der Vasopressin-Rezeptor entweder in der Zellmembran nicht mehr vorhanden ist oder sein Hormon nicht mehr binden kann.



Foto: T. Gabriel/Triad

Von Mai bis September 2011 ist die MS Wissenschaft unterwegs auf deutschen und österreichischen Wasserstraßen.

Betroffene müssen aufgrund der Wasserverluste in Extremfällen bis zu 20 Liter am Tag trinken. Dr. Ralf Schüle sucht mit seiner Forschergruppe auch nach neuen Wirkstoffen für die Behandlung dieser seltenen Krankheit und setzt bereits erste Substanzen in wissenschaftlichen Laborversuchen zur Überprüfung ihrer Wirksamkeit ein.

Silke Obwald

## Das IKZ ist in die Höhe gewachsen



Fotos: Lothar M. Peter

Wie ein umgedrehtes L sitzt der neue Gebäudeteil des Leibniz-Instituts für Kristallzüchtung (IKZ) auf dem alten. Die ausgefallene Konstruktion wurde mit rund 2,1 Millionen Euro aus Mitteln des Konjunkturpaketes II innerhalb von nur 12 Monaten realisiert. Dem Institut stehen nun zusätzliche 1.000 Quadratmeter Fläche

für Büros und Werkstätten zur Verfügung. Damit werde die Überbelegung der Büros aufgelöst und Platz für Gastwissenschaftler und Studenten, aber auch für neue Forschungsthemen geschaffen, sagte Institutsdirektor Prof. Roberto Fornari während der Einweihung am 14. Mai 2011. Ein Beispiel für die Anwendung kristalliner Materialien sei auch die Photovoltaik-Anlage, die im Rahmen der Aufstockungsarbeiten auf dem Dach des Instituts installiert wurde. Letztlich trage das IKZ mit seinen

international anerkannten Forschungsarbeiten im Bereich Silizium auch zur Entwicklung von effizienten Technologien und Materialien im Bereich der Erneuerbaren Energien bei.

Die Leiterin der Abteilung Forschung der Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung, Dr. Jutta Koch-Unterseher, brachte ihre Freude darüber zum Ausdruck, dass „das IKZ mit seiner exzellenten Forschung zu kristallinen Festkörpern Mittel für zusätzliche Investitionen erhalten konnte.“ Mit Konjunkturpaketmitteln in Höhe von 143 Millionen Euro seien in Berlin in den vergangenen Monaten und Jahren insgesamt fast 160 Einzelmaßnahmen finanziert worden.

Neben IKZ-Wissenschaftlern nutzt auch das Corporate Network des Forschungsverbundes Berlin e.V. Büro- und Serverräume in dem neuen Gebäudeteil. Fornari bedankte sich insbesondere für die gute Zusammenarbeit mit dem Forschungsverbund und der Senatsverwaltung für Wissenschaft sowie bei dem Architektenbüro DGI „welches unsere Erwartungen und Bedürfnisse hervorragend verstanden und interpretiert hat.“

*Christine Vollgraf*

## Hightech im Schaufenster



Das Paul-Drude-Institut (links) mit neuer Fassade

In der historischen Mitte von Berlin sammelt sich der klassische Kulturkanon: Konzerthaus, Musikhochschule, geisteswissenschaftliche Institute, Romanisten, Theologen und Historiker. Wenn Schwanitz in seinem Bestseller „Bildung“ nahezu unwidersprochen behaupten konnte, Naturwissenschaften gehörten nicht dazu, dann scheint das

hier auf den ersten Blick gelebte Wirklichkeit zu sein. Die seltsame Rolle der Hightech – einerseits omnipräsent im täglichen Leben, andererseits verbannt aus den Smalltalks am Abend – rührt sicherlich auch daher, dass sie kaum so präsentiert wird, wie wir es von der akzeptierten klassischen Kultur her kennen. Hightech geschieht am Stadtrand, wird bewundert, gilt aber gemeinhin als unnahbar und unverständlich.

