

SICHTBAR

HZB Helmholtz
Zentrum Berlin

DAS MAGAZIN AUS DEM HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN 1/2016

**SCIENCE
PHOTOWALK**

SCHWERPUNKT

Das HZB schärft sein Profil

MENSCHEN

Exotische Forschung wagen
Wettlauf zum Weltrekord
Ein Leben für die Solarforschung

FORSCHUNG

Energiematerial Graphen
BESSY II mit zweiter Spur
Stromsparen mit Spintronik

AUSGABE 1 / 2016

SCHWERPUNKT

05 – 07 | DER WEG IN DIE ZUKUNFT!

Das Helmholtz-Zentrum Berlin schärft sein Profil und setzt auf Energiematerialien.

MENSCHEN

09 – 10 | EXOTISCHE FORSCHUNG WAGEN

Annika Bande forscht an der Grenze zwischen Chemie und Physik.

11 – 12 | MATERIALIEN MIT REISSVERSCHLUSS

Gastforscher Oguz Okay aus Istanbul ist Chemiker aus Leidenschaft.

13 – 14 | WETTLAUF ZUM WELTREKORD

14 | IM HARTEN WETTBEWERB UM EINE HELMHOLTZ-NACHWUCHSGRUPPE DURCHGESETZT

15 | EIN LEBEN FÜR DIE SOLARFORSCHUNG

Martha Lux-Steiner setzt auf Solarenergie.

16 – 17 | COMIC: BESSY II

THEMEN

19 | IM AUFBAU

Am HZB entsteht ein Institut für Funktionale Oxide für energieeffiziente Informationstechnologie.

20 – 21 | EIN NETZ AUS KOHLENSTOFF MIT VIELEN TALENTEN

22 – 23 | BESSY II

24 – 25 | SPINTRONIK: STROMSPAREN 4.0

Computer und Telefonie verbrauchen immer mehr Strom. Neue Materialien könnten dies reduzieren.

26 | MODERNE ELEKTRONENMIKROSKOPIE IM ZEISS LAB@LOCATION

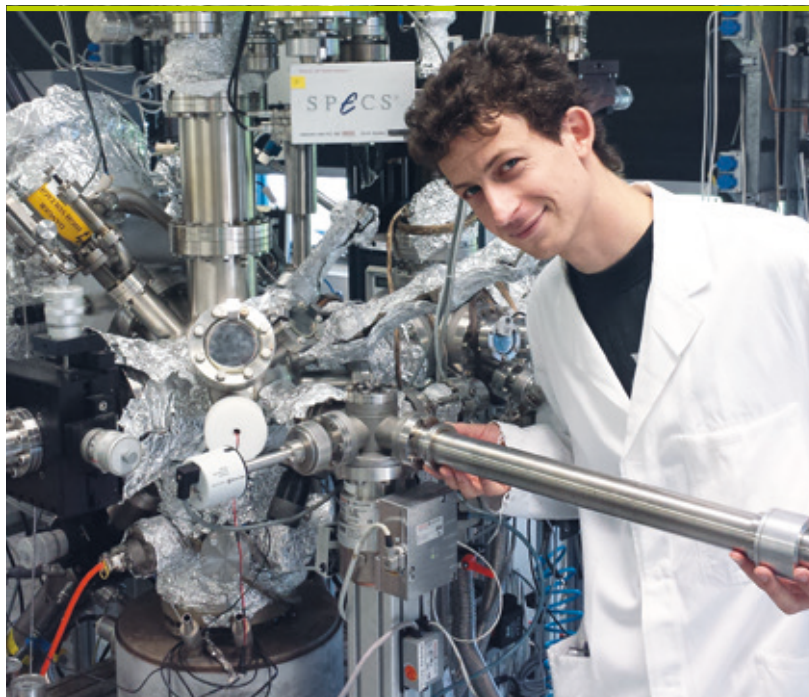
27 | KRISTALLSTRUKTUR UND MAGNETISMUS

Material mit Neutronen durchleuchtet und endlich verstanden.

28 – 29 | AUS DER GASTFORSCHUNG

Extrem belastbar und (noch) nicht imitierbar: unsere Zähne.

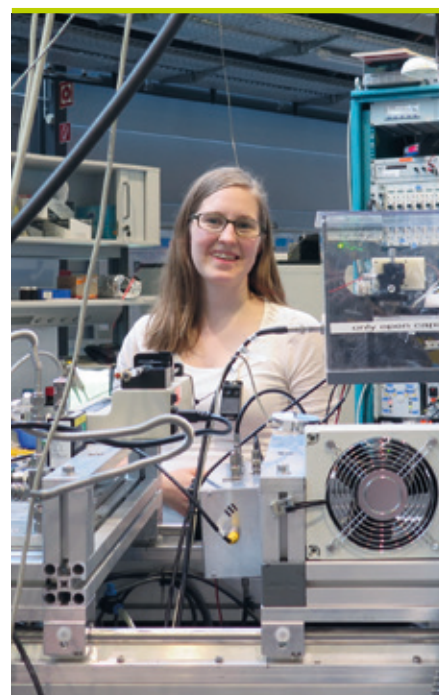
30 – 31 | SCIENCE PHOTOWALK



13 – 14

WETTLAUF ZUM WELTREKORD

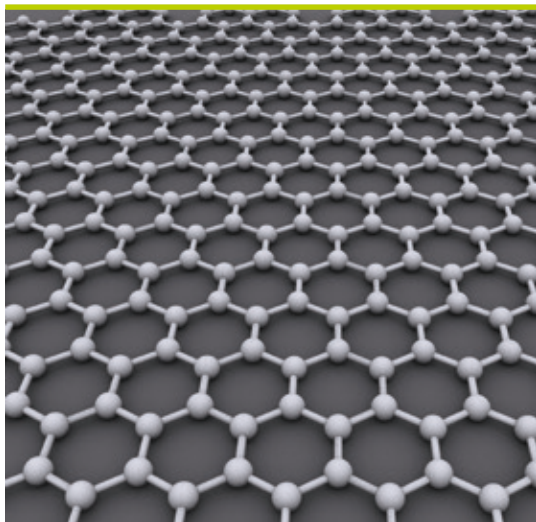
Kurz vor Abschluss der Doktorarbeit beginnt für Matthias May noch einmal eine intensive Zeit im Labor. Doch die hat sich gelohnt!



22 – 23

BESSY II

Neue Ideen und gute Betreuung.



20 – 21

GRAPHEN

Netz aus Kohlenstoff mit vielen Talenten.



30 – 31

SCIENCE PHOTOWALK 2015

Die Siegermotive.



Ina Helms



Antonia Rötger

LIEBE LESERINNEN UND LESER,

noch sagt Ihnen der Begriff *Energiematerialien* möglicherweise nicht viel, nach der Lektüre dieser Ausgabe könnte sich das geändert haben: Dann wissen Sie, dass es dabei um Materialien geht, die Energie umwandeln oder speichern. Das können Solarzellen sein oder Systeme, die mit Sonnenlicht wie ein „künstliches Blatt“ solaren Wasserstoff erzeugen und damit die Energie der Sonne chemisch speichern. Aber auch neuartige Quantenmaterialien wie Graphen, Topologische Isolatoren oder Dünnschichtsysteme aus Metalloxiden gehören dazu, die in zukünftigen Informationstechnologien den Energieverbrauch drastisch reduzieren könnten. Für die Energiewende und eine nachhaltig gestaltete Zukunft werden solche Energiematerialien eine Schlüsselrolle spielen.

Am Helmholtz-Zentrum Berlin sind wir für die Forschung an solchen Dünnschicht-Energiematerialien mit der Röntgenquelle BESSY II sowie einer vielfältigen Laborinfrastruktur schon heute sehr gut gerüstet. Unsere Forschungsteams sind an Weltrekorden beteiligt und entwickeln, basierend auf Grundlagenforschung, neue Ansätze für innovative Lösungen. Auf diesen Stärken bauen wir auf, wir werden BESSY II zu BESSY-VSR erweitern und unsere Kompetenzen in Synthese und Theorie verstärken. In diesem Heft können Sie sich einen Eindruck davon verschaffen, wohin die Reise geht.

Wir wünschen Ihnen viel Vergnügen beim Lesen!

J. Helms

Ina Helms

Antonia Rötger

Antonia Rötger

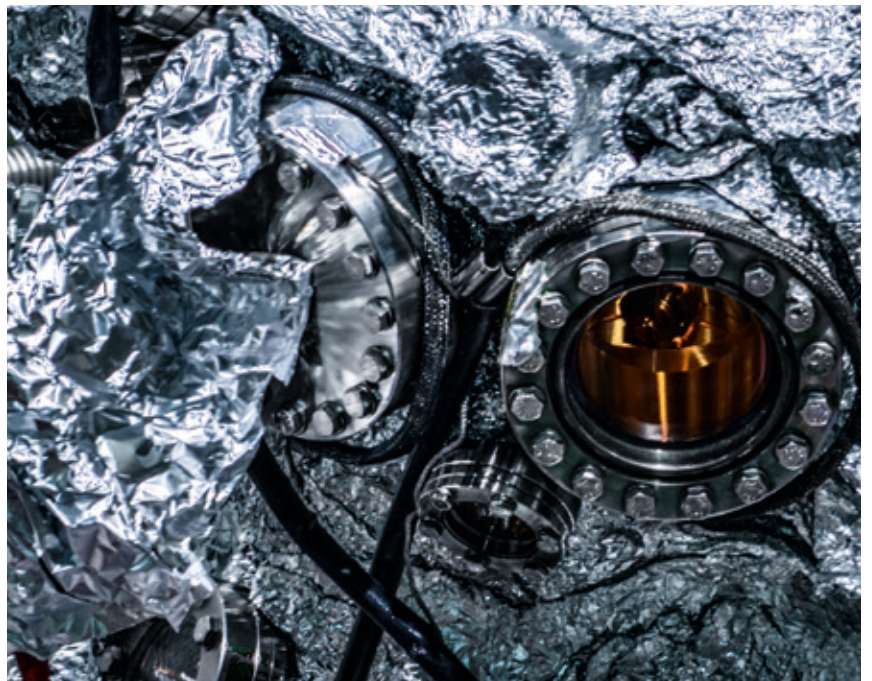
Impressum

Herausgeber: Helmholtz-Zentrum Berlin, www.helmholtz-berlin.de
Redaktion: Antonia Rötger (arö), Ina Helms (V. i. S. P.)
Rückmeldungen an: sichtbar@helmholtz-berlin.de
Gestaltung: Schleuse01 Werbeagentur GmbH, www.schleuse01.de
Fotonachweise: Bildrechte, wenn nicht anders genannt: HZB.
Titelbild: Erik Werner
S. 11: Istock-Photo, S. 12, 18, 21: Fotolia
Druck: ARNOLD group - www.arnoldgroup.de



SCHWERPUNKT

Das Helmholtz-Zentrum Berlin hat sein Profil weiter geschärft. Um einen Beitrag zur Energiewende zu leisten, konzentriert das HZB seine Forschung auf Energiematerialien. Dafür baut das HZB neue große Laborinfrastrukturen auf und entwickelt die Photonenquelle BESSY II zu einem Speicherring mit variablen Pulsen weiter (BESSY-VSR).





DER WEG IN DIE ZUKUNFT!

Energiematerial-Forschung und eine weltweit führende Quelle für weiche Röntgenstrahlung

Das Helmholtz-Zentrum Berlin schärft sein Profil. Drängende Fragen der Gesellschaft aufgreifend, insbesondere auch zur Energiewende, hat das HZB für sich strategische Handlungsfelder und Ziele identifiziert. Der Schwerpunkt wird in Zukunft auf der Forschung an Energiematerialien liegen – mit Fokus auf Dünnschichttechnologien. Schlüssel für den Erfolg sind dabei der geplante Ausbau von BESSY II zu einem Speicherring mit variabler Pulslänge und neue Labore für die internationale Forschergemeinschaft in Wannsee.

Text: Roland Steitz und Olaf Schwarzkopf

Der Aufsichtsrat hat im Juni 2013 beschlossen, den Betrieb der Neutronenquelle BER II zum 31.12.2019 einzustellen. Für das HZB ist die endgültige Abschaltung des BER II Herausforderung und Chance, sein Forschungsportfolio strategisch weiterzuentwickeln. Die Handlungsfelder, Ziele und Maßnahmen sind in der HZB-Strategie 2020+ zusammengefasst.

Die zukünftigen Aktivitäten des HZB fokussieren sich auf die Forschung mit neuen und für neue Materialien in energierelevanten Systemen sowie den Betrieb und die Weiterentwicklung der Photonenquelle BESSY II mit der Entwicklung einer Lichtquelle der nächsten Generation. Beide strategischen Zielsetzungen sind auf das Engste miteinander verbunden. Weitere wichtige Schwerpunkte des HZB sind die internationale Einbindung des Zentrums, die Stärkung der Kooperationen mit Universitäten und Hochschulen sowie der Wissens- und Technologietransfer in Wirtschaft und Gesellschaft.

Das HZB konzentriert sich auf die Energiematerial-Forschung, insbesondere auf funktionale Dünnschicht-

systeme. Derartige Systeme sind beispielsweise geeignet, um zukünftig solare Brennstoffe zu erzeugen oder spintronische Bauelemente für energieeffiziente Datenspeicher zu entwickeln.

Diese strategische Ausrichtung haben wir in einem längeren Prozess erarbeitet. Zunächst hat die Geschäftsführung offen mit den Forschenden des Zentrums in Arbeitsgruppen und Workshops diskutiert. Fragen waren unter anderem: In welchen Themen haben wir Alleinstellungsmerkmale? Wer sind unsere Wettbewerber, wo liegen unsere besonderen Kompetenzen? Die erarbeiteten Ergebnisse flossen im Anschluss in thematisch ausgerichtete Strategiepapiere ein, welche wiederum mit den internen und externen Gremien des Zentrums abgestimmt wurden.

Im Verlauf dieses Strategieprozesses wurden die vorhandenen Stärken des HZB deutlich. In der Energiematerial-Forschung besitzt das HZB Schlüsselkompetenzen in der Herstellung und Analyse von Dünnschichtsystemen für Energieanwendungen. Wir forschen dabei an einem breiten Materialportfolio und entwickeln maßgeschneiderte Systeme und



DIE BESCHLEUNIGER- FORSCHUNG FÜR PHOTONEN- QUELLEN AM HZB FINDET WELTWEIT BEACHTUNG.

Module. Unsere Schlüsselkompetenzen liegen auch in der Entwicklung und Anwendung einzigartiger in situ und operando Charakterisierungsmethoden mit VUV und weicher Röntgenstrahlung an BESSY II.

Der Strategieprozess zeigte auch, dass eine Stärkung des Know-hows in der Materialsynthese notwendig ist. Ein weiteres Ergebnis ist, dass Aktivitäten zur Theorie und Simulation im Bereich der Energiematerialien ausgebaut werden sollten. Das theoretische Verständnis hilft, grundlegende Prinzipien in den Materialien aufzuklären. Dadurch soll es gelingen, in nachfolgenden Syntheseschritten, unter anderem mithilfe der kombinatorischen Materialsynthese und von Simulationen, maßgeschneiderte Energiematerialien zu entwickeln. Am Ende dieser Prozesskette stehen das Design und die Entwicklung von Prototypen, die relevant für die Industrie sind.

