

SICHTBAR

HZB Helmholtz
Zentrum Berlin

DAS MAGAZIN AUS DEM HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN 1/2015



THEMEN UND
MENSCHEN

MAGNETFELDER BIS ZU 26 TESLA

Sieben Jahre Aufbauarbeit haben sich gelohnt: Der Hochfeldmagnet am HZB ist nun einsatzbereit.

ENERGIE

Lithium-Schwefel-Akkus

MATERIALIEN

Chinesisches Team entdeckt Gerüst für Proteinkristalle

ZUKUNFT

Gute Noten für das HZB
EMIL, NEAT und BESSY-VSR

ENERGIE



06

Sebastian Risse untersucht Lithium-Schwefel-Akkus

05

INTERVIEW

Nachwuchsgruppenleiterin Christiane Becker packt an

07–09

MELDUNGEN

Perowskit-Solarzellen / Mottenaugeneffekt / Neue Klasse von Halbleitern / Licht „addieren“ / Höhere Auflösung für Röntgenmikroskope

10–11

MASSGESCHNEIDERTE UNORDNUNG NUTZEN

Unordnung kann die Eigenschaften von Solarzellen und optischen Elementen verbessern

MATERIALIEN



13

Johannes Reuther baut eine Joint-Lab-Nachwuchsgruppe auf

14

NEUTRONENTOMOGRAFIE

Neue Methode an „TRIP“-Stahl getestet

15

MELDUNGEN

Haut mit Muskel / Grüppchenbildung im Nanogold

16–17

EIN GERÜST FÜR PROTEINE ZAHNWURZEL AN BESSY II

18–19

PORTRÄT

Physikerin Justine Schlappa koordiniert neues RIXS-Experiment

ZUKUNFT



28–29

Das HZB-Schülerlabor feiert 10-jährigen Geburtstag

21–23

SCHWUNGVOLL STARTEN

Evaluierung in 2014 gibt Rückenwind für die neue Förderperiode

24–25

ERWARTUNG ÜBERTROFFEN

Der Hochfeldmagnet erreicht Feldstärken von 26 Tesla

26–27

ZUKUNFTSPROJEKTE

BESSY-VSR / NEAT / EMIL

30–31

NACHWUCHSFÖRDERUNG UND KOOPERATIONEN

Sommerschulen und Joint Labs



LIEBE LESERINNEN UND LESER,

seit Anfang des Jahres steht der Hochfeldmagnet an der Neutronenquelle BER II des HZB. Sieben Jahre lang arbeitete das Team um Peter Smeibidl mit internationalen Partnern daran, dieses einzigartige Instrument zu entwickeln, zu konstruieren, aufzubauen und gründlich zu testen. Jetzt haben sie es geschafft, der Magnet übertrifft sogar die Zielvorgaben und kann Magnetfelder von bis zu 26 Tesla erzeugen! Nun bewerben sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus aller Welt um Messzeit, um ihre Proben mit Neutronen unter extrem hohen Magnetfeldern zu untersuchen.



Ina Helms

Ein wichtiges Thema im vergangenen Jahr war außerdem die Evaluierung des HZB. Denn als Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft stellt sich das HZB alle fünf Jahre einem internationalen Komitee aus Expertinnen und Experten, die alle Forschungsvorhaben bewerten. Die überwiegend sehr positive Bewertung gibt uns nun die Zuversicht, auf dem richtigen Weg zu sein.



Antonia Rötger

Natürlich berichten wir auch in dieser Ausgabe über interessante Forschungsergebnisse, über Menschen, die diese Forschung vorantreiben und über ihre anderen Aktivitäten. Sehr wichtig ist dabei die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses: Dafür haben wir am HZB zwei Schülerlabore aufgebaut, die seit zehn Jahren sehr gute Arbeit leisten; unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler engagieren sich aber auch in der Lehre an Universitäten und veranstalten Sommerschulen, um die Studierenden an die Forschung heranzuführen. Mit den „Joint Labs“, die wir zusammen mit ausgewählten Universitäten zu bestimmten Forschungsthemen aufbauen, haben wir eine Kooperation auf Augenhöhe etabliert, die nun als Modell gelten kann.

Wir wünschen Ihnen viel Vergnügen beim Lesen!