Das Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik (PDI) hat gerade mit Mitteln des Konjunkturpaketes II sein Ge-

bäude am Hausvogteiplatz – nur wenige Laufminuten vom Konzerthaus entfernt – energetisch (und auch optisch) saniert. Nun soll der Kern der Forschungsaktivitäten in einem großzügigen neuen Labor im Erdgeschoss gebündelt werden, das über die Glasfassade von jedem Passanten eingesehen werden kann – und soll. Damit wird das PDI seinen Standort in Berlins Mitte weiter ausbauen und Hoch-Technologie in der Innenstadt sichtbar machen.

Zum Kickoff der aufwändigen Baumaßnahme, die bis Ende des Jahres abgeschlossen sein soll, wurde die Baustelle im Rahmen einer kleinen Zeremonie vom Leiter der Technischen Abteilung der HU, Ewald Schwalgin, an den Direktor des PDI, Prof. Dr. Henning Riechert, übergeben. Schwalgin und Riechert betonten dabei die gute Zusammenarbeit der gleichberechtigten Partner PDI und HU bei der Entwicklung des Standorts in Mitte. Dr. Jutta Koch-Unterseher (Leiterin der Abteilung Forschung der Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung) äußerte ihre Freude über die positiven Signale, die vom PDI ausgingen und versprach ihre volle Unterstützung bei der Entwicklung des Instituts und bekundete insbesondere auch ihr Interesse an dem Vorhaben, den Dialog zwischen Wissenschaft und der Berliner Bevölkerung an so einem zentralen Ort voranzutreiben.

*Carsten Hucho*



## Forschung in Deutschland und Japan

150 Jahre deutsch-japanische Freundschaft werden in diesem Jahr gefeiert. Um aus diesem Anlass die Situation beider Länder in Forschung, Wissenschaft und Technologie zu beleuchten, veranstalteten die japanische Botschaft und die Leibniz-Gemeinschaft Mitte Mai in Berlin ein gemeinsames Symposium. Nach Grußworten des japanischen Botschafters Dr. Takahiro Shinyo und des Leibniz-Präsidenten Prof. Dr. Karl Ulrich Mayer vermittelten die Kurzvorträge des Physik-Nobelpreisträgers von 2008, Prof. Dr. Makoto Kobayashi, und des langjährigen Direktors des Leibniz-Instituts für Neurobiologie, Prof. Dr. Henning Scheich, Einblicke in die Spitzenforschung beider Länder.

Im Zentrum des Symposiums stand eine Podiumsdiskussion von fünf jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zu Ähnlichkeiten und Unterschieden in der Forschungsförderung und Hochschulausbildung in beiden Ländern. Das Problem der Finanzierung war ein wesentlicher Diskussionspunkt. So ging es um die Frage, ob besser nur wenige große Projekte oder Spitzenuniversitäten gefördert werden oder ob auch kleine Projekte zum Zug kommen sollten. Die japanischen Podiumsdiskutanten plädierten für eine ausgewogene Balance zwischen den großen und kleinen Projekten. Japan allerdings konzentrierte zu viel Geld in großen Universitäten und Instituten. Dagegen erscheine aus japanischer Perspektive das deutsche System ausgewogener. Hier gebe es viele Universi-

täten, die forschen und lehren, und auch viele wissenschaftliche Einrichtungen, die mit staatlicher, aber auch privater Finanzierung die Forschung betreiben.

Unter dem Problem des „Brain-drain“ leiden Deutschland und Japan: Viele junge Wissenschaftler gehen ins Ausland, insbesondere in die USA. Hauptgrund sei die Schwierigkeit, im eigenen Land eine sichere berufliche Position zu erreichen. Prof. Julia Fischer vom Deutschen Primatenzentrum sagte, Rückholprogramme könnten hilfreich sein, aber um das Problem zu lösen, müsste starren Hierarchien entgegengetreten werden. Auch in Japan, so die anwesenden japanischen Wissenschaftler, seien Hierarchien sehr stark und schwierig zu verändern, und die Rückholprogramme für junge Wissenschaftler seien zu kompetitiv, um wirkungsvolle Ergebnisse zu zeigen.