Für diese Aufgaben stehen dem HZB einzigartige Infrastrukturen zur Verfügung. Unsere Photonquelle BESSY II ist mit ihrem Schwerpunkt auf VUV und weicher Röntgenstrahlung hervorragend auf die Analytik von Dünnschichtsystemen abgestimmt. Um die Dynamik in diesen Materialien mit höherer Zeitauflösung zu erfassen, planen wir den Ausbau von BESSY II zu BESSY-VSR.

Die Abkürzung „VSR“ steht für „Variable Pulslängen-Speicherung“. Er erzeugt gleichzeitig sowohl extrem kurze als auch längere Lichtblitze: Je nachdem, welche Pulslänge die Forschenden für ihre Experimente benötigen, können sie frei zwischen ihnen „schalten“. „BESSY-VSR wird ein wissenschaftlich erstklassiges Großgerät sein. Keine andere Photonquelle kann Forscherinnen und Forschern diese Flexibilität und diese Möglichkeiten für die Energiematerial-Forschung bieten“, sagt Anke Kaysser-Pyzalla, die wissenschaftliche

Geschäftsführerin des HZB. BESSY-VSR genießt breiten Rückhalt in der Helmholtz-Gemeinschaft und in externen Gremien. Alle Experten halten den Ausbau für äußerst relevant. „Die Beschleunigerforschung für Photonquellen am HZB findet weltweit Beachtung“, sagt Anke Kaysser-Pyzalla.

Das HZB hat BESSY-VSR erfolgreich auf die Helmholtz-Roadmap für große Infrastrukturen gesetzt und das Projekt in das Verfahren zur Auswahl der strategischen Ausbauprojekte der Helmholtz-Gemeinschaft eingebracht. Thomas Frederking, kaufmännischer Geschäftsführer des HZB betont: „Für die zeitnahe Realisierung haben wir unseren finanziellen Eigenanteil deutlich aufgestockt. Im günstigsten Fall und mit tatkräftiger Unterstützung durch alle Mitarbeitenden im Hause kann BESSY-VSR ab dem Jahr 2020 in Betrieb gehen.“

Parallel zum Aufbau von BESSY-VSR werden auch die Strahlrohre und Endstationen für die Forschung an Energiematerialien optimiert. Damit werden sie noch attraktiver für unsere Schwerpunktthemen und für die externen Nutzerinnen und Nutzer.

Auch für ein Nachfolgegerät beginnen konzeptionelle Vorüberlegungen bereits jetzt. Mittelfristig benötigt die Nutzerschaft von VUV und weicher Röntgenstrahlung eine Lichtquelle der nächsten Generation. Das HZB hat eine solche Lichtquelle (BESSY III) bereits jetzt erfolgreich auf die Helmholtz-Roadmap für große Infrastrukturen gebracht und sich entschlossen, diese Quelle als Vorschlag für die nächste Ausschreibung der nationalen Roadmap für Forschungsinfrastrukturen des BMBF einzubringen. BESSY III des HZB im VUV- und weichen Röntgenbereich, die geplante DALI-Quelle am HZDR im Terahertz- und Infrarotbereich und die geplante „PETRA IV“-Quelle am DESY im harten Röntgenbereich werden sich optimal ergänzen.

Weitere wichtige Labor-Infrastrukturen für die Energiematerial-Forschung entstehen zurzeit auf dem Lise-Meitner-Campus am Standort Wannsee, zum Beispiel das ZEISS Lab@location mit modernsten Elektronenmikroskopen oder die großen Laserlabore. Diese Laborkomplexe werden – wie BESSY II und BESSY-VSR – auch externen Nutzern offenstehen





VISION 2020+

Das HZB ist ein Forschungszentrum von Weltrang und treibt Forschung an Energiematerialien voran. Damit tragen wir zu wissensbasierten Lösungen für große gesellschaftliche Herausforderungen wie die Energiewende bei.

Das HZB stellt große Forschungsinfrastrukturen für die nationale wie internationale wissenschaftliche Gemeinschaft und für die Industrie bereit.

Das HZB verbindet Spitzenforschung mit dem Betrieb modernster Infrastrukturen. Damit nutzen wir Synergien und schaffen ein einzigartiges Forschungsumfeld.

und den Campus Wannsee attraktiv für Gäste aus der ganzen Welt machen.

Anke Kaysser-Pyzalla ist überzeugt: „Im Jahr 2020 wird das HZB für eine erstklassige Energiematerial-Forschung und den Betrieb der Photonenquelle BESSY II / BESSY-VSR für die internationale Nutzergemeinschaft stehen. Im Idealfall gibt es in 2020+ erste industriell hergestellte Prototypen für die Energiewandlung und -speicherung, die ihren Ursprung im HZB haben. Bis 2030 wird das HZB in der Energiematerial-Forschung mit Fokus auf Dünnschichtsystemen eine weltweit führende Rolle einnehmen.“

Fotos Seite 6: Die wissenschaftliche Geschäftsführerin Prof. Dr. Anke Kaysser-Pyzalla (oben) und der kaufmännische Geschäftsführer Thomas Frederking haben die Strategie in einem strukturierten Prozess gemeinsam mit den Forschenden erarbeitet. Fotos: Ingo Kniest

PERSPEKTIVKOMMISSION

Die Gesellschafter des HZB, der Bund und das Land Berlin haben 2014 eine Perspektivkommission (PK) beauftragt, um die Entwicklung des HZB seit der Fusion von HMI und BESSY GmbH zum Helmholtz-Zentrum Berlin und die zukünftige strategische Ausrichtung zu bewerten sowie Empfehlungen zu formulieren. Das Einsetzen dieser Perspektivkommission war im Rahmen des Fusionsprozesses in 2008 vereinbart worden.

Ihr Fazit nach der Begutachtung 2015: Die Perspektivkommission zeigte sich sehr beeindruckt von der Entwicklung des HZB in den sechs Jahren seit seiner Gründung. Sie teilt die Vorstellungen des HZB zu seiner zukünftigen strategischen Ausrichtung und ermutigt das HZB, den eingeschlagenen Weg weiterzugehen. „Die enge Kopplung von Energieforschung und Großgerät (BESSY II) bietet einmalige Chancen für die Forschung und wird von der PK ausdrücklich befürwortet. Insbesondere die Möglichkeiten für zeitaufgelöste Messungen, die durch die Entwicklung des Speicherrings für variable Pulslängen (BESSY-VSR) entstehen sollen, sind für die Energieforschung hochinteressant.“



MENSCHEN

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Porträt: Sie verfolgen konsequent ihre Ideen, bauen neue Arbeitsgruppen auf, pflegen den internationalen Austausch und machen so das HZB zu einem produktiven und kreativen Arbeitsumfeld.



PORTRÄT

EXOTISCHE FORSCHUNG WAGEN

Annika Bande ist in der Rushhour ihres Lebens. Für ihre ungewöhnliche Forschung an der Schwelle zwischen Chemie und Physik hat die junge Theoretikerin das Freigeist-Stipendium der VolkswagenStiftung bekommen.

Von Anja Mia Neumann
Foto: Mirko Krenzel für
VolkswagenStiftung

Im Büro von Annika Bande hängt ein Poster an der Wand: das Beeriodic Table of the Elements, eine Persiflage auf das klassische Periodensystem – mit Biernamen. Die Tabelle ist ein Mitbringsel von Bandes erstem Postdoc im US-amerikanischen Colorado. Aufbau, Kürzel und Zahlen sind richtig, der Rest ist Spaß.

Im Grunde zeigt das, wie die Jungforscherin aus dem HZB-Institut „Methoden der Materialentwicklung“ an die Wissenschaft herangeht: ernsthaft, aber mit einer angenehmen Entspantheit. Seit Oktober letzten Jahres ist Bande am Helmholtz-Zentrum Berlin. Am Institut für Methoden der Materialentwicklung von Professor Emad Flear Aziz baut sie ihre eigene Gruppe auf.

In ihrem Hauptprojekt geht es um den interatomaren Coulombzerfall (ICD). Bande will ultraschnelle Energietransfer-Prozesse an nanostrukturierten Halbleitermaterialien, so genannten Quantenpunkten, modellieren. Dabei betrachtet sie unterschiedliche Strukturen in III-V-Halbleitermaterialien, zum Beispiel zigarrenförmige Quantenpunkte in Nanodrähten, linsenförmige Quantenpunkte in selbstorganisierten Schichtstrukturen oder sphärische kolloidale Quantenpunkte.

Für diese Forschung kam die theoretische Chemikerin extra aus Heidelberg in die Hauptstadt, mit einem großen Batzen Geld im Gepäck: über eine Dreiviertelmillion Euro. Für den Zeitraum von fünf Jahren kann sie sich damit ihre eigene Arbeitsgruppe mit drei Doktoranden und einem Postdoc aufbauen. Das Geld stammt aus verschiedenen Töpfen, auch vom Helmholtz-Zentrum Berlin. Der Großteil ist von einer individuellen Förderung: Die 36-Jährige hat die Frei-



Annika Bande kombiniert theoretische Methoden aus Chemie und Physik, um Prozesse in Materialien zu modellieren und Vorschläge für neuartige Experimente zu entwickeln. Nun baut sie ihre eigene Arbeitsgruppe auf.

geist-Fellowship der VolkswagenStiftung bekommen. Das Stipendium fördert, so heißt es in der Ausschreibung, „außergewöhnliche Forscherpersönlichkeiten nach der Promotion, die sich zwischen etablierten Forschungsfeldern bewegen und risikobehaftete Wissenschaft betreiben möchten“. Was macht Bande zu einer außergewöhnlichen Forscherpersönlichkeit? „Ich halte mich nicht so sehr an den Standard-Ablauf in der Forschung“, meint Bande. Das Erfolgsrezept vieler Wissenschaftler, ähnliche Themen in Doktorarbeit und in der Postdoktorandenzeit zu bearbeiten, das ist nicht ihres. „Da kommt man nicht unbedingt auf ganz, ganz neue Ideen und man bleibt in seiner Fach-Community.“



Für ihre Bewerbung auf das Freigeist-Stipendium hat Annika Bande ihre Forschung in dieser Skizze präsentiert: Die grünen Männchen stehen hier für Elektronen. Sie befinden sich in Quantenpunkten, die als Krinkel dargestellt sind. Das linke Elektron hat Lichtenergie aufgenommen und ist in einem angeregten Zustand. Dieser Zustand ist aber nicht stabil, vor allem, weil in der Nähe ein zweites Elektron vorhanden ist und beide miteinander wechselwirken (Kommunikation per Brief). Indem das linke Elektron seine überschüssige Energie abgibt (und sich dann im Bett ausruht), nimmt das rechte Elektron diese Energie auf und verlässt damit das System (mit der Rakete). Durch diesen „interatomaren Coulombzerfall (ICD)“ entsteht ein Strom in dem halbleitenden Material, aus dem die Quantenpunkte bestehen.

Bande bezeichnet sich selbst als „Methodik-Entwicklerin“. Was bedeutet das? „Ich kombiniere zum Beispiel Methoden aus der theoretischen Chemie zur Berechnung der Elektronendynamik mit Modellen für Quantenpunkte aus der Festkörper-Physik, die in der theoretischen Chemiker-Community eher unbekannt sind.“ Ihr aktuelles Ziel: Die theoretisch berechneten Erkenntnisse in ein Experiment zu übertragen, das dann die Arbeitsgruppe um Emad Aziz ausführen kann. Ihn hat sie durch Zufall auf einer Konferenz der Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie getroffen. Da hatte sie gerade das hochdotierte Stipendium bekommen. „Er sagte: ‚Super, wir wollen ohnehin mehr Theorie machen. Möchtest du nicht nach Berlin kommen?‘“ Und sie kam.

„Es kann rauskommen, dass der Prozess in diesen speziellen Nano-Materialien nicht funktionieren wird“, meint Bande. „Das heißt nicht, dass grundsätzlich kein Experiment möglich ist, aber vielleicht nicht in den fünf Jahren der Förderdauer.“ Das Risiko schreckt sie dabei nicht.

FERNZIEL: BESSERE SENSOREN UND SOLARZELLEN

Anwendungen ihrer Forschung sieht Bande zum Beispiel in Infrarotdetektoren und in Solarzellen. Beide Bauteile basieren darauf, dass ein optisches Signal einen Elektronenstrom erzeugt – und nichts anderes passiert beim interatomaren Coulombzerfall (siehe Skizze). Im Vergleich zu den auf dem Markt erhältlichen Quantenpunkt-Detektoren erwartet Bande dabei eine höhere Lichtabsorption. „Das bedeutet für Infrarotdetektoren eine höhere Sensitivität und in Solarzellen einen höheren Wirkungsgrad.“

In ihrer Geburtsstadt Duisburg ist Bande auf ein Mädchengymnasium gegangen und glaubt, dass sie das

in ihrem naturwissenschaftlichen Interesse gestärkt hat. Seit ihrem Studium in Aachen weiß sie: „Es hat mir nie Spaß gemacht, im Labor zu stehen.“ Bande liebt die Theorie. Nach ihrer Promotion lebte sie für fünf Monate in Colorado, dann für eineinhalb Jahre in Japan für einen zweiten Postdoc. Seit 2010 arbeitete sie an der Universität Heidelberg an ihrer Habilitation, die sie nun an der Freien Universität Berlin fortführt.

DAS GEHEIMNIS: FREIRÄUME UND GUTE ORGANISATION

Dabei ist gute Organisation wichtig: Denn neben ihrer wissenschaftlichen Karriere hat Bande auch zwei Töchter, die noch im Kindergartenalter sind. Seit Februar 2015 lebt sie mit ihnen und ihrem Mann, einem selbstständigen Chemiker, wegen der guten ICE-Anbindung in Berlin-Spandau.

Wie sie das alles schafft? „Es ist mit Personalabteilung und Institutsleitung so abgestimmt, dass ich bei Bedarf einige Stunden von zu Hause arbeiten kann.“ Interessant ist das vor allem an den Tagen, wenn ihr Mann auf Dienstreise ist, weil sie die Kinder dann in die Kita bringen und sie auch wieder abholen muss. Außerdem nutzt sie zum Arbeiten auch die Abendstunden: „Zwischen 22 und 24 Uhr ist ein wichtiges Zeitfenster bei mir.“

Angehenden Jungforschern rät sie: „Man sollte halbwegs entspannt an die Sache gehen.“ Publikationen, Auslandserfahrung und Netzwerk – das alles ist notwendig. „Dann ist es aber auch wichtig, ein bisschen dem Herzen zu folgen.“ Nur die harten Kriterien zu erfüllen, damit tue man sich auch keinen Gefallen. „Es ist ein schwieriger Weg, aber er fühlt sich nicht so hart an, weil es ein kollegialer Weg ist.“ Am Ende des Weges wünscht sie sich eine Dauer-Professur. Vielleicht in Berlin. _____

ZU GAST AM HZB

MATERIALIEN MIT REISSVERSCHLUSS

Oguz Okay untersucht, wie sich die Moleküle in „selbstheilenden“ Materialien organisieren und warum sich dadurch Schnitte von selbst wieder schließen können.

Text: Antonia Rötger

Oguz Okay kennt Deutschland schon seit seiner Kindheit: In den 1960er-Jahren lebte seine Familie einige Zeit bei Frankfurt am Main. Sein Vater, ein Professor für Geologie, forschte hier an der Universität. Okay war damals der einzige türkische Junge in seiner Klasse und lernte rasch Deutsch. Dann kehrte die Familie nach Istanbul zurück und später studierte er dort Chemie. Er promovierte in Wien und kam als Fellow der Alexander von Humboldt-Stiftung immer wieder auch nach Deutschland, forschte in Stuttgart, Dresden und Clausthal.