Ina Helms

Antonia Rötger

Impressum

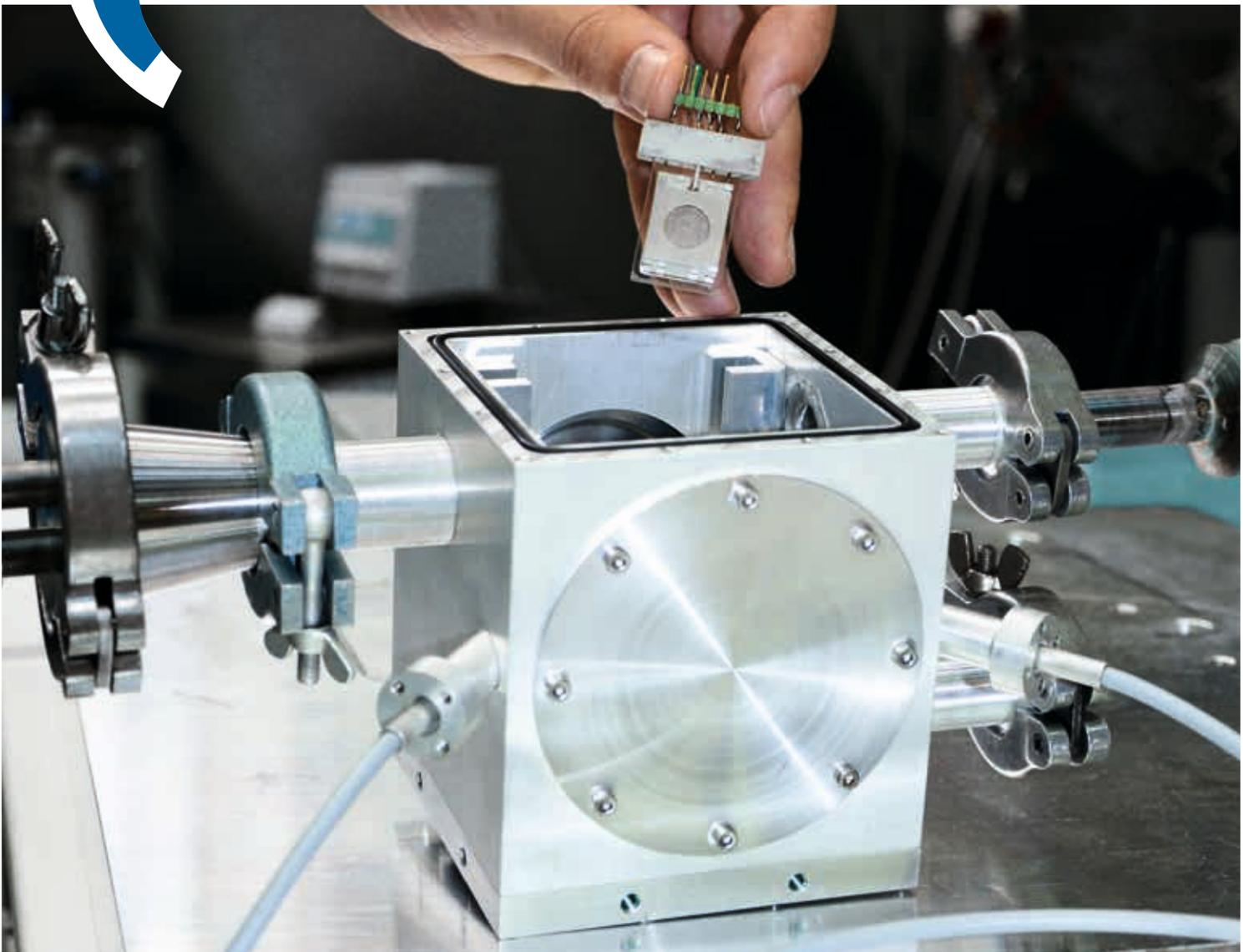
Herausgeber: Helmholtz-Zentrum Berlin, www.helmholtz-berlin.de

Redaktion: Antonia Rötger (arö), Ina Helms (V. i. S. P.). Rückmeldungen an: sichtbar@helmholtz-berlin.de