Der Stellenwert der Forschung in beiden Ländern lasse sich an vielfältigen Förderprogrammen ablesen, wie etwa die Exzellenzinitiativen, die in den vergangenen Jahren in Deutschland und ähnlich auch in Japan aufgelegt wurden. Derlei Programme bekräftigen, dass beide Länder in der Forschung eine wesentliche Grundlage für eine erfolgreiche Entwicklung der Gesellschaft sehen.

*Paolo Lattanzi*



Foto: Fotolia (C)

## Leibniz-Ausbildungspreis 2011 ausgeschrieben

Zum zweiten Mal schreibt die Leibniz-Gemeinschaft 2011 den Leibniz-Ausbildungspreis aus. Der Preis ehrt Auszubildende aus Leibniz-Instituten, die sich durch besondere Leistungen während der Ausbildung und in den Abschlussprüfungen hervorragen haben. Der Preis soll ein sichtbares Zeichen für den Stellenwert und die Qualität der Ausbildung in der Leibniz-Gemeinschaft setzen. Der Preis ist mit 1.000 Euro dotiert. Vorgeschlagen werden können Auszubildende, die ihre Berufsausbildung zwischen dem 1. September 2010 und dem 15. Juli 2011 be-

endet haben. Die Vorschläge sind bis spätestens 15. Juli 2011 beim Administrativen Vizepräsidenten der Leibniz-Gemeinschaft, Dr. Falk Fabich, einzureichen.

Die vollständige Ausschreibung findet sich unter der Internetadresse [www.leibniz-gemeinschaft.de/azubipreis](http://www.leibniz-gemeinschaft.de/azubipreis)



Foto: Silke Obwald

## Hier stimmt die Chemie



Anlässlich des Internationalen Jahres der Chemie ist das Leibniz-Journal 1/2011 unter dem Oberthema „Hier stimmt die Chemie“ erschienen. Unter diesem Schwerpunkt finden sich im Heft Beiträge über umweltfreundliche Katalysatoren, bioverträgliche Implantate für herzkrankte Kinder, das Schü-

lerlabor ChemLab des FMP, zum Potsdamer Spektroskopie-Projekt innoFSPEC sowie ein Portrait der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie. In weiteren Artikeln geht es um die Geschichte unseres Energiekonsums und um aktuelle Fortschritte in der Malariaforschung. Das Leibniz-Journal ist als PDF-Dokument im Internet unter [www.leibniz-gemeinschaft.de/journal](http://www.leibniz-gemeinschaft.de/journal) zu finden und kann über [presse@leibniz-gemeinschaft.de](mailto:presse@leibniz-gemeinschaft.de) in gedruckter Form bestellt werden.

## Mehr Bürokratie durch neues Berliner Vergabegesetz

Im Juli des vergangenen Jahres wurde das neue Berliner Ausschreibungs- und Vergabegesetz (BerlAVG) in Kraft gesetzt. Durch dieses Gesetz soll sichergestellt werden, dass die Vergabestellen des Landes Berlin bei Ausschreibungen oberhalb einer Wertgrenze von 500 Euro neben der Wirtschaftlichkeit auch andere Kriterien berücksichtigen. Dazu zählen Tariftreue und Mindestentlohnung, umweltverträgliche Beschaffung, Beachtung der ILO-Kernarbeitsnormen (u.a. Verbot von Kinderarbeit), Frauenförderung und bevorzugte Vergabe bei Ausbildung.