Heute zählt Okay zu den bekanntesten Chemikern der Türkei. Er leitet an der Istanbul Technical University das Institut für Physikalische Chemie und hat viele Preise bekommen, zuletzt den Georg-Forster-Preis der Alexander von Humboldt-Stiftung. Damit hat er nun ein ganzes Jahr am Helmholtz-Zentrum Berlin am Institut für Weiche Materie bei Professor Matthias Ballauff geforscht.

Okay arbeitet zurzeit mit organischen Polymerverbindungen, so genannten „selbstheilenden Hydrogelen“, die eine ganz besondere Eigenschaft besitzen: Schnitte und Risse schließen sich wie von selbst. „Was in biologischen Systemen wie Haut, Knochen oder Holz funktioniert, weil sie aus lebenden Zellen bestehen, funktioniert in diesen Systemen durch einen anderen Mechanismus“, erklärt Okay. „Und den wollen wir aufklären.“

ZUSAMMENWACHSEN IN NANOSCHRITTEN

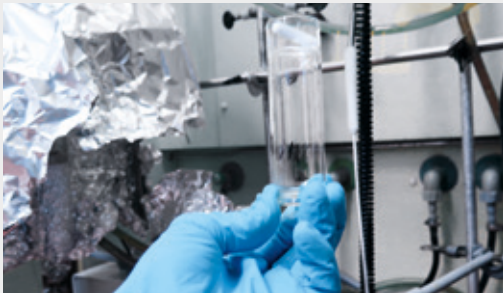
Die Proben stellt er mit Postdoktorand Volkan Can am HZB selbst her (siehe Kasten Seite 12). Sie wirken wie aus festem transparenten Gelee. Schneidet man sie durch, wachsen die Schnittkanten binnen Sekunden wieder zusammen: Der Schaden repariert sich selbst. „Das funktioniert nach dem Reißverschlussprinzip“, meint Can. Tatsächlich konnten die Forscher mithilfe von Rasterkraftmikroskopie zeigen, dass ein Schnitt in winzigen Stufen von fünf Nanometern entsteht und in genauso kleinen Stufen auch wieder zusammenwächst. Das erinnert tatsächlich an einen Reißverschluss.

Mithilfe von Neutronenkleinwinkelstreuung am Forschungsreaktor BER II und mit CryoTEM-Aufnahmen an der Humboldt-Universität beobachteten sie, wie sich die großen Moleküle während der Synthese organisieren. Daraus hat



DREI SCHRITTE ZUM GELEE MIT REISSVERSCHLUSS:

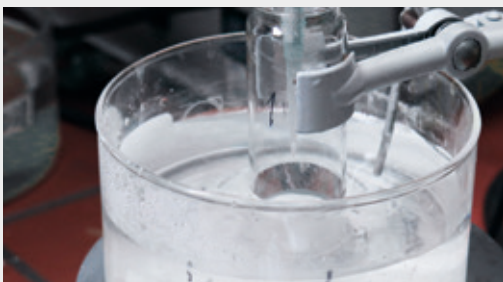
Seifenartige Moleküle mit einem wasseranziehenden und einem wasserabstoßenden Ende werden in Wasser gelöst. Dabei gruppieren sie sich so, dass ihre wasserabstoßenden Enden nach innen ragen und sie so genannte Mizellen bilden. Durch kleine Tricks werden die Mizellen größer und länger.



Nun fügen die Chemiker das ölige Molekül Stearyl-Metacrylat (C18) dazu. Es ist wasserabstoßend und sammelt sich im Inneren der Mizellen. Jede Mizelle ist mit vielen C18-Molekülen gefüllt.



Im letzten Schritt werden wasserfreundliche Moleküle (Aam) hineingerührt. Die Mizellen lösen sich dadurch auf. Die Aam-Moleküle bilden ein dreidimensionales Netz, das durch Knoten aus vielen C18-Molekülen zusammengehalten wird. Werden diese Knoten getrennt, dann finden die C18-Moleküle nach kurzer Zeit wieder zusammen, die Knoten bilden sich dadurch wieder neu.

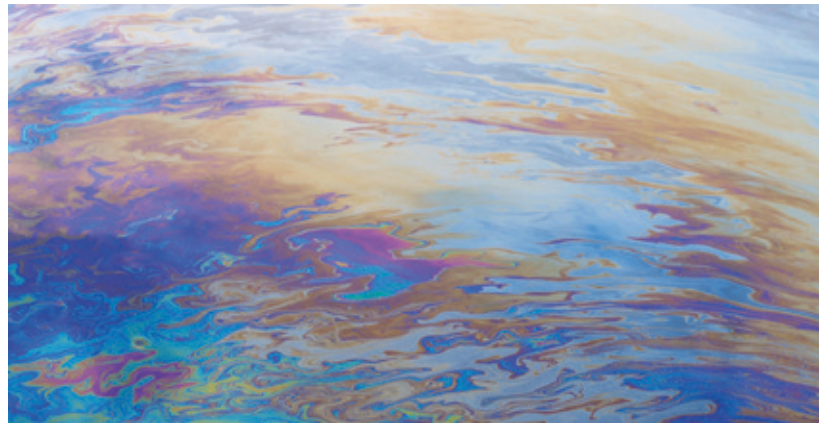


Okay nun eine genaue Vorstellung entwickelt: Das Material besteht aus einem dreidimensionalen polymeren Netz, in dessen Knoten Gruppen aus C18-Molekülen sitzen. Diese C18-Moleküle sind miteinander nicht chemisch verbunden, sondern werden nur durch so genannte „Van der Waals-Kräfte“ zusammengehalten. Das sind physikalische Wechselwirkungen: Werden die Knoten gelöst, ziehen sich die Moleküle wieder gegenseitig an, so dass sich wieder Knoten bilden.

AUSBLICK: DAUERHAFTER SCHUTZ VOR KORROSION

Zwar eignet sich das Hydrogel noch nicht für praktische Zwecke, aber die Einsichten, die Okay und sein Team daraus gewonnen haben, könnten bei der Entwicklung künftiger Beschichtungen hilfreich sein. „Selbstheilung wäre ein großer Vorteil, zum Beispiel in Beschichtungen, die Autos oder andere Maschinen vor Korrosion schützen“, sagt Okay. „Aber auch in der Medizintechnik, bei Implantaten im Körper, Stents, Stützgeweben oder künstlichen Organen, sind selbstheilende Materialien interessant.“

Als Okay mit der Schule fertig war, interessierte er sich auch sehr für Geschichte und Archäologie. „Aber ich habe mich für Chemie entschieden, ich wollte noch dringender verstehen, wie Materialien funktionieren“, sagt Okay. Seine Arbeit ist bis heute eigentlich auch sein wichtigstes Hobby. „Ich denke die ganze Zeit darüber nach, wie sich Moleküle verhalten, und dann kann ich das im Labor ausprobieren. Es ist anstrengend, aber es macht mich glücklich.“ _____



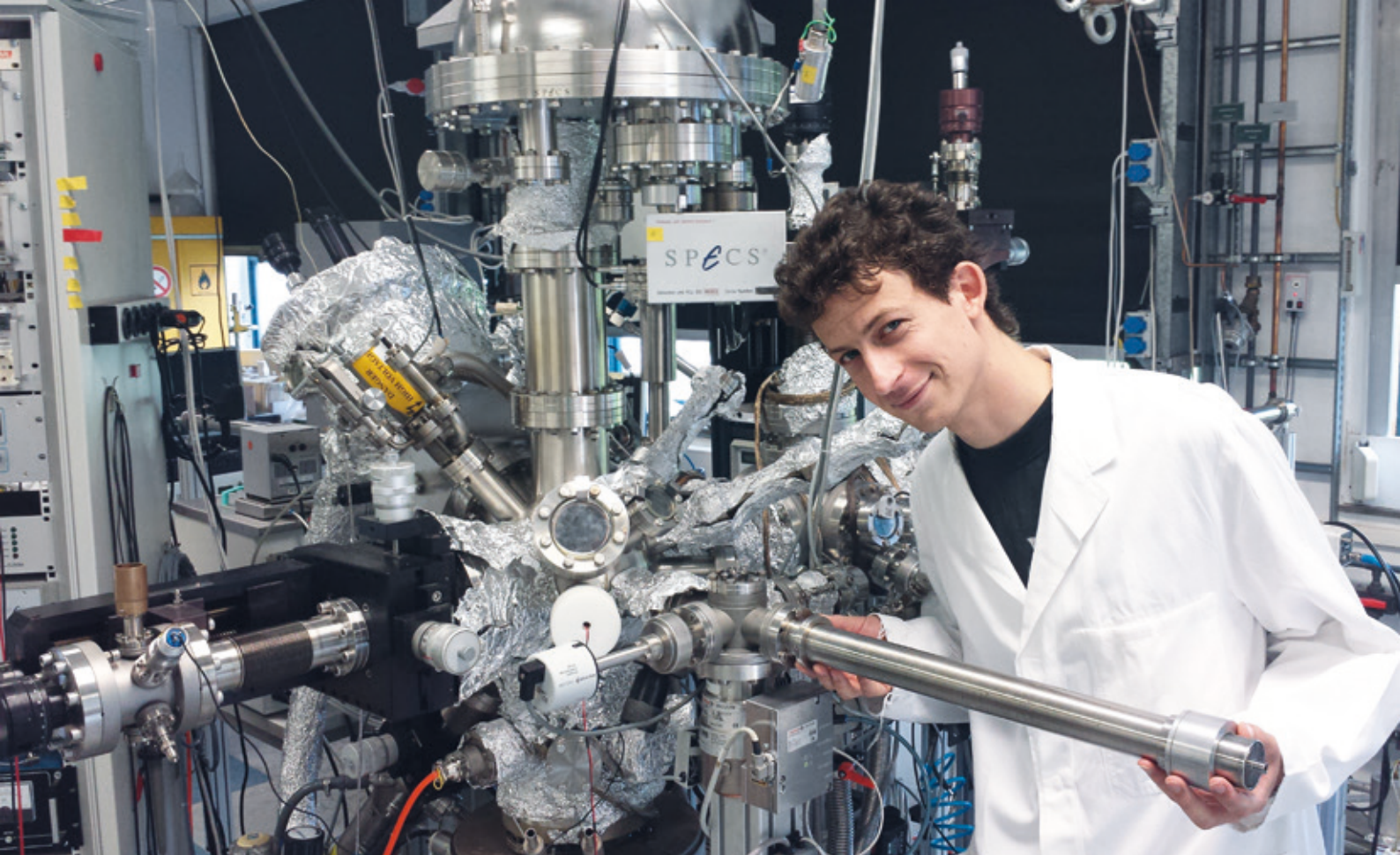
SCHWAMM GEGEN ÖL

Zusammen mit seiner Frau Oya Okay, einer Umweltforscherin, hat Oguz Okay ein Material entwickelt, das nach Tankerunfällen große Ölteppiche auf dem Meer aufsaugen kann. „Wir haben zehn Jahre daran gearbeitet und jetzt funktioniert es einwandfrei“, erklärt er. „Unser Material arbeitet wie ein Schwamm, lässt sich auspressen und wieder verwenden; das ist ein großer Vorteil gegenüber bisher verwendeten Materialien, die nach dem Reinigen als Müll zurückbleiben.“



Hier ist ein kurzer Videoclip zu sehen, der die Funktion des Materials demonstriert: ↘

<https://www.youtube.com/watch?v=CsjVjAfSjal>



WETT LAUF ZUM WELTREKORD

Matthias May wollte die Doktorarbeit schon zusammenschreiben, als seine Betreuer noch eine neue Idee ins Spiel brachten. Und die war so interessant, dass er sich wieder ins Labor stellte und einen Wettlauf gegen die Zeit riskierte.

Text: Antonia Rötger

Matthias May kam Anfang 2011 als Doktorand an das HZB. Der junge Physiker wollte Oberflächen von Halbleitern untersuchen, um zu verstehen, wie sich Sonnenlicht direkt zur Spaltung von Wasser und zur Erzeugung des Brennstoffs Wasserstoff nutzen lässt. Kurz vor dem Verfassen der Doktorarbeit kamen seine Betreuer Thomas Hannappel und Hans-Joachim Lewerenz Ende 2013 mit einem neuen Vorschlag: Aus dem Fraunhofer ISE-Institut könne man zwei Wafer mit hocheffizienten Tandem-Solarzellen aus III-V-Halbleitern beziehen; May sollte ihre Oberflächen photoelektrochemisch

so modifizieren, dass sie die direkte Wasserspaltung mit Sonnenlicht ermöglichen. Eine verlockende Idee, um die eher Grundlagenorientierte Doktorarbeit mit einem Bezug zur Anwendung abzurunden. „Diese ISE-Tandems sind zwar sehr effizient, aber für die solare Wasserspaltung sind sie viel zu instabil, schon nach wenigen Stunden sehen sie aus wie angeknabbert“, umreißt May die Herausforderung.

Der Physiker begann gleich mit der Arbeit im Labor. Er testete funktionale Beschichtungen, ätzte und dampfte. Schließlich fand er eine geeignete photoelektro-



So unscheinbar sieht eine Weltrekordzelle aus. Sie schafft es, rund 14 Prozent des Sonnenlichts für die Erzeugung von Wasserstoff zu nutzen.

chemische Funktionalisierung für die Aluminium-Indium-Phosphid-Schicht in den Tandem-Solarzellen. Sie bewirkte, dass die Zellen nicht mehr so anfällig für Korrosion und gleichzeitig immer noch effizient waren. Auf einer Fachkonferenz im März 2014 erfuhr er, dass zwei Teams an amerikanischen Forschungseinrichtungen an ähnlichen Systemen arbeiteten und inoffiziell schon von neuen Rekorden sprachen.

May eilte direkt wieder ins Labor und baute aus seinen Proben funktionierende Zellen für die solare Wasserspaltung auf. Damit erzielte er einen Wirkungsgrad von 14 Prozent. Das war ein neuer Weltrekord und übertraf den bis dahin gültigen Wert von 12,4 Prozent für die direkte solare Wasserspaltung. Eine Gruppe am National Renewable Energy Lab, USA, hatte ihn im Jahr 1998 aufgestellt – und er blieb 17 Jahre unangetastet. Mit seinen Ergebnissen schrieb May die Doktorarbeit fertig und reichte sie fristgerecht Ende Mai 2014 ein, wie er es dem Geldgeber, der Studienstiftung des deutschen Volkes, versprochen hatte. Für seine „nur“ 90 Seiten umfassende Arbeit erhielt er von der Humboldt-Universität zu Berlin die Bestnote „summa cum laude“.

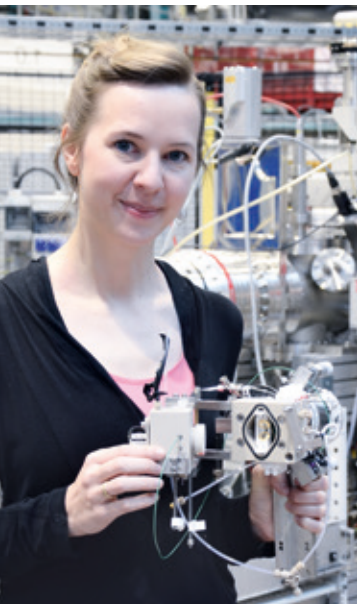
ZUSÄTZLICHE EXPERIMENTE

Bereits einen Monat zuvor, noch im April 2014, hatten May, Hannappel und Lewerenz die erste Fassung ihres Artikels bei „Nature“ eingereicht. Die Gutachter des Verlags forderten vor der Veröffentlichung jedoch

noch zusätzliche Experimente, die May, nun als Postdoc an der TU Ilmenau, am HZB durchführen konnte. „Dadurch ist die Arbeit noch umfassender geworden. Auch einen vorher unverstandenen Effekt können wir jetzt gut erklären“, sagt May. Dennoch dauerte es noch bis Mitte September 2015, bis die Arbeit endlich in „Nature Communications“ erschien.