Gestaltung: Schleuse01 Werbeagentur GmbH, www.schleuse01.de

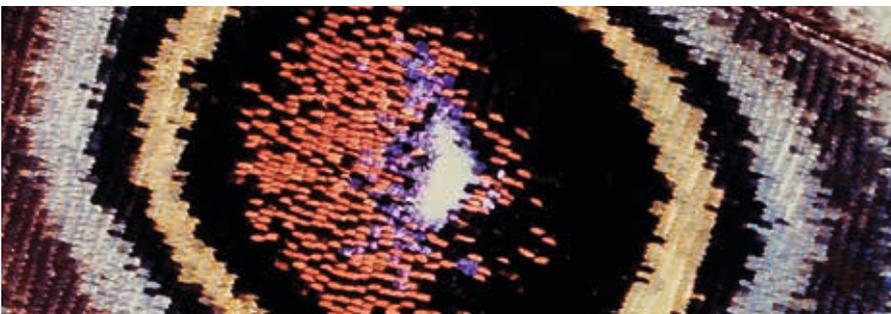
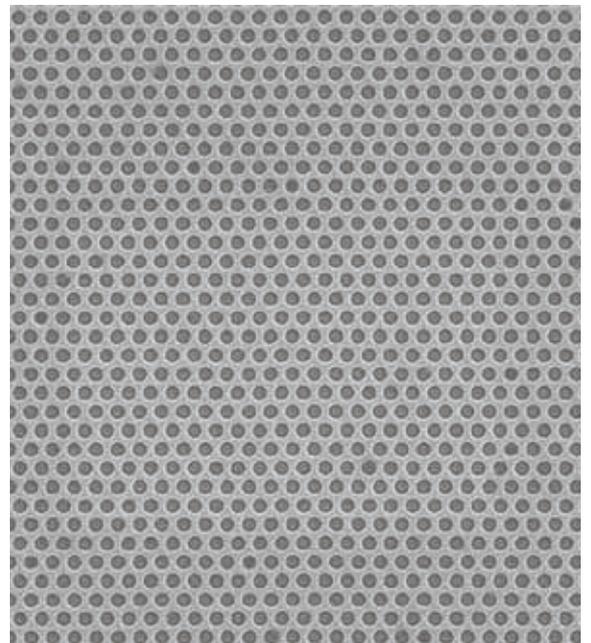
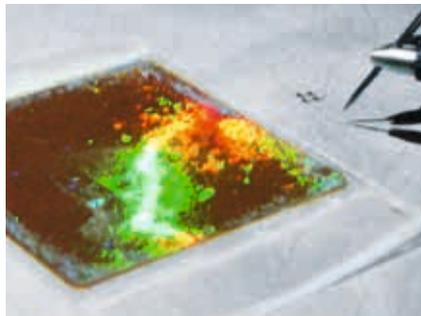
Fotonachweise: Bildrechte, wenn nicht anders genannt: HZB. Titelbild: Ingo Kniest; Fotolia.com: S. 8 (l. o.) © Klaus Epele, S. 8 (l. u.) © alexmillos, S. 14 (l. u.) © 3desc, S. 28 (o.) © koolander, S. 30 (o.) cienpiesnf, S. 31 (r. u.) pixelalex; Wikipedia: S.14 (o.) Francis Flinch

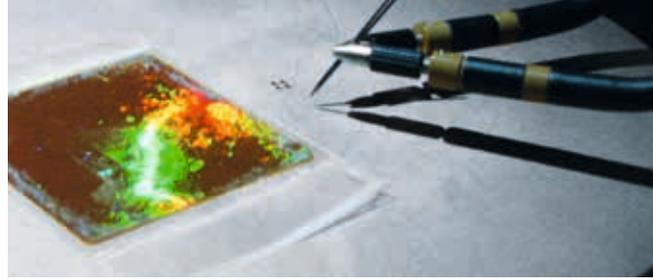
Druck: Elbe Druckerei Wittenberg, Breitscheidstraße 17, 06886 Lutherstadt Wittenberg
www.elbedruckerei.de



ENERGIE FÜR MORGEN:

Am HZB arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an neuen Lösungen, um die Energie der Sonne effizient umzuwandeln und auch zu speichern. Dabei entwickeln sie neue Materialsysteme, untersuchen die interessanten Eigenschaften, die durch Nanostrukturierung entstehen, und entwerfen „Architekturen“ für noch effizientere Solarzellen, leistungsfähigere und umweltfreundliche Batterien und Systeme, die Sonnenlicht in Wasserstoff umwandeln.





INTERVIEW

MEHR RELEVANZ

Christiane Becker leitet seit zwei Jahren ihre eigene Nachwuchsgruppe am HZB, die vom BMBF finanziert wird. Seit Herbst 2014 lehrt sie außerdem als Professorin an der HTW Berlin. Mit ihrer Forschung will sie dazu beitragen, dass Solarzellen noch viel günstiger werden.

Das Gespräch führte
Antonia Rötger.

Wie sind Sie zur Solarenergieforschung gekommen?

CB: Ich habe in der Promotion Grundlagenforschung im Bereich „Photonik“ gemacht. Das war total interessant, aber ich wollte dann etwas mit mehr unmittelbarer Relevanz machen. Irgendwann habe ich mich gefragt, was willst du tun mit dem, was du kannst? Und was ist dir wichtig? Die Energieversorgung umzustellen auf erneuerbare Quellen fand ich sehr sinnvoll. Deshalb habe ich den Schritt in die Solarenergieforschung ganz bewusst gemacht und mir dann auch ganz gezielt das HZB ausgesucht. Auch die Anwendungsnahe hab ich gesucht: Dass man wirklich am Ende etwas entwickelt, das die Industrie aufgreifen kann, das finde ich besonders schön.

günstig sind. Das funktioniert also nicht eventuell, sondern wirklich!

Jetzt ist die Professur dazugekommen. Wie stark sind Sie nun in den Lehrbetrieb eingebunden?