Um eine Ausschreibung nach diesen „vergabefremden“ Kriterien korrekt abzuwickeln, muss der Bieter ein Präqualifikationsverfahren durchlaufen. Hier erklärt er in einem Formular mit entsprechenden Nachweisen die genannten Anforderungen einzuhalten, stimmt Kontrollmaßnahmen des Ausschreibenden zu und akzeptiert für den Fall des Verstoßes Vertragsstrafen. Ein Bieter, der diese Vorgaben nicht akzeptiert, ist von der Vergabe auszuschließen. Da das Gesetz explizit auf den einzelnen Beschaffungsvorgang abzielt, muss dieser Vorgang theoretisch für jede neue Beschaffung wiederholt werden.

Der Forschungsverbund Berlin (FVB) erkennt zwar die politischen Ziele des BerlAVG an, sieht allerdings

erhebliche Probleme in der Umsetzung. Ob die Einführung politischer Zielsetzungen in das Vergabeverfahren der geeignete Weg ist, bleibt fraglich. Die ersten Erfahrungen zeigen nämlich, dass der bürokratische Aufwand stark steigt und Beschaffungsvorgänge verteuert und verzögert werden, da die Unterlagen umfangreich und erklärungsbedürftig sind. Dies stellt sowohl die Beschaffungsstellen als auch die möglichen Bieter vor große Schwierigkeiten. Vielen möglichen Lieferanten fehlt auch das Verständnis für die neuen Anforderungen. Da es im Wissenschaftsbetrieb oftmals auch nur wenige Spezialanbieter weltweit gibt, kann deren Ausfallen sogar ganze Forschungsprojekte blockieren.

Aus diesen Gründen tritt der FVB gegenüber der Politik für die Berücksichtigung der Sonderrolle von Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen ein. Die Verwaltung des FVB hat zwar in Zusammenarbeit mit den Instituten bereits praktische Verfahren entwickelt, um die Zusatzbelastungen so gering wie möglich zu halten. Bis zu einer Überarbeitung der Vorgaben durch den Gesetzgeber werden Beschaffungen im FVB jedoch deutlich mehr Zeit brauchen.

*Johannes Höper, Interner Revisor FVB*

## In Memoriam Prof. Winfried Schröder (IKZ)

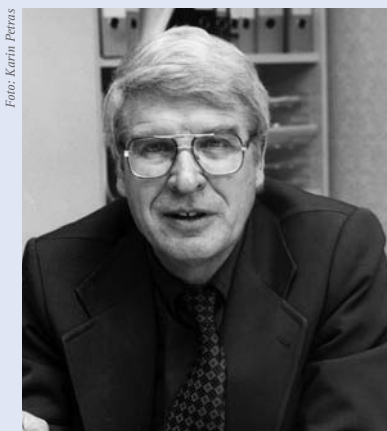


Foto: Karin Petrus

Am 21. April 2011 verstarb der Gründungsdirektor des Leibniz-Instituts für Kristallzüchtung (IKZ), Prof. Winfried Schröder, im Alter von 74 Jahren. Von 1992 bis 2003 leitete der gebürtige Berliner das Institut und führte es in der turbulenten Nachwendzeit binnen weniger Jahre an die internationale Spitze. Den Grundstein für diesen Erfolg bildete seine hohe fachliche Kompetenz, die er nach seinem Diplom in Metallurgie an der Bergakademie Freiberg, in der Industrieforschung in Stahnsdorf

und als treibende Kraft beim Aufbau des Technikums Kristallzüchtung der Akademie der Wissenschaften der DDR erlangte. Seit den 1960er Jahren beschäftigte er sich im Gleichrichterwerk Stahnsdorf mit Kristallzüchtungsverfahren für Halbleiteranwendungen. 1971 wurde Schröder mit magna cum laude zum Dr.-Ing. promoviert,