Tatsächlich hat es in der Zwischenzeit kein anderes Team weltweit geschafft, den neuen Wirkungsgrad von 14 Prozent zu übertreffen. Und der ist ganz nah dran an der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit. „Prognosen zeigen, dass die Erzeugung von Wasserstoff aus Sonnenlicht mit Hocheffizienz-Halbleitern ab einer Effizienz von 15 Prozent mit fossilen Energieträgern konkurrieren könnte“, erklärt Co-Autor Thomas Hannappel. Auch bei der Stabilität der Zellen gelangen riesige Fortschritte: Anfänglich brach ihre Leistung schon nach wenigen Sekunden ein, inzwischen bleiben sie über 40 Stunden lang stabil und auch die Langzeitstabilität scheint erreichbar.

Matthias May hat im Januar 2016 den Doktorandenpreis der Helmholtz-Gemeinschaft erhalten und setzt nun seine Forschung als Postdoc im britischen Cambridge fort: „Ich will mein Verständnis der Grenz- und Oberflächen durch Modellierung vertiefen. Wenn alles klappt, kann ich die experimentelle Methodik, die ich bisher verwendet habe, durch Rückkopplung mit der Theorie weiterentwickeln.“



IM HARTEN WETTBEWERB UM HELMHOLTZ-NACHWUCHSGRUPPE DURCHGESETZT

Kathrin Maria Aziz-Lange (Foto) hat erst vor wenigen Jahren promoviert, aber leitet schon ihr eigenes Team. In einem harten Wettbewerb um die begehrten Helmholtz-Nachwuchsgruppen konnte sie mit ihrem Forschungsvorhaben zu solaren Brennstoffen überzeugen. Nun verfügt sie in den nächsten fünf Jahren über ein jährliches Budget von 250 000 Euro. Damit kann sie neben ihrer eigenen Stelle noch drei bis vier Mitarbeiter sowie Konferenzreisen und Teile ihrer Ausstattung finanzieren.

Kathrin Aziz-Lange interessiert sich insbesondere für die Rolle von Fehlstellen in der Struktur neuartiger Materialsysteme. Denn diese Fehlstellen sind einflussreich. Sie will beobachten, wie Fehlstellen in Katalysatoren und lichtabsorbierenden Materialien entstehen und wie sie sich im Kontakt mit Elektrolyt-Flüssigkeiten, unter elektrischer Spannung und bei Bestrahlung mit Licht verhalten. Dafür greift sie auf das vielseitige Arsenal an spektroskopischen Methoden zu, das an BESSYII, EMIL@BESSYII und im Berlin Joint Lab for Electrochemical Interfaces (BelChem) verfügbar ist. Außerdem qualifiziert sich die junge Forscherin an der Universität Bielefeld für eine Professur. Damit ist der Weg in eine wissenschaftliche Laufbahn gut vorbereitet. Text: arö

DEUTSCHER SOLARPREIS FÜR IHR
ENGAGEMENT FÜR DIE SOLARFORSCHUNG

EIN LEBEN FÜR DIE SOLAR- FORSCHUNG



Schon mehr als ihr halbes Leben lang treibt Martha Lux-Steiner die Forschung an Solarzellen voran, seit zwanzig Jahren arbeitet sie in Berlin, wo sie am HZB das Institut für Heterogene Materialsysteme leitet und als Professorin an der Freien Universität Berlin Physik lehrt. Die gebürtige Schweizerin untersucht neue Materialsysteme, die Licht in Strom umwandeln, sie bildet Nachwuchstalente aus und setzt sich unermüdlich dafür ein, dass die Ergebnisse ihrer Forschung in industrielle Anwendungen einfließen. Im Laufe ihrer Karriere hat sie dafür hohe Auszeichnungen erhalten, darunter auch das Bundesverdienstkreuz erster Klasse. Für ihr Lebenswerk ist sie mit dem Deutschen Solarpreis 2015 geehrt worden, den die Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien (EUROSOLAR) vergibt.

Auch in ihrem persönlichen Umfeld setzt sie auf Solarenergie: So hat sie ihr Haus in den Schweizer Bergen mit einer Wärmepumpe und einer leistungsstarken Sechs-Kilowatt-Anlage ausgestattet, die mehr Strom erzeugt, als sie selbst benötigt. Diese Anlage besteht aus Chalkopyrit-Dünnschicht-Solarmodulen, die sie vor Jahren selbst erforscht und dann bis zur Anwendungsreife weiterentwickelt hat.

Aus ihrer Arbeitsgruppe gründeten 2001 junge Mitarbeiter die Produktionsfirma Sulfurcell (später Soltecell), die auf dem Gipfel ihres Erfolgs über 200 Mitarbeiter hatte. Erst im Zuge der großen Krise musste sie, wie viele andere auch, in 2012 schließen. „Trotz solcher Rückschläge bin ich von der solaren Zukunft überzeugt, und auch von der europäischen Solarindustrie. Denn es geht immer noch besser, innovativer,

effizienter, auf deutlich kleineren Flächen und auch noch schöner. Mit unserer Forschung bereiten wir den weiteren Weg in eine nachhaltige Energieversorgung vor, bei der Sonnenenergie eine große Rolle spielen wird“, ist sich Martha Lux-Steiner sicher.

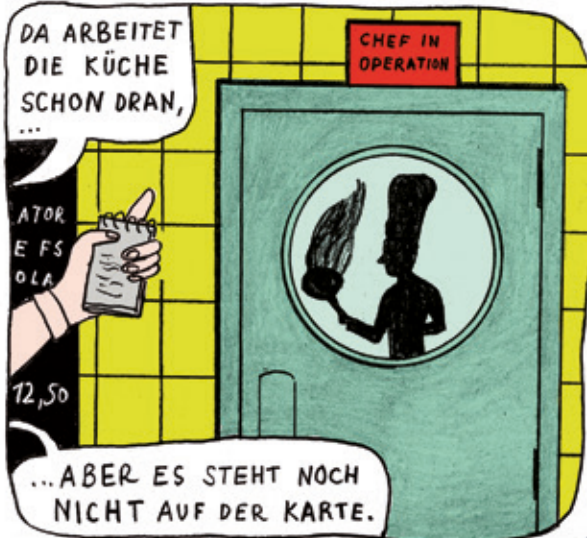
AUSBLICK AUF SCHIMMERNDE FASSADEN

Dabei, das betont sie, werden in Zukunft auch ästhetische Aspekte wichtiger werden. „Solarmodule könnten sich harmonischer in die Architektur einfügen, zum Beispiel als schimmernde Elemente an Fassaden“, meint sie. Um junge Leute aus Architektur, Politik- und Wirtschaftswissenschaften sowie Naturwissenschaften in die Solarenergie einzuführen, veranstaltet die Professorin seit 2009 in den Semesterferien eine zweiwöchige internationale Sommer-Universität zu Erneuerbaren Energien, die hauptsächlich vom HZB finanziert wird: Diese Sommer-Universität bietet Studierenden aller Nationen einen breiten Überblick über politische und ökonomische Aspekte der erneuerbaren Energien; dabei arbeiten sie an gemeinsamen Projekten und gewinnen einen Eindruck von den unterschiedlichen Facetten der Implementierung einer solaren Energieversorgung. In ihrer Berliner Zeit hat Martha-Lux-Steiner über 160 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu einer Karriere im Bereich der erneuerbaren Energien ermutigt, einige davon sogar bis zur Professur. Nach ihrer Emeritierung in 2016 wird sich die gut vernetzte Forscherin weiter engagieren, vor allem für die Stärkung der gemeinsamen internationalen Forschung. Das Ziel: eine globale solare Zukunft. —

Text: Antonia Rötger

Foto: Roland Horn / HZB

BESSY II: MITTAGS IM „HAPPY UNDULATOR“





OKAY! ICH NEHME DIESEN LOW ALPHA MODE!

MIT PHOTONEN-PICKER?

ABER SICHER!



ALS BEILAGE HÄTTEN WIR POLARISATION.

UNBEDINGT!



FÜR MICH BITTE AUCH!



DA HABEN WIR VIER SORTEN: HORIZONTAL, VERTIKAL, ZIRKULAR UND ELLIPTISCH!



HM, HM, VERTIKAL? ODER HORIZONTAL? MIT EINER PRISE ELLIPTISCH?

ELLIPTISCH? WIE DAS WOHL IST?



ALSO: EIN MIKROMETER-RIXS BEI 400 eV, EINE KOMPLETTE 3D RÖNTGEN-MIKROSKOPIE, EINMAL LOW-ALPHA MODE MIT EINZELNEN ELEKTRONEN-PAKETEN UND HORIZONTALER POLARISATION, MIT EINER PRISE ELLIPTISCH.



IST DAS ALLES?

FÜR MICH NOCH EINE WÄRMFLASCHE.



MEHR KAFFEE, BITTE!



FÜR MICH ENTKOFFEINIERT.



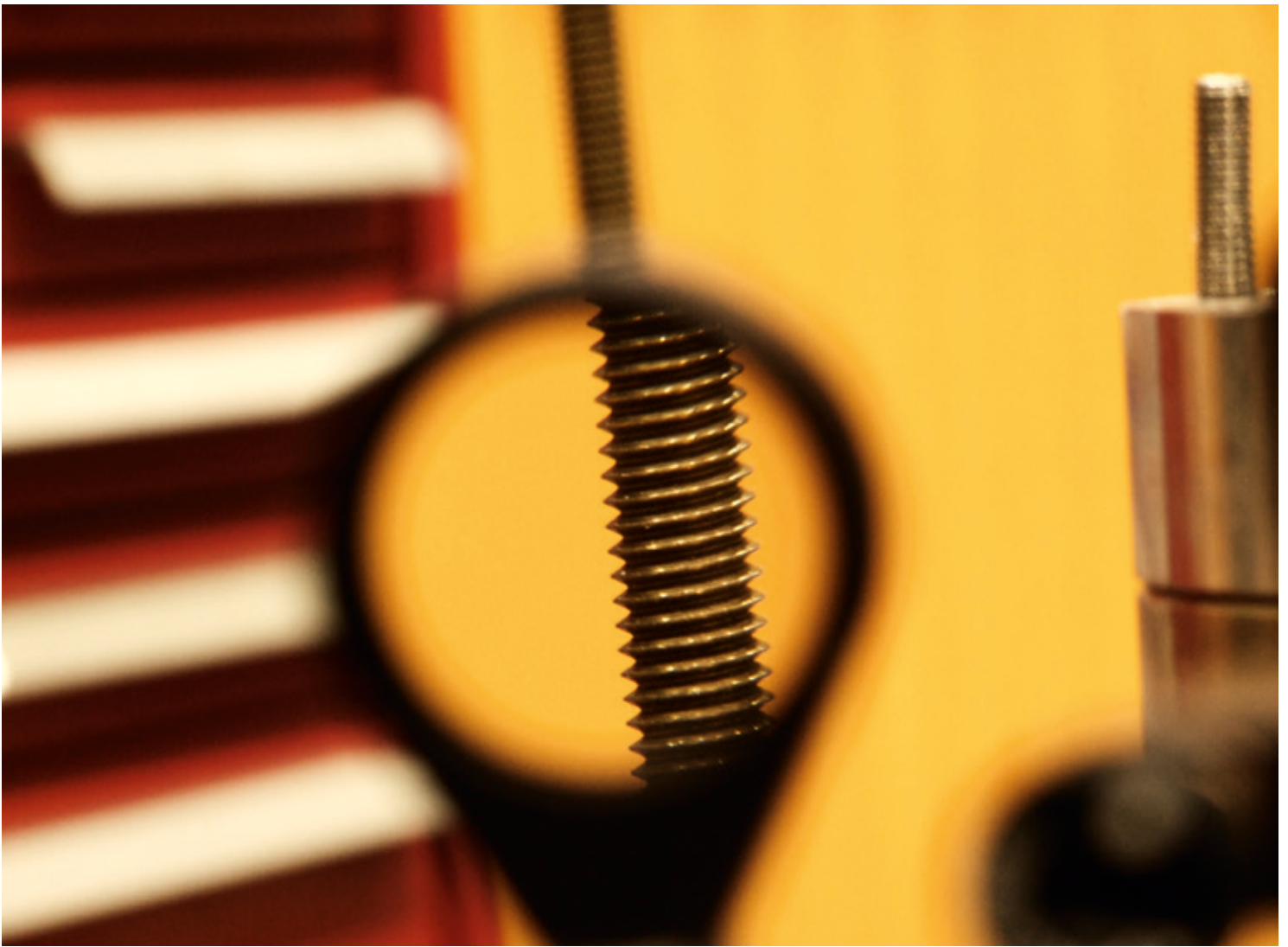
KOMMT SOFORT.



BESSY II: WHAT CAN I DO FOR YOU?

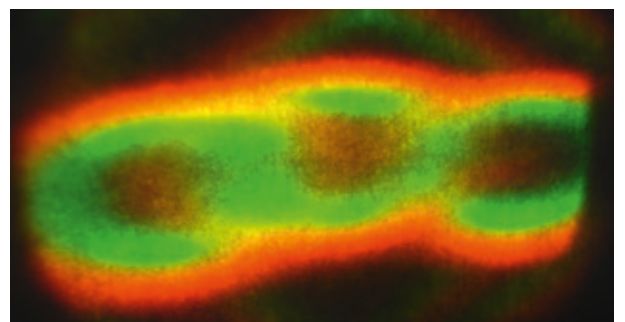
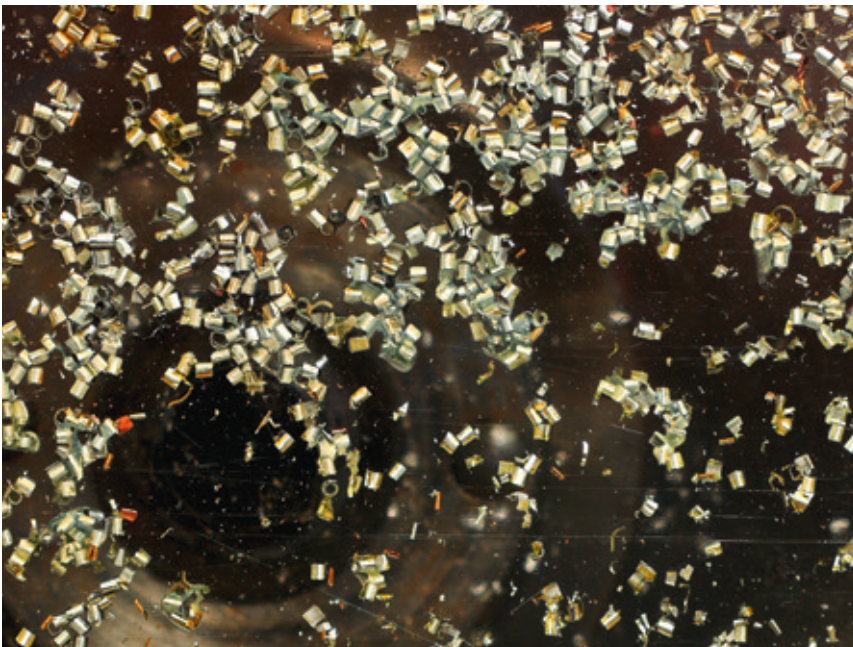
IM HZBKANAL AUF YOUTUBE

DER GANZE FILM



FORSCHUNG

Unter dem Begriff „Energimaterialien“ lassen sich Materialsysteme zusammenfassen, die Energie umwandeln oder speichern oder energieeffizient Informationen verarbeiten. Am HZB forschen wir an Solarzellen, aber vor allem auch an Systemen für die solare Wasserstoffproduktion und an Quantenmaterialien für die IT-Technologien der Zukunft. Für diese Forschung baut das HZB eine optimale Infrastruktur auf, die auch Messgästen zur Verfügung steht.