CB: Zurzeit halte ich die Anfängerphysikvorlesung für die Ingenieure für Erneuerbare Energien, von denen später auch viele am HZB Bachelor- oder Masterarbeiten schreiben. Das ist erst einmal viel Arbeit! Ich zeige keine Powerpoint-Präsentationen, sondern entwickle die Gedankengänge an der Tafel. Ich stelle auch nicht gleich die Lösung vor, sondern frage die Studierenden, wie es weitergehen könnte. Ich will ja, dass sie mitdenken.



CHRISTIANE BECKER
lehrt nun Physik
an der HTW Berlin.

Womit beschäftigen Sie sich mit der Nachwuchsgruppe?

CB: Wir arbeiten daran, mithilfe von Nanostrukturen das Licht möglichst effizient einzufangen und so den Wirkungsgrad von Solarzellen zu steigern. Nicht nur am HZB, sondern auch international konnten wir uns damit inzwischen ganz gut positionieren, und wir sind dabei den für die Nachwuchsgruppe gesetzten Zielen schon sehr nahe gekommen.

Haben Sie schon ein Ergebnis, auf das Sie besonders stolz sind?

CB: Ja, wir können jetzt photonische Kristalle, also periodische Silizium-Nanostrukturen, auf relativ großen Flächen herstellen, und zwar mit Methoden wie Nanoimprint-Lithographie und physikalischer Silizium-Abscheidung, die industriekompatibel und kosten-

Wie finden Sie neben Forschung und Lehre noch Zeit für Ihre Familie?

CB: Da bin ich relativ kompromisslos. Wenn ich dran bin, hole ich meinen Sohn von der Kita ab! Ich könnte auch jeden Tag hier bis in den Abend sitzen, aber die Kitaschließzeiten sind gesetzt. Und da spreche ich mich mit meinem Partner ab, wer wann lange arbeiten kann und wer abholt. Es sind eher andere Dinge, die zurückstehen, ich habe zum Beispiel früher sehr viel Musik gemacht, das schaffe ich jetzt in dem Maße nicht mehr.

Und was wollen Sie in Zukunft erreichen?

CB: Ich finde es wichtig, die Energie, die wir gratis von der Sonne beziehen, effizient nutzbar zu machen, da bin ich tatsächlich eine Überzeugungstäterin. Wir wollen mit unserer Forschung zum Lichtmanagement zumindest einen kleinen Beitrag dazu leisten. Ganz besonders würde mich freuen, wenn die eine oder andere Entwicklung den Weg in die industrielle Anwendung findet. ———



AKKUS OHNE GIFTIGE SCHWERMETALLE

Wiederaufladbare Batterien werden überall gebraucht. Dabei sind die etablierten Lithium-Ionen-Akkus noch nicht optimal. Am HZB arbeitet eine Gruppe nun mit Lithium-Schwefel-Akkus, die theoretisch das Dreifache der Energie speichern können.

Text: arö

Lithium-Ionen-Akkus sind zwar stabil und speichern viel Energie, benötigen aber problematische Schwermetalle wie Cadmium und Kobalt. Seit 2010 boomt daher die Forschung an Lithium-Schwefel-Akkus, täglich erscheint inzwischen eine neue wissenschaftliche Arbeit dazu. Theoretisch könnten Lithium-Schwefel-Akkus sogar dreimal mehr Energie speichern, aber praktisch sind sie davon noch weit entfernt. Außerdem lässt ihre Speicherkapazität mit jedem Ladezyklus deutlich nach. Postdoc Sebastian Risse will diese Probleme nun angehen. Seit August 2013 untersucht er am HZB die Prozesse beim Laden und Entladen an Lithium-Schwefel-Kathoden aus nanoporösem Kohlenstoff.

MIT FRISCHEM BLICK

„Da ich mich ganz neu einarbeiten musste, habe ich die wichtigsten Publikationen hintereinanderweg gelesen. Dabei sind mir ein paar Dinge aufgefallen“,

berichtet Risse. Insbesondere fand er, dass sich die Messkurven für unterschiedliche Kathodenmaterialien bei Lithium-Schwefel-Akkus überraschend ähnlich sind, ganz so, als ob eigentlich nur zwei Grundprozesse eine Rolle spielen. Das könnte sich modellieren lassen, vermutete er. Dabei ließ er sich von Joe Dzubiella beraten, einem theoretischen Physiker, der sich am gleichen Institut auf die Modellierung komplexer Systeme spezialisiert hat. Mit so genannten Markov-Ketten, die zufällige Prozesse gut beschreiben, konnten sie zeigen, wie mit jedem Ladezyklus die inaktive „tote“ Phase wächst. Dieses Modell liefert wichtige Kenngrößen für jedes untersuchte Batteriesystem und macht diese untereinander vergleichbar. Daraus zieht Risse nun Informationen, um die Kathoden weiter zu optimieren.