1988 folgte seine Habilitation. In den Jahren des Umbruchs 1989 bis 1992 setzte er sich mit Nachdruck für den Fortbestand des Technikums Kristallzüchtung ein und wurde schließlich zum ersten Direktor des IKZ gewählt. Er war der einzige Ostdeutsche, der nach der Wende die Leitung eines der Institute des Forschungsverbundes Berlin übernahm. Vom 01.04.1994 bis zum 31.03.1995 war Prof. Schröder Sprecher des Vorstandes des FVB. Seine Mitarbeiter am IKZ schätzten ihn nicht nur als kompetenten Wissenschaftler, sondern als besonnenen, pragmatischen und demokratischen Leiter des Instituts. Obwohl er seine Arbeit als Institutsdirektor schnell nach den Gesetzen und Gepflogenheiten der Bundesrepublik ausrichtete, hielt er den fachlichen und persönlichen Kontakt zu Kollegen im ehemaligen Ostblock aufrecht. Bei seinem Ausscheiden im Jahr 2003 würdigten ihn Kollegen als humorvoll, visionär und engagiert. Er habe allen Mitarbeitern die neuen Möglichkeiten zur wissenschaftlichen Arbeit zugänglich gemacht.

*red.*

# Personen

## ■ MBI

### Geschäftsführender MBI-Direktor

Foto: Ralf Günther



**Prof. Marc Vrakking** ist seit dem 1. Mai Geschäftsführender Direktor am MBI. Er löst damit turnusgemäß Prof. Thomas Elsässer ab. Als seine erste große Aufgabe sieht Marc Vrakking die Evaluierung des MBI im nächsten Jahr: „Ich freue mich darauf, die Evaluierung zusammen mit den Mitarbeitern zu einem Erfolg zu machen. Die Evaluierung bietet nicht nur eine wichtige Gelegenheit, das Institut nach außen zu präsentieren, sondern ist auch eine Aufforderung an uns, Verbesserungen zu entwickeln und umzusetzen.“

## ■ FMP

### Dr. Gunnar Kleinau erhält Merck-von-Basedow Preis

Die Deutsche Gesellschaft für Endokrinologie (DGE) hat den Rezeptorforscher **Dr. Gunnar Kleinau** mit dem Merck-von-Basedow Preis ausgezeichnet. Prämiert wurde er für Arbeiten, die er am Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie (FMP) durchgeführt hat. Diese brachten neue Erkenntnisse über die Struktur und Funktion des Thyrotropin-Rezeptors der Schilddrüse, die sich auf verwandte Rezeptoren übertragen lassen. Das Wechselspiel von Schilddrüse und Hormonen ist ausschlaggebend für den Stoffwechsel in unserem Körper. Ist es gestört, kommt es zu Über- oder

Unterregulationen der Schilddrüsenaktivität. Über einen molekularen Schalter, dem Rezeptor für das Thyrotropin (TSHR), wird dieses Wechselspiel reguliert. Gunnar Kleinau und seine Kollegen aus der Arbeitsgruppe von Dr. Gerd Krause und Dr. Ralf Schüle (beide FMP) wollten wissen, wie der Rezeptor durch das Thyrotropin stimuliert wird und wie dieses äußere Signal an das Innere der Zelle weitergegeben wird. Dabei ist es ihnen gelungen, ein Konzept für die einzelnen Aktivierungsschritte des Rezeptors durch das Hormon zu erstellen. Dieses Konzept lässt sich nicht nur auf verwandte Rezeptoren übertragen, sondern kann im nächsten Schritt auch für die Suche nach Wirkstoffen eingesetzt werden, die die Funktion der Schilddrüse beeinflussen. Die Preisverleihung fand am 31.3.2011 in Hamburg statt. Unterstützt wird der mit 5.000 Euro dotierte Preis von der Firma Merck Pharma GmbH, Darmstadt.