IM AUFBAU

Im Frühjahr 2016 kommt Dr. Catherine Dubourdieu an das HZB, um dort das neue Institut für Funktionale Oxide für die energieeffiziente Informationstechnologie aufzubauen. Dank der Helmholtz-Rekrutierungsinitiative konnte das HZB die angesehene Forscherin für die Arbeit in Berlin gewinnen. Sie erforscht Dünnschichten aus Metalloxiden, die besonders interessante Kandidaten für die Informationstechnologie der Zukunft sind.

Der Energieverbrauch in den Informationstechnologien ist in den letzten Jahrzehnten ungebremst gestiegen. Denn Sensoren, Elektronik, Telekommunikation oder Computer werden in immer mehr Lebensbereichen eingesetzt, nicht nur im privaten und kommerziellen Umfeld, sondern auch für intelligente Stromnetze, Verkehrssteuerung, Sicherheit oder im Gesundheitsmanagement. Neue Informationstechnologien werden gebraucht, die mit deutlich weniger Energie Daten schneller verarbeiten und speichern können. Dieses Ziel hat Dr. Catherine Dubourdieu mit ihrer Forschung im Blick. Die Physikerin arbeitet seit Jahren auf diesem Feld. Nach Stationen in bekannten Forschungseinrichtungen in Frankreich und den USA will sie nun am HZB das Institut für Funktionale Oxide für die energieeffiziente Informationstechnologie aufbauen: Darunter versteht man Dünnschichten aus Metalloxiden, die als besonders interessante Materialklasse für energieeffiziente Bauelemente gelten. Stapelt man dünne Schichten aus verschiedenen Metalloxiden übereinander, dann zeigen diese „Sandwich-Strukturen“ ganz neue mechanische, optische und vor allem auch elektromagnetische Eigenschaften.

Gleichzeitig will Dubourdieu eng mit HZB-Abteilungen zusammenarbeiten, die andere Materialsysteme für die Informationstechnologie untersuchen, vor allem mit dem Team um Bella Lake zu „Quantenphänomenen in neuen Materialien“ und Oliver Rader zu „Neuen Materialien für grüne Spintronik“. Schon jetzt plant sie mit am Aufbau der Helmholtz Energy Materials Foundry (HEMF). Dort werden modernste Labore für die Materialsynthese entstehen. „Wir kontrollieren

inzwischen die Herstellung solcher Metalloxid-Filme so gut, dass wir mit ihnen wie mit Lego spielen können“, sagt sie. Am HZB findet sie dafür die idealen Bedingungen: An der Synchrotronquelle BESSY II steht ein umfangreiches Arsenal an Instrumenten bereit, um die unterschiedlichen Prozesse in diesen neuartigen Energiematerialien für die Informationstechnologie in situ oder in operando zu analysieren. Insbesondere wird Dubourdieu auch eine eigene Synthese und Analyse kammer im EMIL-Labor (Energy Materials In situ Laboratory) installieren. Denn um die gewünschten Eigenschaften ganz gezielt hervorzurufen, ist noch viel Forschung nötig. „Es hat viele Jahrzehnte gedauert, um die heute überall genutzten Halbleiterheterostrukturen so weit zu entwickeln. Die Metalloxid-Elektronik steckt noch in den Kinderschuhen, hier haben wir die Chance, große Fortschritte zu erreichen.“

Text: Antonia Rötger

Foto: privat

ZUR PERSON

Catherine Dubourdieu hat in Grenoble studiert und in Physik promoviert. Nach einem Postdoc-Aufenthalt am Stevens Institute of Technology in Hoboken (New Jersey) forschte sie bis 2009 am Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique (LMGP) des CNRS in Grenoble. Zwischen 2009 und 2012 war sie Gastforscherin am IBM T.J. Watson Research Center in Yorktown Heights (NY, USA). Dort arbeitete sie auf dem Gebiet der monolithischen Integration von ferroelektrischen Oxiden in Silizium, mit dem Ziel, energiesparende logische Bauelemente herzustellen. Im Juni 2012 begann sie am Institut des Nanotechnologies de Lyon (INL) des CNRS, wo sie Projekte zur monolithischen Integration von funktionalen Oxiden auf Halbleitern durchführte.



EIN NETZ AUS KOHLENSTOFF MIT VIELEN TALENTEN

Bienenwaben aus Kohlenstoffatomen, das ist die Struktur von Graphen. Einfacher geht es kaum, und doch sorgt dieses Material immer wieder für große Überraschungen. Denn auch in der Informationstechnologie der Zukunft, in der Daten mit Spins, nicht mit Elektronen, übertragen werden, könnte Graphen eine Rolle spielen.

Reiner Kohlenstoff tritt in vielfältiger Gestalt auf: Zu den klassischen Strukturen von Diamant, Graphit und Kohle sind in letzter Zeit auch exotische Geschwister dazugekommen, zum Beispiel Graphen. Die Struktur ähnelt einer Bienenwabe, sie besteht aus sechseckigen Maschen, an deren Ecken Kohlenstoffatome sitzen, und ist nur eine einzige Atomschicht dick. Graphen ist extrem leitfähig, völlig transparent und mechanisch wie chemisch äußerst belastbar.

Entdeckt wurde das Graphen erst im Jahr 2004, schon 2010 erhielten Andre Geim und Konstantin Novoselov den Nobelpreis für Physik dafür. Obwohl die Struktur des Materials denkbar einfach ist, sind seine Eigenschaften teilweise sehr überraschend. So untersuchen Oliver Rader und Andrei Varykhalov, wie sich die winzigen magnetischen Momente (Spins) der Elektronen im Graphen verhalten. Diese Spins hängen mit der Eigendrehung der Elektronen zusammen, sind aber auch über die so genannte Spin-Bahn-Kopplung an die Bahn der Elektronen um den Atomkern gekoppelt. Eine Analogie findet sich im Sonnensystem bei der Bewegung der Planeten: So dreht sich die Erde täglich um die eigene Achse, bewegt sich dabei aber stetig weiter auf ihrer Bahn um die Sonne herum. Normalerweise

ist diese Kopplung im Graphen sehr schwach. Doch Rader und Varykhalov stellten fest: Wenn das Graphennetz auf einem Gitter aus Goldatomen aufliegt, erhöht sich dadurch die Spin-Bahn-Kopplung um den Faktor 1 000. Die Präsenz der schweren Goldatome sorgt dafür.

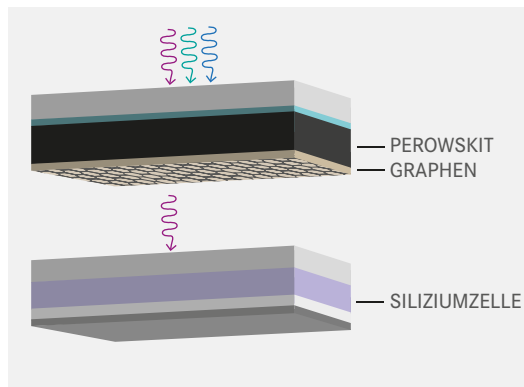
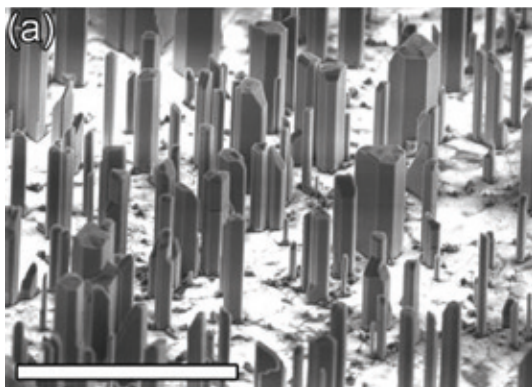
Nun haben sie sogar gezeigt, dass sich Spins im Graphen gezielt manipulieren lassen. Die Spins drehen sich dabei aus der Ebene kontinuierlich in die Senkrechte, stellten sie mithilfe der spinaufgelösten Photoemissionsspektroskopie an BESSY II fest: eine Ausrichtung wie bei den Stacheln eines Igels. „Graphen ist ein tolles Modellsystem, um Wechselwirkungen zwischen der Bewegung von Elektronen und ihren Spins zu untersuchen. Wenn wir die sechszählige Symmetrie im Graphen durch das Einbringen von fremden Atomen etwas brechen, dann erhalten wir sehr interessante Effekte, die sich direkt auf die Eigenschaften von Elektronen und Spins auswirken“, erklärt Rader. Dies macht das Graphen interessant für die so genannte Spintronik: Dabei werden Daten nicht mehr durch die Bewegung von Elektronen übertragen, sondern nur noch durch die Manipulation von Spins. Dies könnte den enormen Energieverbrauch in der Informationstechnologie reduzieren. —

Kleines Bild:

Ergebnisse an BESSY II: Die Elektronen-Spins im Graphen lassen sich manipulieren. Bild: T. Splettstößer / HZB

Text: Antonia Rötger

Aber auch jetzt schon lässt sich Graphen ganz konkret nutzen: HZB-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler haben allein im letzten Jahr ganz unterschiedliche Anwendungen erfolgreich getestet. Einige Beispiele sehen Sie hier:



1 Graphen für GaN-Nanosäulen

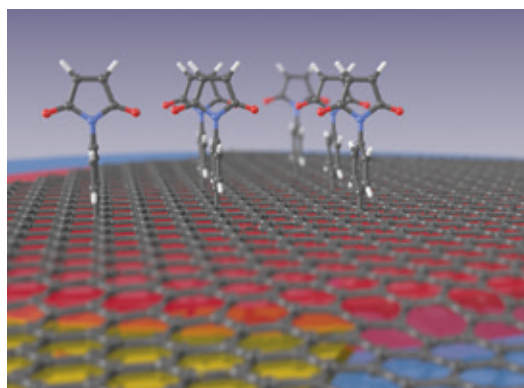
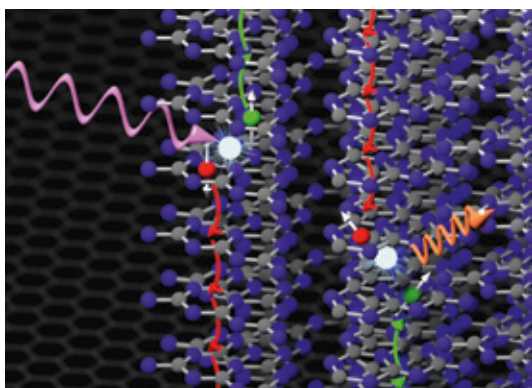
Graphen auf einem Saphirsubstrat hat sich als perfekte Unterlage erwiesen, um darauf sechseckige Nanosäulen aus Galliumnitrid (GaN) wachsen zu lassen. Das Halbleitermaterial GaN besitzt besondere optoelektronische Eigenschaften. Mit einer leitfähigen Kontaktschicht aus Graphen könnten aus solchen GaN-Nanostrukturen neuartige Bauelemente entwickelt werden.

Team: Silke Christiansen

2 Graphen für Tandem-Solarzellen

Eine Tandem-Solarzelle aus einer Silizium- und einer Perowskit-Zelle könnte einen höheren Anteil des Sonnenlichts in elektrische Energie umwandeln. Nun ist es gelungen, die besonders empfindliche Perowskit-Schicht mit einem schonenden Verfahren mit Graphen zu bedecken. Graphen ist völlig transparent und hoch leitfähig und eignet sich damit ausgezeichnet als Kontakt.

Team: Norbert Nickel



3 Graphen für organische Elektronik

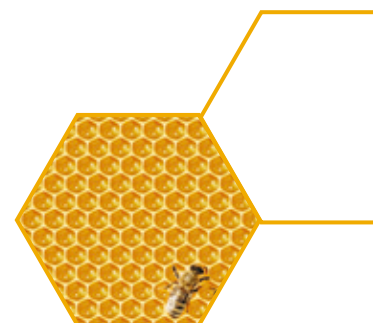
Polymere Kohlenstoffnitride sind organische Halbleitermaterialien. Sie könnten sich als Solarzellen oder als Photokatalysatoren eignen. Nun hat ein Team gezeigt, dass die Ladungen darin nur entlang von eindimensionalen Molekülsäulen beweglich sind. Kombiniert mit dem zweidimensionalen Graphen könnte dies ausgefallene „Architekturen“ für optoelektronische Bauelemente erlauben, die ungiftig und hoch belastbar sind.

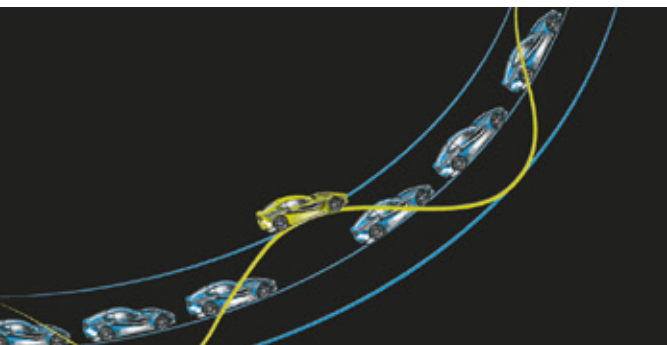
Team: Christoph Merschjann

4 Graphen als Biosensor

Ein HZB-Team hat es geschafft, an Graphen bestimmte Moleküle anzuheften, die als Halterungen fungieren. Mit einer Spannung konnten sie sogar präzise steuern, wie viele Moleküle am Graphen andocken. An diese Halterungen lassen sich ausgewählte Schloss-Moleküle anheften, welche hochselektiv nur die passenden „Schlüssel“-Moleküle aufnehmen. Damit könnten nun empfindliche Sensoren entwickelt werden, zum Beispiel ein „Lab on a Chip“.

Team: Norbert Nickel





BESSY II

BESSY

... MIT ZWEITER SPUR

Das Bild oben links veranschaulicht am Beispiel einer Autobahn, wie sich die zweite Spur um die erste Spur herumwindet. Die Experimentatoren an den Beamlines könnten dann zukünftig entweder die dichte Folge von Lichtblitzen der ersten Spur nutzen oder aber die einzelnen Lichtblitze der zweiten Spur auswählen.

Bild: Heike Cords / HZB

Das Bild oben rechts zeigt einen Querschnitt durch den Strahl.

Bild: HZB

Text: arö

Im Speicherring von BESSY II kreisen kleine Päckchen aus vielen Elektronen, fast mit Lichtgeschwindigkeit. Bei bestimmten Gelegenheiten geben diese Elektronenpakete das besondere Licht ab, das für die Forschung gebraucht wird. Stark vereinfacht könnte man BESSY II daher mit einer Autobahn vergleichen, die bislang nur eine Spur hatte: Die Elektronenpakete im Speicherring entsprächen dann Autokolonnen, die auf dieser Spur im Kreis fahren und an bestimmten Stellen ihre „Scheinwerfer“ aufblenden, um die Experimente an den Beamlines mit Lichtblitzen zu versorgen. Nun hat ein Team aus dem HZB-Institut für Beschleunigerphysik eine „zweite Spur“ erzeugt, auf der einzelne Elektronenpakete zirkulieren.