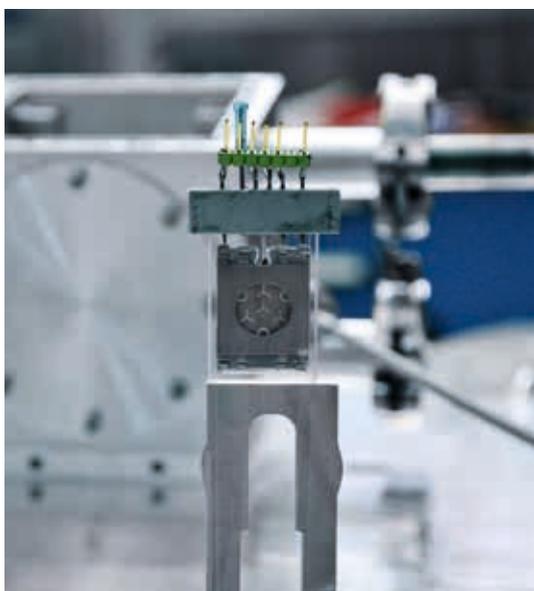
Risse will aber nun auch experimentell untersuchen, was in den Kathoden abläuft: Diese bestehen aus nanoporösem Kohlenstoff und wurden eigens für die

Lithium-Schwefel-Batterien am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Göttingen entwickelt. Die Schwefelverbindungen liegen zunächst als Ringe aus je acht Schwefelatomen vor. Die Ringe können sich auftrennen und jeweils ein Lithium-Ion an ihren Enden transportieren. Während des Entladevorgangs werden diese Ketten kürzer, bis nur noch ein einziges Schwefelatom zwischen zwei Lithium-Atomen verbleibt. Das Nachlassen der Speicherkapazität könnte unter anderem mit der Aggregation des Schwefels zu großen Klumpen zusammenhängen. Und vielleicht könnte ein gezieltes Design der Porenstruktur dieses Verklumpen verhindern, hoffen die Forscher.

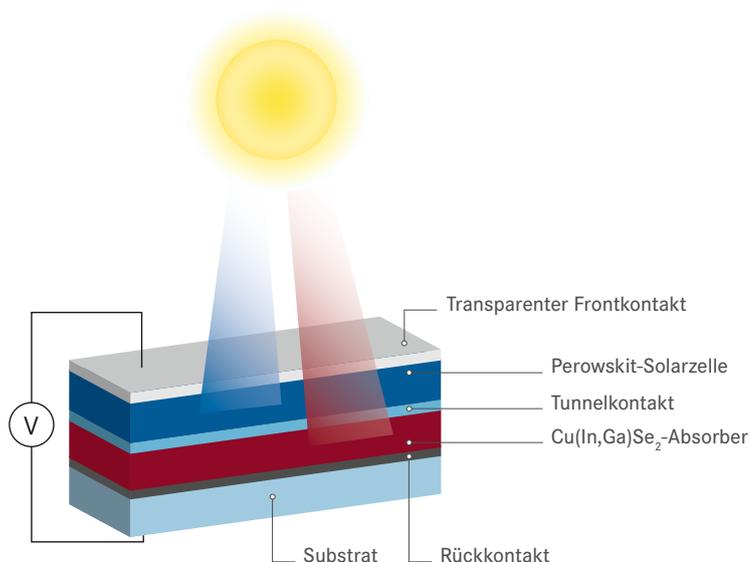
MULTITALENT 5-D-MESSZELLE

Das Prinzip ist also klar, aber der Teufel steckt im Detail. Um die Prozesse an den nanostrukturierten Kathoden besser zu verstehen, hat Risse nun eine Messzelle gebaut, die gleich fünf unterschiedliche Messungen ermöglicht: von spektroskopischen Methoden bis zur Neutronenstreuung am BER II. Die Neutronenstreuung klärt zum Beispiel, welche Poren mit Schwefelringen besetzt sind und wo Li_2S -Moleküle sitzen. Andere Prozesse sollten dagegen am besten mit Röntgenpulsen untersucht werden, meint Risse. Denn eine ähnliche „5-D-Zelle“ könnte auch für den Einsatz an BESSY II konstruiert werden, zum Beispiel im neuen Labor EMIL.

Fotos: Risse (großes Foto oben) hat eine Messzelle entworfen, die gleichzeitig und in situ unterschiedliche Messungen ermöglicht. An der Probe (Foto unten) werden Kontakte und Sensoren angeschlossen. Foto: A. Kubatzki / HZB



PEROWSKITE: HYPE ODER HOFFNUNG?



Grafik: Thomas Unold

HZB-Forscher wollen Perowskit-Solarzellen mit Dünnschichtzellen kombinieren: Denn solche Tandemzellen können Licht unterschiedlicher Wellenlänge nutzen.