## ■ IKZ

### Nachwuchspreis für IKZ-Forscher

Foto: privat



Glas als Träger für Silizium könnte Solarzellen deutlich billiger machen und dem sauberen Strom zum endgültigen Durchbruch verhelfen. Am Leibniz-Institut für Kristallzüchtung arbeiten Wissenschaftler an Verfahren, um hauchdünne Siliziumschichten auf Glas aufzubringen. Für seine Dissertation zu diesem Thema wurde **Dr. Robert Heimbürger** nun mit dem Nachwuchs-

wissenschaftlerpreis der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung (DGKK) ausgezeichnet. Mit seiner Doktorarbeit hatte Heimbürger wichtige Impulse für die Herstellung der Verbundzellen gegeben. So kombinierte er das amorph strukturierte Glas mit dem polykristallinen Silizium und löste das Problem der abweichenden Schmelzpunkte beider Materialien. Aktuell leitet Heimbürger ein Nachfolgeprojekt am IKZ, in dem die Herstellungsverfahren weiter entwickelt werden.

## ■ FVB

### Neue Referentin für Vorstand und Geschäftsführung

Seit April 2011 ist **Lisa Besler** neue persönliche Referentin des Geschäftsführenden Vorstands



Foto: DSC Adlershof

des Forschungsverbunds. Die Rechtswissenschaftlerin löst Katja Löhr ab, die den Posten zwischen 2007 und 2011 ausgeübt hatte und im Mutterschutz ist. Besler studierte an der Universität Potsdam und der Freien Universität Berlin und absolvierte Auslandssemester in Straßburg und Wrocław. 2006 erlangte sie das 1. Staatsexamen, 2008 folgte nach Referendariatszeit im Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und im Generalsekretariat des Deutschen Roten Kreuzes e.V. das 2. Staatsexamen. Im Anschluss war Besler in der Geschäftsstelle der Helmholtz-Gemeinschaft als Referentin tätig.

## 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. Klement Tockner  
Geschäftsführer: Dr. Falk Fabich (V.i.S.d.P.)  
Redaktion: Christine Vollgraf (verantw.),  
Gesine Wiemer  
Layout: UNICOM Werbeagentur GmbH  
Druck: Druckteam Berlin  
Titelbild: Felix Peschko (Illustration UNICOM)

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

Redaktionsschluss dieser Ausgabe:  
31. Mai 2011





# Das **Geheimnis** der **Wirkstoffe**

SPANNENDE FÜHRUNGEN für  
Schulklassen in der Ausstellung **PILLEN UND PIPETTEN**

**TERMINE 22.6. | 17.8. | 14.9. | 19.10. | 9.11. UND 7.12.2011**

**WANN? 10.00 UND 12.00 UHR WO? DEUTSCHES TECHNIKMUSEUM**

**MEDIKAMENTE KÖNNEN LEBEN RETTEN.** Aber was genau steckt in ihnen? Woher stammen die Wirkstoffe und wer findet sie? Was ein Forscher macht, der nach neuen Wirkstoffen sucht, erzählt ein Wissenschaftler vom Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie (FMP) bei einer interaktiven Führung in der Ausstellung **PILLEN UND PIPETTEN**, der Dauerausstellung zur Chemie- und Pharmaindustrie, im Deutschen Technikmuseum mit Exponaten zum Anfassen.



Das Führungsprojekt **DAS GEHEIMNIS DER WIRKSTOFFE** ist eine Kooperation der Leibniz-Gemeinschaft mit dem **Deutschen Technikmuseum**, Trebbiner Str. 9, 10963 Berlin, im Wissenschaftsjahr 2011 – Forschung für unsere Gesundheit.

**Die Führungen richten sich an Schulklassen ab Stufe 8, Dauer: ca. 1 Stunde.** Interessierte Besucher sind willkommen. Die Teilnahme ist kostenlos.

Weitere Informationen zum Deutschen Technikmuseum finden Sie unter **[www.sdtb.de](http://www.sdtb.de)**  
Informationen zur Wirkstoffsuche am Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie finden Sie unter: **[www.fmp-berlin.info/screening\\_unit.html](http://www.fmp-berlin.info/screening_unit.html)**

Anmeldung bei **Wiebke Peters**  
Email **[peters@leibniz-gemeinschaft.de](mailto:peters@leibniz-gemeinschaft.de)**  
Fon (030) **20604947**