PERFEKTE KONTROLLE

Sie erreichten dies mit besonderen Einstellungen der so genannten Magnetooptiken: Dadurch bildet sich neben der ersten stabilen Umlaufbahn im Speicherring eine zweite Spur aus. Diese verläuft aber nicht parallel zur ersten, sondern windet sich um die erste Umlaufbahn herum. „Wir können die Elektronenpakete dabei sehr gut kontrollieren und auf beiden Spuren quasi beliebige Füllmuster realisieren“, sagt Andreas Jankowiak, der das HZB-Institut für Beschleunigerphysik leitet. Als Füllmuster bezeichnen die Physiker die Anordnungen und Abstände zwischen den Elektronenpaketen; um beim Bild der Autobahn zu bleiben, könnte ein Füllmuster zum Bei-

spiel aus Wagenkolonnen oder aus einzelnen Autos in bestimmten Abständen bestehen.

LICHTPULSE MIT PAUSEN – GANZ NACH BEDARF

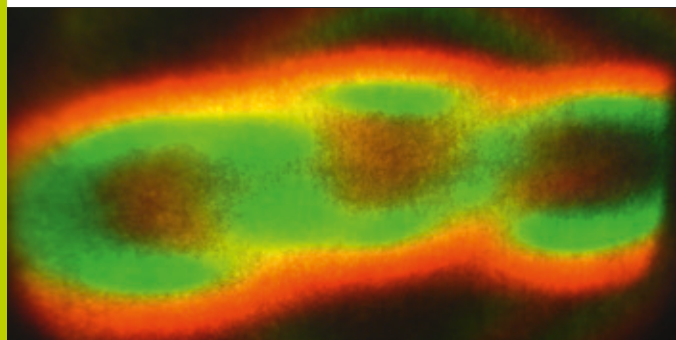
Perspektivisch wird diese Entwicklung das Angebot von BESSY II für die Nutzergemeinschaft deutlich erweitern, denn es gibt bereits heute schon etablierte Verfahren, um gezielt einzelne Lichtblitze auszuwählen. So könnte man mit der neuen Methode die Hauptspur mit Gruppen von Elektronenpaketen besetzen, die Lichtblitze in rascher Folge produzieren, während man auf der Zweitspur einzelne Elektronenpakete platzieren könnte. Diese würden dann Lichtblitze mit Pausen dazwischen erzeugen. Und das ist genau das, was man für manche Experimente braucht.

AUSBLICK BESSY-VSR

Andreas Jankowiak ergänzt: „Diese Entwicklung nützt uns unmittelbar auch für unser Upgrade-Projekt BESSY-VSR, dem variablen Speicherring. Damit wollen wir künftig sowohl ultrakurze als auch längere Lichtblitze erzeugen, die man dann auf unterschiedliche Spuren setzen könnte.“

SYII

BESSY II

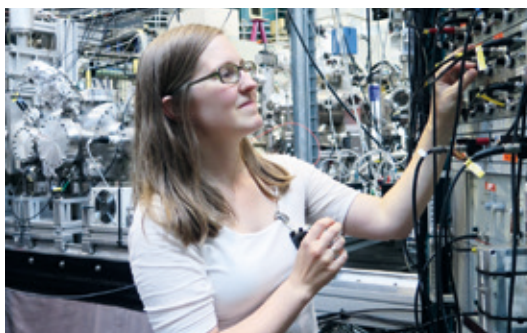
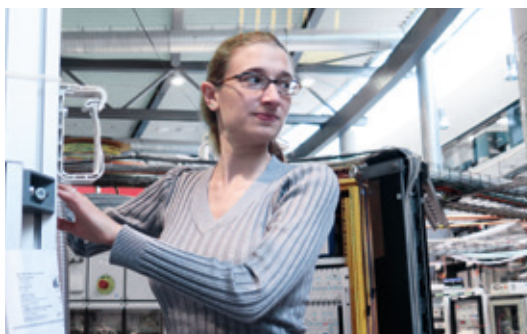


... MIT GUTER BETREUUNG

Jedes Jahr kommen fast 2 500 Messgäste aus aller Welt an BESSY II, um die brillante Synchrotronstrahlung für ihre Messungen zu nutzen. Meistens bringen sie nur ihre Proben mit und wollen gleich mit dem Messen starten. Und das funktioniert in der Regel reibungslos, weil jede Nutzergruppe intensiv betreut wird: Rund 70 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am HZB arbeiten einen Teil ihrer Zeit in der Betreuung von einzelnen Beamlines oder Instrumenten an BESSY II. „Die Aufgaben als Betreuerin oder Betreuer sind sehr komplex“, sagt Antje Vollmer, die die Nutzerkoordination am HZB leitet. Damit nicht nur die Technik vorhanden ist, die die Nutzerteams erwarten, sondern auch die Messung selbst zügig und reibungslos über die Bühne geht, muss man die Messzeit gut vorbereiten und engen Kontakt mit der Nutzergruppe halten.

Im Idealfall nehmen die Beamline-Betreuerinnen und Betreuer etwa vier Wochen vor der Messzeit mit den Nutzern Kontakt auf und klären die technischen Anforderungen für das geplante Experiment. Am Beginn der Messzeit begleiten sie die Nutzer und weisen sie ein, bis die Messung stabil läuft. Wenn es unerwartete Schwierigkeiten gibt, helfen erfahrene Kolleginnen und Kollegen, die Hallendienst haben oder als Supervisoren eingesetzt sind.

Viele der Betreuerinnen und Betreuer sind als Postdocs an das HZB gekommen und wollen in der Forschung bleiben. Die Arbeit als Beamline-Scientist ist auf den



Und was sagen die Betreuerinnen selbst?

Erica Giangrisostomi: „BESSY II ist eine tolle Umgebung, um Materialforschung zu machen und Methoden für die Materialanalyse zu entwickeln. Als Postdoc bin ich natürlich außerdem sehr an Grundlagenforschung interessiert. Indem ich mit den Nutzergruppen arbeite, gewinne ich einen guten Einblick in andere wissenschaftliche Felder.“

Rebecka Lindblad: „Ich sehe diese Aufgabe nicht als Belastung an, sondern als Bereicherung. Die meisten Beamlines sind ein bisschen ähnlich und viele Leute hier bei BESSY II wissen sehr viel darüber. Dabei kann ich viel lernen, was auch für meine eigene Arbeit wichtig ist. Und auch von den Nutzern lerne ich meistens etwas dazu.“

ersten Blick ein „Dienst am Kunden“, bringt aber auch etwas für die eigene wissenschaftliche Karriere: Man lernt zu organisieren, knüpft interessante Kontakte mit Teams aus anderen Fachrichtungen und erweitert dabei den eigenen Horizont beträchtlich. Und auch die Publikationsliste wächst: Selbst wenn Beamline-Scientists allenfalls als Mitautoren genannt werden, erhöhen diese Publikationen doch den so genannten Hirsch-Faktor und damit die Chancen bei Bewerbungen. —

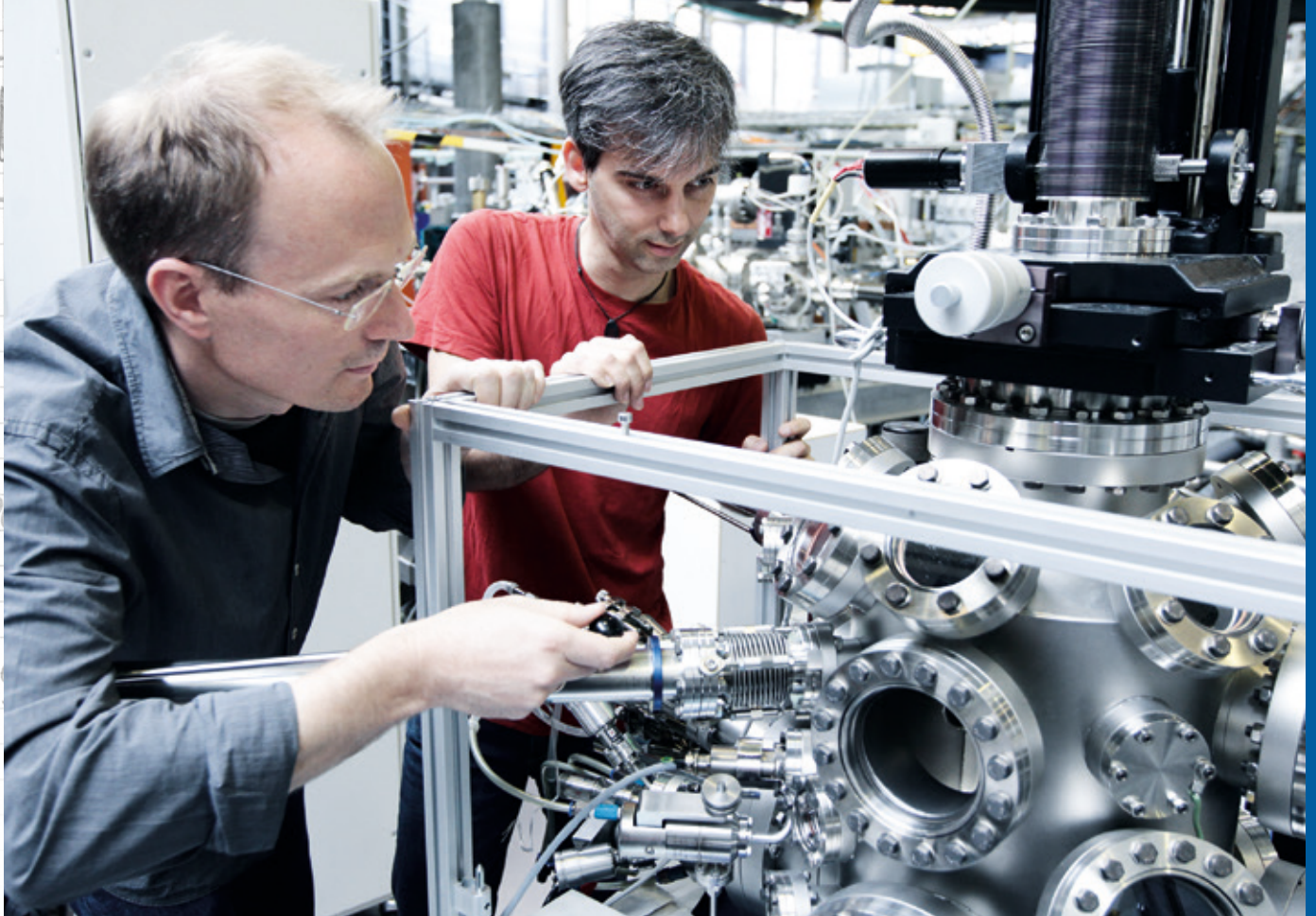
28-
1000c

FM + FE

AFM + FE \rightarrow B_1FeO_3 // du

FM + FE

course



SPINTRONIK: STROMSPAREN 4.0

„Wäre das Internet ein Land, so hätte es weltweit den sechstgrößten Stromverbrauch“, stellte Greenpeace in einer Studie 2014 fest. Computer, Internet und Telefonie verbrauchen derzeit rund 10 Prozent des deutschen Stroms, 2020 sollen es 15 bis 25 Prozent werden.

Text: Jonas Böhm

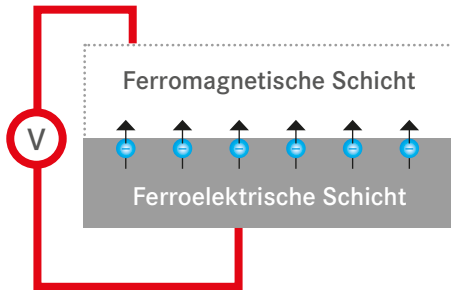
Dieser hohe Energieverbrauch ist schlecht für die Umwelt – und auch für die Stromrechnung der IT-Unternehmen. Eine neue Technik könnte weiterhelfen: die Spintronik. Diese Wortschöpfung sagt schon viel über die grundlegende Idee aus. Herkömmliche Elektronik steuert Elektronen durch ihre Ladung. Die Spintronik möchte zusätzlich den Spin, eine Art Eigendrehung von Teilchen, nutzen. Den größten Durchbruch erzielte die noch junge Technik 1988 mit der Entdeckung des Riesenmagnetowiderstandes durch Peter Grünberg

und Albert Fert (Nobelpreis 2007). Nur elf Jahre später kam schon die erste Festplatte auf den Markt, die diesen Effekt nutzte. Solche Festplatten erinnern stark an Schallplattenspieler. Eine Magnetkopfnadel fährt über eine Scheibe und liest Informationen aus, die als magnetische Strukturen abgelegt wurden.

Inzwischen ist die Spintronik einen Schritt weiter. Anstatt Festplatten über magnetische Felder zu steuern, können die Informationen über eine angelegte Spannung gelesen und geändert werden. Das vereint

der Änderung der Elektronen

FM (Fe, Co, Ni)
FE (BaTiO₃)



SPINTRONIK:

Das Prinzip: Eine ferromagnetische Schicht wird auf ein ferroelektrisches Material wie Bariumtitanat aufgetragen. Die angelegte Spannung (V) polarisiert nun das Bariumtitanat, so dass Elektronen (-) an den Rand der ferromagnetischen Schicht wandern. Deren Spin (kleine Pfeile) beeinflusst nun den angrenzenden Ferromagneten. Bildlich gesprochen, schreibt der Spin Strukturen in das benachbarte Material und kann so Informationen speichern.

Ferroelektrische und ferromagnetische Materialien haben etwas gemeinsam: Ändert sich bei ihnen die Polarisation oder die Magnetisierung durch ein elektrisches oder magnetisches Feld, dann bleibt die Änderung auch dann noch bestehen, nachdem das Feld wieder verschwunden ist.

Das macht beide Materialien zu effizienten Datenspeichern, da ihnen nicht ständig Energie zugeführt werden muss, damit die Information erhalten bleibt.

die Vorteile der elektrischen und magnetischen Speicher. Sie sind schnell zugänglich und benötigen keinen Strom, um sich an die Informationen zu erinnern. Das macht diese spintronischen Speicher zu cleveren Energiesparern. Inzwischen gibt es verschiedene Möglichkeiten, solche Speicher umzusetzen.

Dr. Sergio Valencia Molina aus der HZB-Abteilung „Materialien für grüne Spintronik“ forscht an Multi-Ferroika. Das sind aufeinandergestapelte Materialschichten, die beispielsweise abwechselnd ferromagnetisch oder ferroelektrisch sind (siehe Infokasten). „Wir möchten vermeiden, die magnetischen Eigenschaften durch Magnetfelder zu ändern. Das klingt seltsam, aber wir wollen andere energiesparende Methoden“, erklärt Valencia Molina.