In der Regel dauert es viele Jahre, bis neue Materialsysteme für Solarzellen einen hohen Wirkungsgrad erzielen. Bei Perowskit-Solarzellen dagegen stieg der Wirkungsgrad innerhalb weniger Monate von etwa drei auf über 18 Prozent. Die Pioniere lagerten die Perowskite zunächst in Form von Nanokristalliten in mesoporöse Titanoxidschichten ein und kombinierten sie dann mit einem organischen Lochleitermaterial.

„Wir gehen einen anderen Weg“, erklärt Thomas Unold, der die Abteilung „Komplexe Verbindungshalbleiter für die Photovoltaik“ am HZB leitet. „Wir wollen dünne Perowskit-Absorberschichten herstellen, die wir dann in klassische Dünnschichtsolarzellen integrieren. Auch eine Kombination mit anorganischen Dünnschichtzellen, etwa aus Silizium oder Chalkopyrit, ist geplant.“ Während die anorganische Dünnschichtzelle vor allem das langwellige rote Licht absorbiert, kann die Perowskit-Schicht das blaue Licht nutzen, um Ladungsträger zu trennen. Damit ist eine Tandemzelle in der Lage, einen viel höheren Anteil des Lichts in Strom umzuwandeln. Die HZB-Forscherinnen und -Forscher bringen ihre Expertise in unterschiedlichen Dünnschichttechnologien sowie in der Analytik und der Charakterisierung ein. So können sie während des Aufwachsens neuer Schichten untersuchen, welche Prozesse dabei stattfinden und wie sich die Mikrostruktur und die elektronischen Eigenschaften ausbilden.



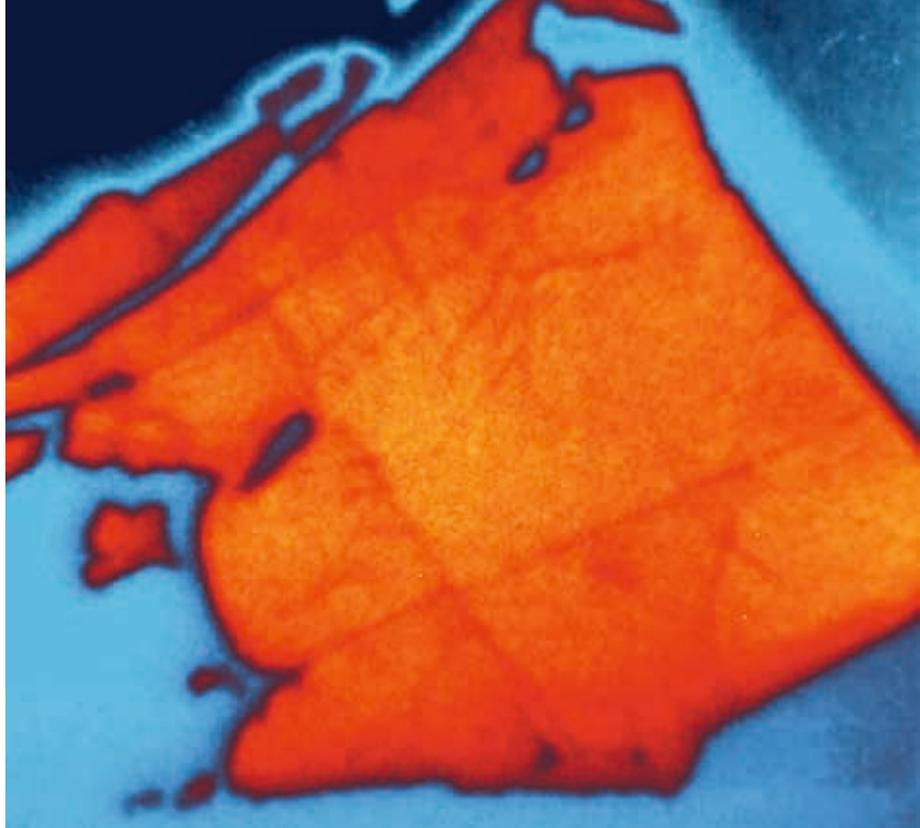
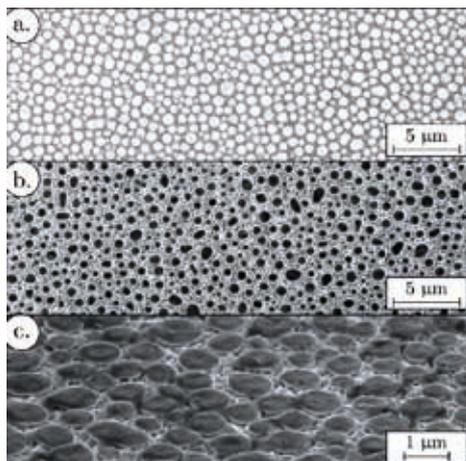
KÜNSTLICHES MOTTENAUGE ALS LICHTFÄNGER

Forscher der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), Zürich, haben an BESSY II eine photoelektrochemische Zelle für die Spaltung von Wasser mit Licht untersucht, deren Oberfläche ähnlich wie ein Mottenaug strukturiert ist. So fängt sie deutlich mehr Licht ein, was die Ausbeute an Wasserstoff erhöht. Für die Strukturierung verwendeten sie preiswerte Materialien wie Wolframoxid und Rost, also Eisenoxid.