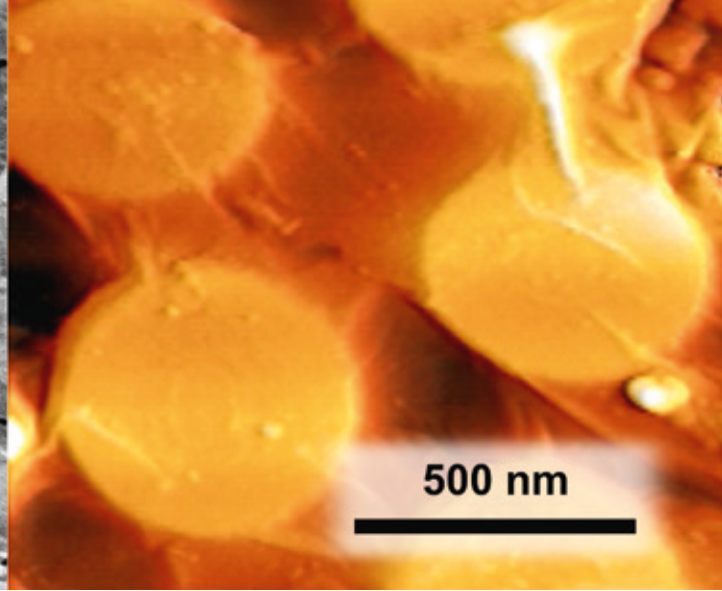
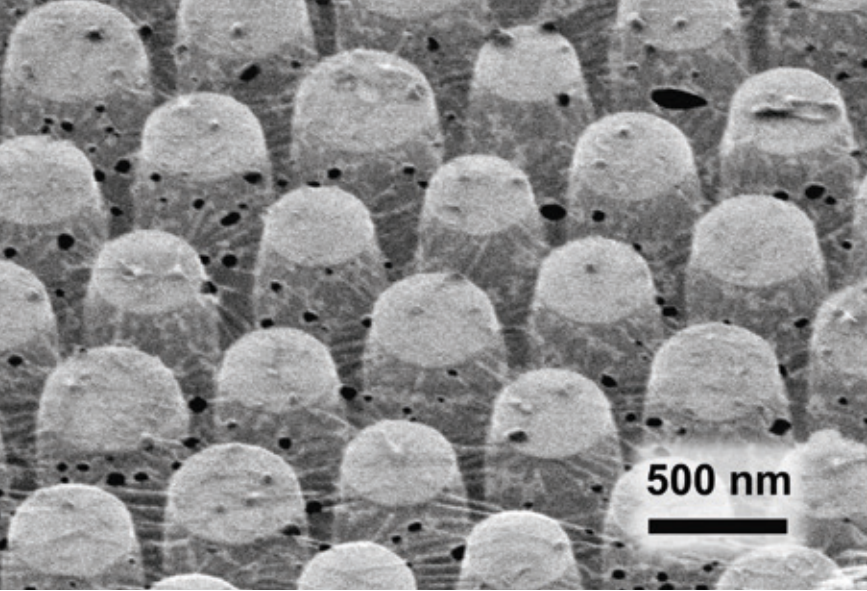
Wenn der Physiker nun geschickt stapelt und an das ferroelektrische Material eine Spannung anlegt, ändert er damit die Magnetisierung der ferromagnetischen Schicht. Anders ausgedrückt: Die Festplatte braucht keinen Schallplattenkopf mehr.

In einer Welt, die auf Nullen und Einsen aufgebaut ist, bietet der Spin also neue Möglichkeiten. Er kann zusätzliche Informationen speichern und übertragen. Warum nutzen wir noch herkömmliche Halbleiter-Speicherchips? Diese brauchen prinzipiell mehr Energie und Platz, beides versucht die moderne Elektrotechnik zu reduzieren.

„Die Ideen sind bereits da. Sie können einen geringeren Stromverbrauch und eine höhere Speicherdichte möglich machen“, meint der Wissenschaftler. Aber der Umstieg auf eine neue Technik erfordert enorme Investitionen, sowohl in die Forschung als auch die Produktion. Schließlich ist die konventionelle Halbleitertechnik bereits fest etabliert. Für die Spintronik müsste die industrielle Infrastruktur umgebaut werden.

Außerdem funktionieren die bisher erforschten spintronischen Materialien meist nur bei extrem tiefen Temperaturen. Die Physiker suchen daher mithilfe von Bessy II nach Verbindungen, die sich auch bei Raumtemperatur verwenden lassen. _____

FM



MODERNE ELEKTRONENMIKROSKOPIE IM ZEISS LAB@LOCATION



Text: Ina Helms

Elektronenmikroskopiegeräte ermöglichen hochaufgelöste Einblicke in die Materialien, die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am HZB entwickeln. Nun kann das HZB den vorhandenen Maschinenpark noch deutlich erweitern: Silke Christiansen, die das Institut „Nanoarchitekturen für die Energieumwandlung“ am HZB leitet, baut in Zusammenarbeit mit der Firma Carl Zeiss ein so genanntes ZEISS Lab@location am HZB auf.

Die Kooperation geht weit über das übliche Maß bei Industriekooperationen hinaus. „Die Partnerschaft mit ZEISS ist für mich eine Quelle der Inspiration“, sagt Silke Christiansen. „Es ergeben sich beinahe täglich Anfragen, die zu wissenschaftlichem Austausch führen und oft auf länger angelegte Kooperationen hinauslaufen.“

Die Zusammenarbeit von ZEISS und HZB umfasst gemeinsame Workshops und Trainings, Gerätevorführungen sowie wissenschaftlichen Austausch. Experten des HZB stehen zusammen mit Spezialisten von ZEISS bei wissenschaftlichen Kooperationen beratend zur Seite, um auf spezifische Applikationen und Systemkonfigurationen einzugehen.

Die wissenschaftliche Geschäftsführerin des HZB, Anke Kaysser-Pyzalla, erläutert: „Diese Kooperation passt perfekt in die Strategie des HZB, so genannte Core-Labs für die Forschung an Energiematerialien mit modernster Ausstattung aufzubauen. Die Core-Labs stärken unsere Schwerpunkte in der Energieforschung. Zusätzlich sollen sie als attraktive Infrastrukturen auch externen Nutzerinnen und Nutzern zur Verfügung stehen und zu weiteren strategischen Partnerschaften anregen.“



Bild oben: Die Aufnahmen zeigen Halbleiternanosäulen (GaN), die mit Graphen bedeckt sind. Solche nanostrukturierten Materialien eignen sich für elektrooptische Anwendungen. Die linke Aufnahme entstand mit einem hochmodernen Helium-Ionen-Mikroskop, das rechte Bild wurde mithilfe eines Rasterkraftmikroskops innerhalb der Vakuumkammer eines Elektronenmikroskops erstellt. Beide Geräte sind außerordentlich leistungsfähig und stehen am ZEISS lab@location für die Energiematerial-Forschung an Nanostrukturen zur Verfügung. Bild: M. Latzel / HZB

Bild links: Das ZEISS Lab@location ist mit den neuesten Rasterelektronen- und Ionenmikroskopiesystemen ausgerüstet. Sie ermöglichen es, Nanostrukturen in Energiematerialien mit modernsten Methoden zu bearbeiten und abzubilden. Bei der Eröffnungsveranstaltung wurden einige Geräte vorgeführt. Foto: M. Setzpfand / HZB

MATERIALIEN VERSTEHEN

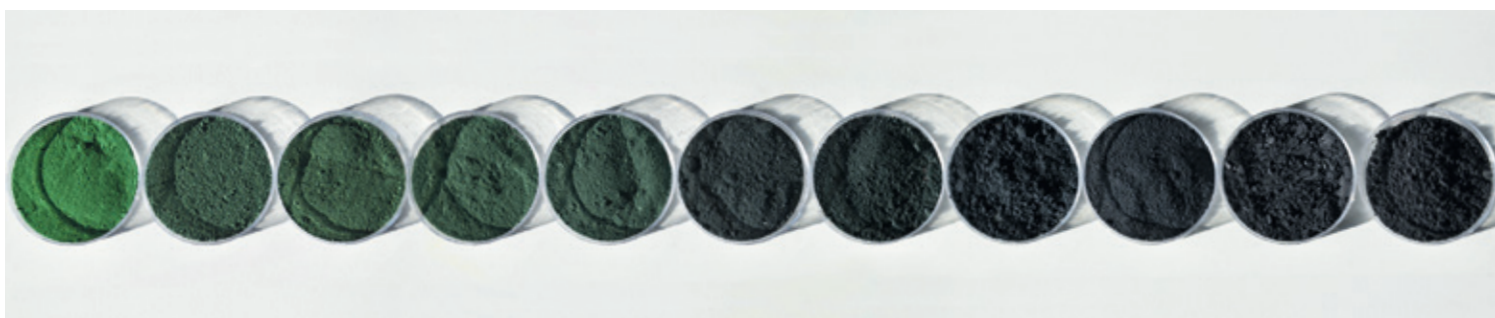
KRISTALLSTRUKTUR UND
MAGNETISMUS

Wenn ein Kaufmann Orangen perfekt aufeinanderstapelt, dann entsteht eine geometrische Struktur, in die die Früchte so dicht wie möglich gepackt sind. In die Zwischenräume passen vielleicht noch Weintrauben, doch wenn der Händler einige Trauben durch Mirabellen ersetzt, verzerrt sich der schöne Aufbau. So ähnlich sieht es auch in realen Kristallen aus, in denen Sauerstoff-Atome die Plätze der Orangen einnehmen und unterschiedliche metallische Elemente sich in den Zwischenräumen einnisten. Typische Vertreter solcher Strukturen sind Spinelle. Weil sie erst bei sehr hohen Temperaturen schmelzen, werden sie als feuerfeste Werkstoffe genutzt. Wir begegnen ihnen aber

miteinander wechselwirken. „Wir konnten erstmals nachweisen, dass es im gesamten System zwischen den magnetischen Ordnungszuständen und den kristallinen Strukturen einen Zusammenhang gibt. „Dies ist eine Frage, die Wissenschaftler seit mehr als 50 Jahren beschäftigt“, erklärt Manfred Reehuis. Besonders interessant in dem System: Bei einem bestimmten Mischungsverhältnis (85 Prozent Nickel und 15 Prozent Kupfer) verzerrt sich das Spinell-System bis hinauf zur Raumtemperatur, was zu einer Art „strukturellen Insel“ führt. In diesem Bereich wird das sonst beobachtete Wechselspiel zwischen Magnetismus und Kristallstruktur aufgehoben. Die Strukturen gehen sozusagen getrennte Wege.

Text: Antonia Rötger

Foto: A. Kubatzki / HZB

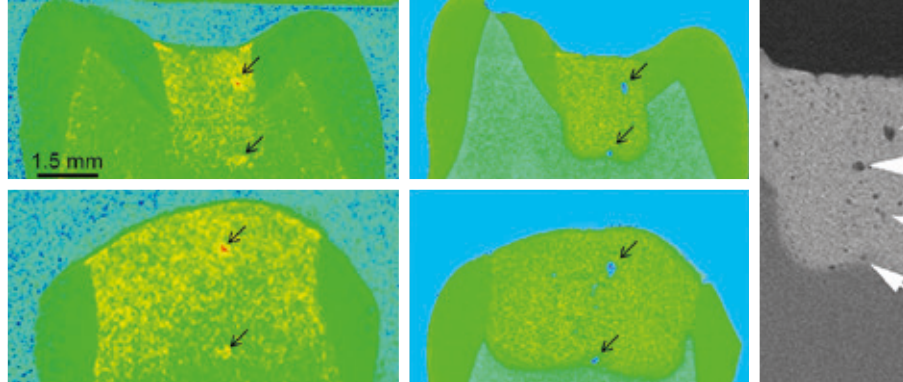


auch in Form von Magneten in Spulen, Trafos oder am Kühlschrank. Nun hat ein Team am HZB grundlegend entschlüsselt, wie die Kristallstruktur im Spinell dessen magnetische Eigenschaften beeinflussen kann.

Manfred Reehuis und Michael Tovar haben dafür in so genannten Chromiten (Nickel-Chrom-Spinelle) das Element Nickel schrittweise durch Kupfer ersetzt. Die so synthetisierten Mischkristalle haben sie mit Röntgenbeugung auf ihre Kristallstruktur untersucht und außerdem mit Neutronenstreuung am Forschungsreaktor BER II durchleuchtet, um ihre magnetischen Strukturen zu bestimmen. Dabei zeigten die Mischkristalle bei tiefen Temperaturen um minus 180 Grad Celsius und darunter je nach Zusammensetzung mehrere strukturelle und magnetische Übergänge, die

Die Erklärung ist ein wenig kompliziert, aber so interessant, dass die Publikation im renommierten Fachjournal „Physical Review B“ nun zu den fünf Prozent am meisten gelesenen Beiträgen zählt. „Atome sind eben keine runden Orangen“, sagt Michael Tovar. „Sie können merkwürdige Phänomene verursachen, besonders wenn sie nicht isoliert auftreten, sondern in einem geometrischen Verbund wie eben in einer Kristallstruktur.“

Foto: Die Mischkristall-Reihe beginnt mit reinem Nickel-Chrom-Spinell (grünes Pulver) und setzt sich mit Proben fort, die zunehmend mehr Kupfer enthalten. Dabei werden die Proben immer dunkler. Am Ende ist der Kupfer-Anteil bei 100 Prozent, das Pulver ist schwarz. Die Pulver bestehen aus kleinen Kristallkörnern mit Durchmessern zwischen 30 und 50 Mikrometern.



EXTREM BELASTBAR UND (NOCH) NICHT IMITIERBAR: UNSERE ZÄHNE

Es ist wie ein ungeschriebenes Gesetz: In jedem Kirschkuchen versteckt sich ein Kirschkern. Doch aus Erfahrung wissen wir: Selbst wenn wir fest zubeißen, passiert zum Glück meistens nichts. An den beiden Großgeräten des HZB, an BESSY II und am BER II, untersuchen internationale Forschungsteams, was unsere Zähne auszeichnet und wie sich bessere Füllmaterialien entwickeln lassen.

Text: Silvia Zerbe

Unsere Zähne sind aus dem härtesten organischen Material gemacht, das im menschlichen Körper vorkommt. Die äußere Schicht, der Zahnschmelz, besteht zu 98 Prozent aus Mineralsalzen, vor allem aus Calciumfluorid. Der Zahnschmelz bildet die extrem widerstandsfähige Oberfläche, darunter liegt das Zahnbein, das auch Dentin genannt wird. Es macht die Hauptmasse des Zahnes aus und schützt das Zahnmark im Inneren. Das Zahnbein ist zu zwei Dritteln aus Calcium und Phosphaten zusammengesetzt, der Rest besteht aus Eiweißen und Wasser. Es ist zwar nicht ganz so hart wie der Zahnschmelz, dafür aber elastischer. Genau auf diese Eigenschaft kommt es an, wenn wir mal wieder auf einen harten Gegenstand wie einen Kirschkern beißen.

Welche Prozesse im Zahnbein ablaufen, damit es trotz hoher Belastung zu keinen Rissen kommt, hat nun ein internationales Team um Paul Zaslansky von der Charité Berlin herausgefunden. Zunächst wollten die Forscher wissen, wie das Zahnbein zusammengesetzt ist. Das Werkzeug dafür: Das intensive und brillante Licht von zwei großen Beschleunigeranlagen. „Als Gastforscher haben wir am Berliner Elektronenspeicherring BESSY II und an der europäischen Synchrotronquelle ESRF in Grenoble, Frankreich, experimentiert“, sagt Zaslansky. Das Licht aus diesen Synchrotronquellen

kann kleinste Partikel in der Probe aufspüren und damit die Biostruktur des Zahnbeins vollständig entschlüsseln. Dentin besteht aus mineralischen Nanopartikeln und aus kleinen Röhrcchen (den dentalen Tubuli), die etwa einen Mikrometer groß sind. Diese Röhrcchen sind von einem Gewebe aus Kollagenfasern umgeben, in das auch winzige mineralische Nanopartikel eingebettet sind. Die Forscher setzten im Experiment das Zahnbein großem Druck aus und beobachteten, wie das Zahnbein auf den Druck von außen reagierte. **Das Ergebnis:** Es ist genau diese Kombination von Nanopartikeln und Kollagenfasern, die unsere Zähne so widerstandsfähig macht.