Die EMPA-Forscher Florent Boudoire und Artur Braun haben eine spezielle Mikrostruktur auf der Photoelektrode aufgebracht, die aus winzigen Partikeln von Wolframoxid besteht. Die gelben Kügelchen werden auf einer Elektrode aufgetragen und dann mit einer hauchdünnen Schicht Eisenoxid überzogen. Fällt Licht auf die Partikel, wird es mehrfach hin und her reflektiert, bis es absorbiert ist und die gesamte Energie für die Spaltung von Wassermolekülen zur Verfügung steht.

Im Grunde funktioniert die neu erdachte Mikrostruktur wie das Auge einer Motte, erklärt Florent Boudoire: Die Augen von Nachtfaltern müssen viel Licht einsammeln und dürfen so wenig wie möglich reflektieren, sonst wird der Falter entdeckt und gefressen. Die Mikrostruktur dieser Augen ist speziell auf die Wellenlänge des Lichts angepasst.

Bild: Rasterelektronenmikroskopie der Oberfläche der photoelektrochemischen Zelle vor der Pyrolyse (a) und nach der Pyrolyse (b und c). Bild: EMPA



EINE NEUE KLASSE VON HALBLEITERN FÜR EFFIZIENTE NANOOPTISCHE BAUTEILE

Dünne Schichten aus bestimmten Chalkogeniden könnten sich als nanooptische Bauelemente eignen, zum Beispiel als LEDs, Laser oder Solarzellen. Denn einatomare Lagen aus solchen Verbindungen verhalten sich wie zweidimensionale Halbleiter. Nun haben Wissenschaftler der University of California und des Lawrence Berkeley National Lab eine so genannte Heteroverbindung aus zwei unterschiedlichen Chalkogeniden hergestellt und ihre elektronischen und optischen Eigenschaften auch am HZB an BESSY II untersucht. Die Probe bestand aus einer einatomaren Lage aus Wolframselenid, die auf Molybdänsulfid aufgebracht war. „An BESSY II haben wir mit lokaler Röntgen-Photoemissionsspektroskopie am SPEEM-Mikroskop gesehen, dass beide Schichten elektronisch miteinander koppeln und ein Ladungstransfer stattfindet“, sagt Florian Kronast vom HZB. Damit sind solche Chalkogenid-Heteroverbindungen interessante Kandidaten für neue Bauelemente.

Bild oben: Die Abbildung zeigt Wolframselenid (orange) auf Molybdänsulfid (blau).



PHOTOVOLTAIK BOOMT!

Weltweit sind schon mehr als 100 Gigawatt an PV-Leistung installiert, davon etwa ein Drittel in Deutschland. 2013 war ein Rekordjahr mit 38,4 Gigawatt (2012: 30 GW) neu installierten PV-Anlagen weltweit und 11 Gigawatt (2012: 17,7 GW) in Europa. Doch während in Europa der Ausbau weniger schnell vorangeht, nehmen die asiatischen Riesen an Fahrt auf, allen voran China (2013: 11,8 GW), gefolgt von Japan mit 6,9 Gigawatt. (Quelle: <http://www.epia.org/news>)

ORGANISCHE SCHICHT ADDIERT DAS LICHT

Solarzellen können nur Photonen mit einer bestimmten Mindestenergie für die Stromerzeugung nutzen. Eine Idee ist daher die „Aufkonversion“, bei der ein Material hinter der Solarzelle die Energie von Photonen addiert und wieder in die Solarzelle zurückwirft.

Ein Team vom HZB und der University of New South Wales, Australien, hat dafür ein organisches Material in Solarzellen eingesetzt, das vielversprechend ist: Dabei wandeln die organischen Moleküle über Prozesse in ihren Elektronenorbitalen (Triplet-Triplett-Annihilation, kurz TTA) Photonen mit niedriger Energie in solche mit höherer Energie um, sie addieren quasi das Licht. Dabei zeichnet sich das organische Material sowohl durch hohe Absorptionskraft aus als auch durch eine potenziell hohe Quantenausbeute, berichtet Tim Schulze aus der Gruppe um Klaus Lips. Auch die neuen Ergebnisse geben Anlass zur Hoffnung: So blieben die organischen TTA-Schichten länger stabil als erwartet und die Stromausbeute ließ sich noch



steigern, schreibt Schulze in einem Übersichtsbeitrag im Fachmagazin *Energy & Environmental Science*. Und Teamleiter Klaus Lips merkt an: „Die TTA-Aufkonversion ist eine generische optische Technologie und könnte nicht nur Dünnschicht-Solarzellen, sondern potenziell auch die photoelektrochemische Produktion von Brennstoffen oder organische LEDs verbessern.“