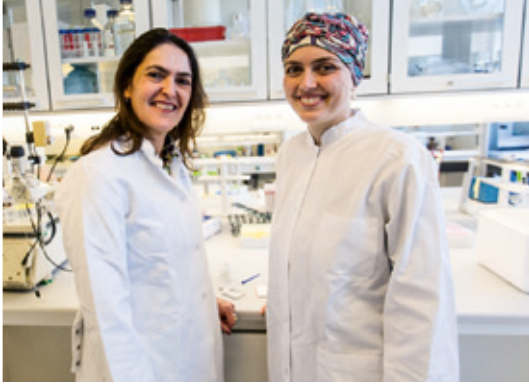
INNERE SPANNUNGEN GEGEN RISSE

Wird Druck auf das Zahnbein ausgeübt, schrumpfen die winzigen Kollagenfasern. Da die Nanopartikel in ein Netz aus Kollagenfasern eingebettet sind, werden auch diese zusammengedrückt. Es kommt zu inneren Spannungen im Dentin, die der Rissbildung entgegenwirken. Innere Spannungen sind also eine clevere Strategie der Natur. Damit kann das Zahnbein auf die Belastung beim Kauen reagieren und übersteht auch einen Kirschkern unbeschadet.

Den Wissenschaftlern zeigt die komplexe Biostruktur des Dentins aber auch, wie einzigartig unsere Zähne



Die Biostruktur von Dentin ist komplex: Die dentalen Tubuli (gelbe Hohlzylinder) sind von Kollagenfasern umgeben. Bild: J.B. Forien@Charité.



Heloisa Bordallo und Ana Benetti, Universität Kopenhagen, analysieren Zahnfüllungen aus Zahnzement und leiten daraus Empfehlungen für das Anrühren ab. Bild: Universität Kopenhagen

sind. Denn diese Materialeigenschaften sind schwer zu imitieren. Deshalb geht – trotz erheblicher Fortschritte in den letzten Jahren – künstlicher Zahnersatz immer noch schneller kaputt. So ist es bisher nicht möglich, die inneren Spannungen gezielt auszunutzen, um Risse zu verhindern. Noch nicht. Aber Paul Zaslansky hofft: „Vielleicht liefert diese Arbeit Anregungen für die Entwicklung besserer keramischer Materialien für die Zahnbehandlung.“

FÜLLUNGEN AUS ZAHNZEMENT DURCHLEUCHTET

Füllmaterialien zu entwickeln, die haltbarer und optisch ansprechend sind, ist nach wie vor ein wichtiges Forschungsfeld. Dabei richtet sich der Blick nicht nur auf weitverbreitete Materialien wie Kunststoff-Komposite. Jüngstes Beispiel ist der Zahnzement, im Fachjargon „Glasionomerzement“ genannt. Dieses Material ist besonders für Patienten mit Kunststoff-Unverträglichkeiten eine ernstzunehmende Alternative. Als „Zahnfüllung ohne Bohren“ wird es heute vor allem in den Entwicklungsländern eingesetzt. Das Material hat allerdings noch einen entscheidenden Nachteil: Es ist relativ spröde und hält weniger lang als Amalgam- oder Kunststofffüllungen. Nun meldeten zwei dänische Forscherinnen im Frühjahr 2015 einen Erfolg: Sie konnten mithilfe der Neutronen- und Röntgentomographie an der Berliner Neutronenquelle BER II zeigen, wie stabilere Füllungen aus Zahnzement gelingen. „Wir untersuchten die Beziehung zwischen der Mikrostruktur des Materials und seiner Belastbarkeit“, sagt Zahnärztin Ana Benetti von der Universität Kopenhagen.

Sie fand heraus, dass die Poren im Zement teilweise mit Flüssigkeit gefüllt sind, was dazu führt, dass die Füllungen leichter brechen. Mit ihrer Kollegin Heloisa Bordallo wies sie nach, dass das Anrühren des Glasionomerzements in den Zahnarztpraxen ausschlaggebend dafür ist, wie viel Flüssigkeit sich in den Poren ansammelt. Dafür gibt es nämlich zwei Verfahren: beim ersten wird der Zahnzement in der Praxis nur mit Wasser angerührt, beim zweiten Verfahren dage-

WISSENSWERTES



DIE NAPFSCHNECKE HAT DIE STÄRKSTEN ZÄHNE WELTWEIT.

Mit Zähnen aus Nadeleisenerz kann sie Moose von Felsen wegraspeln. Aber auch menschliche Zähne sind sehr widerstandsfähig: Durchschnittlich 18 Tonnen Nahrung zermahlen sie im Laufe eines Menschenlebens und halten beim Kauen enormen Kräften stand – und zwar bis zu 400 Kilogramm pro Zahn.

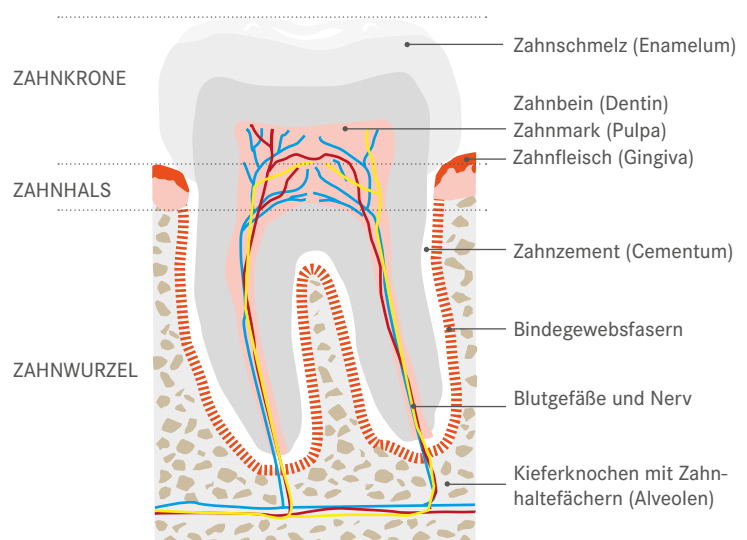
KARIES IST DIE HÄUFIGSTE INFEKTIONSKRANKHEIT IN DEUTSCHLAND.

95 Prozent der Menschen weltweit erkranken an der Karies, der durch den Bakterienstamm Streptococcus mutans verursacht wird.

BEI KINDERN IST DIE ANZAHL DER DURCH KARIES BEFALLENEN ZÄHNE IN DEUTSCHLAND STARK GESUNKEN.

In den 1980er-Jahren hatten 12-Jährige durchschnittlich sieben kariöse Zähne, heute sind es 0,7. Das entspricht einem Rückgang um 90 Prozent. Die Gründe: eine bessere Kariesprophylaxe und Fluoridversorgung für die Zähne.

Backenzahn im Längsschnitt:

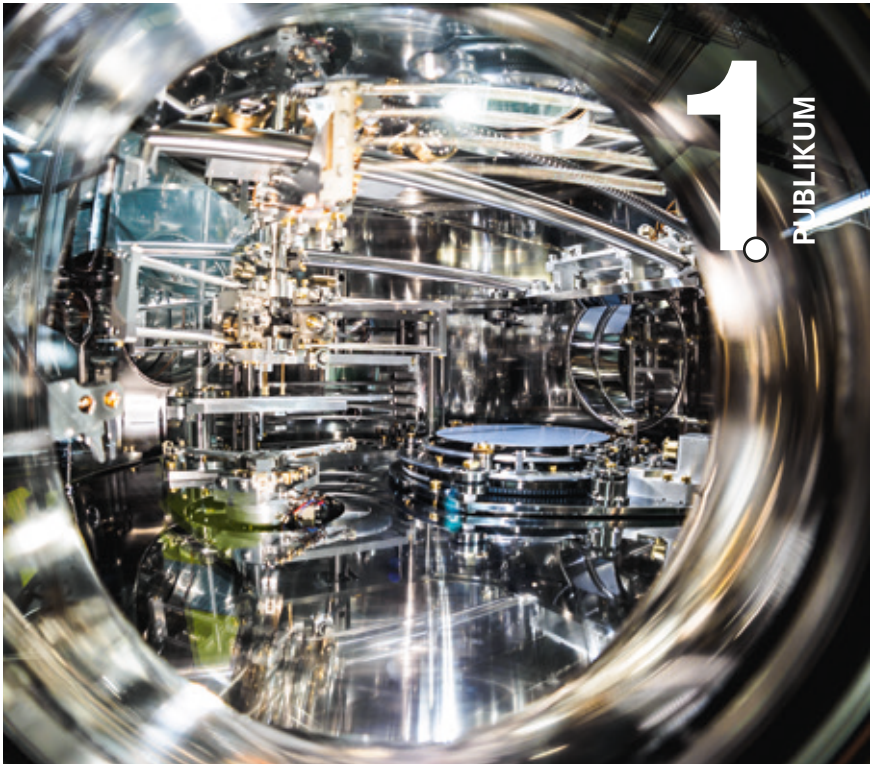


gen mit einer Wasser-Säure-Mischung. Das Ergebnis war eindeutig: Wenn der Zahnzement nur mit Wasser vermischt wird, sammelt sich mehr Flüssigkeit in den Poren und die Füllung bricht leichter. Nun können Hersteller den Befund der Forscherinnen berücksichtigen und die Rezepturen für die Arztpraxen entsprechend verfassen.

Die Forschungen über Dentin und zum Zahnzement zeigen: Will man Eigenschaften von Materialien gezielt verbessern, so muss man ihre Mikrostruktur und die Prozesse, die darin unter Belastung ablaufen, verstehen. Mit Großgeräten wie der Photonenquelle BESSY II oder der Neutronenquelle BER II lassen sich solche Einblicke gewinnen.



3.1
PUBLIKUM JURY



1
PUBLIKUM





SCIENCE PHOTO WALK

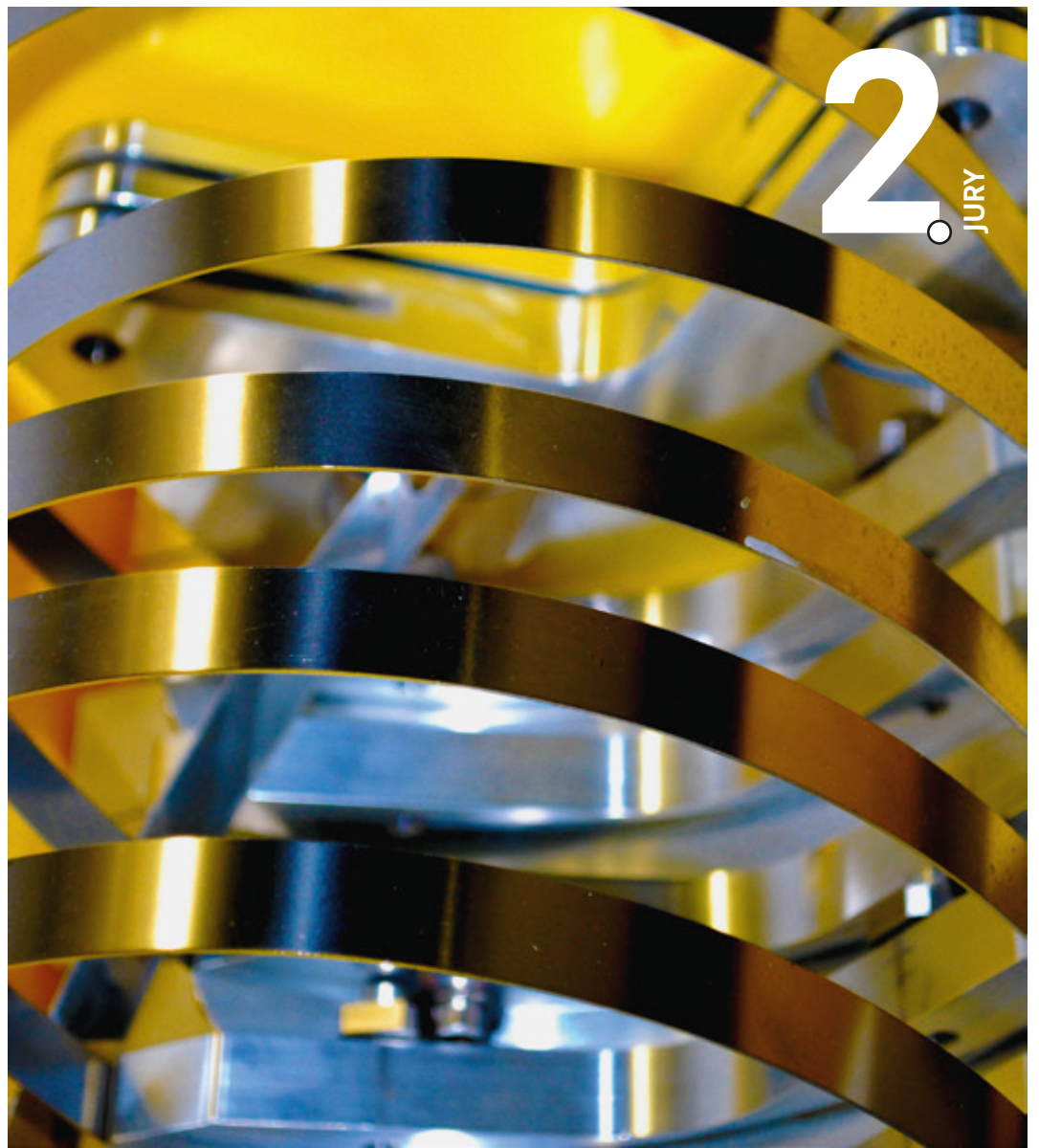
1. Platz Jury & 3. Platz Publikum: „Weltraum“ von Holger Fehsenfeld

2. Platz Jury: „Spirale“ von Isabel Wienold

3. Platz Jury: „Scientist at work“ von Martin Brüniger

1. Platz Publikum: „Einblick“ von Hans Georg Conradi

2. Platz Publikum: „The elephant“ von Doris Krock



2
JURY



2
PUBLIKUM



3
JURY

Im November 2015 hatte das HZB etwa 50 Hobby-Fotografinnen und -Fotografen eingeladen, nach Lust und Laune drei Stunden lang in den Experimentierhallen von BESSY II und den Laboren zu fotografieren. Gefragt war ein individueller, authentischer Blick auf Technik, Menschen und Arbeitsräume. Die schönsten Bilder reichten die Teilnehmer anschließend beim Fotowettbewerb zum HZB SCIENCE PHOTOWALK ein. Insgesamt 192 Fotos bewertete die fünfköpfige Jury, in der Experten aus Kunst, Fotografie und Medien vertreten waren. Sie wählte die besten 20 Motive aus und vergab drei Preise. Zusätzlich stimmten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des HZB über ihre Lieblingsmotive ab und prämierten drei Fotos für den Publikumspreis. Alle Siegerbilder haben wir auf den Seiten 30 – 31 abgebildet. Das Titelbild hat PHOTOWALK-Teilnehmer Erik Werner fotografiert.

www.helmholtz-berlin.de