Organische Moleküle (hier in einer Kuvette) wandeln über Prozesse in ihren Elektronenorbitalen „rote“ Photonen in „blaue“ Photonen um. Foto: Y. Y. Cheng / UNSW

SCHÄRFER SEHEN MIT RÖNTGENLICHT

HZB-Physiker haben ein Verfahren entwickelt, das die Auflösung in der Röntgenmikroskopie deutlich erhöhen und ein Vielfaches des Röntgenlichts für die Abbildung nutzen kann. Sie erzeugten dafür eine dreidimensionale Röntgenoptik für Volumenbeugung, die aus übereinander gestapelten Fresnel-Zonenplatten besteht. Diese dreidimensionalen Nanostrukturen fokussieren das einfallende Röntgenlicht wesentlich effizienter und verbessern die Auflösung auf unter zehn Nanometer. „Theoretisch könnten sogar fast 100 Prozent des einfallenden Lichts für die Abbildung genutzt werden“, erklärt Stephan Werner von der Arbeitsgruppe „Mikroskopie“ am HZB-Institut für Weiche Materie und Funktionale Materialien.

Um die dreidimensionale Röntgenoptik zu erzeugen, haben die HZB-Experten drei Fresnel-Zonenplatten nahezu perfekt gestapelt. „Wir können die Fresnel-Zonenplatten mit einer Präzision von weniger als zwei Nanometern übereinander positionieren“, sagt Gerd Schneider, der die Arbeitsgruppe „Mikroskopie“ leitet. Die neuen Optiken könnten Strukturen in biologischen Proben noch präziser darstellen, sind aber auch für die Forschung an Nanostrukturen wichtig, die zum Beispiel in neuen Batteriesystemen zum Einsatz kommen.

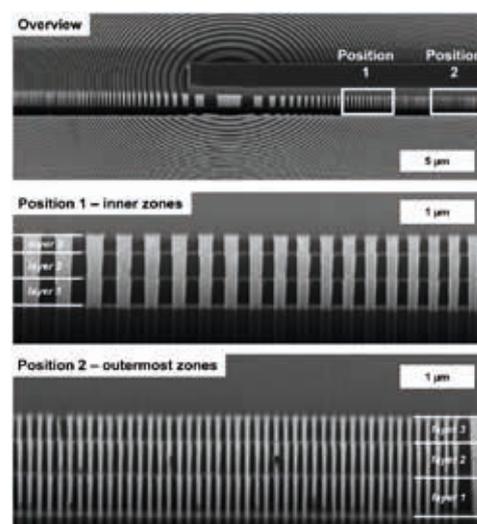


Bild: Unter dem Rasterelektronenmikroskop wird sichtbar, wie genau die drei Fresnel-Zonenplatten übereinander positioniert werden konnten. Mit solchen 3-D-Röntgenoptiken lassen sich Auflösung und Lichtstärke deutlich steigern. Bild: S. Werner / HZB.



MASSGESCHNEIDERTE UNORDNUNG NUTZEN



Foto: Ob eine Oberfläche (hier ein Schmetterlingsflügel) bunt schillert oder ebenmäßig weiß wirkt, hängt auch von ihrer Nanostrukturierung ab. Foto: Hans Bernhard / Wikipedia / unter CC

Text: arö

Skalen: So zeigen Schmetterlingsflügel schillernde Farben, während das nahezu identische Ausgangsmaterial bei Käfern der Familie Cyphochilus mit einer dreidimensionalen Nano-Architektur zu einer fast perfekt weißen, gleichmäßig streuenden Oberfläche führt. Erst in den letzten zwei Jahren werden auch unregelmäßige Strukturen systematisch auf ihren Nutzen für optische Anwendungen untersucht. Dabei zeigen zufällige Nanostrukturen ein erstaunliches Potenzial, wie etwa das kleinste Spektroskop der Welt, das auf Unordnung basiert.

Das Potenzial von „Unordnung“ ausloten

Um systematisch die Möglichkeiten dieser neuen Klasse von Materialien auszuloten, arbeiten im Kernteam des SPP „Tailored Disorder“ Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus mehreren Disziplinen und Forschungseinrichtungen zusammen. Sie untersuchen die komplexen Systeme theoretisch und experimentell, modellieren sie und probieren unterschiedliche Verfahren der Nanostrukturierung und chemischen Synthese aus.

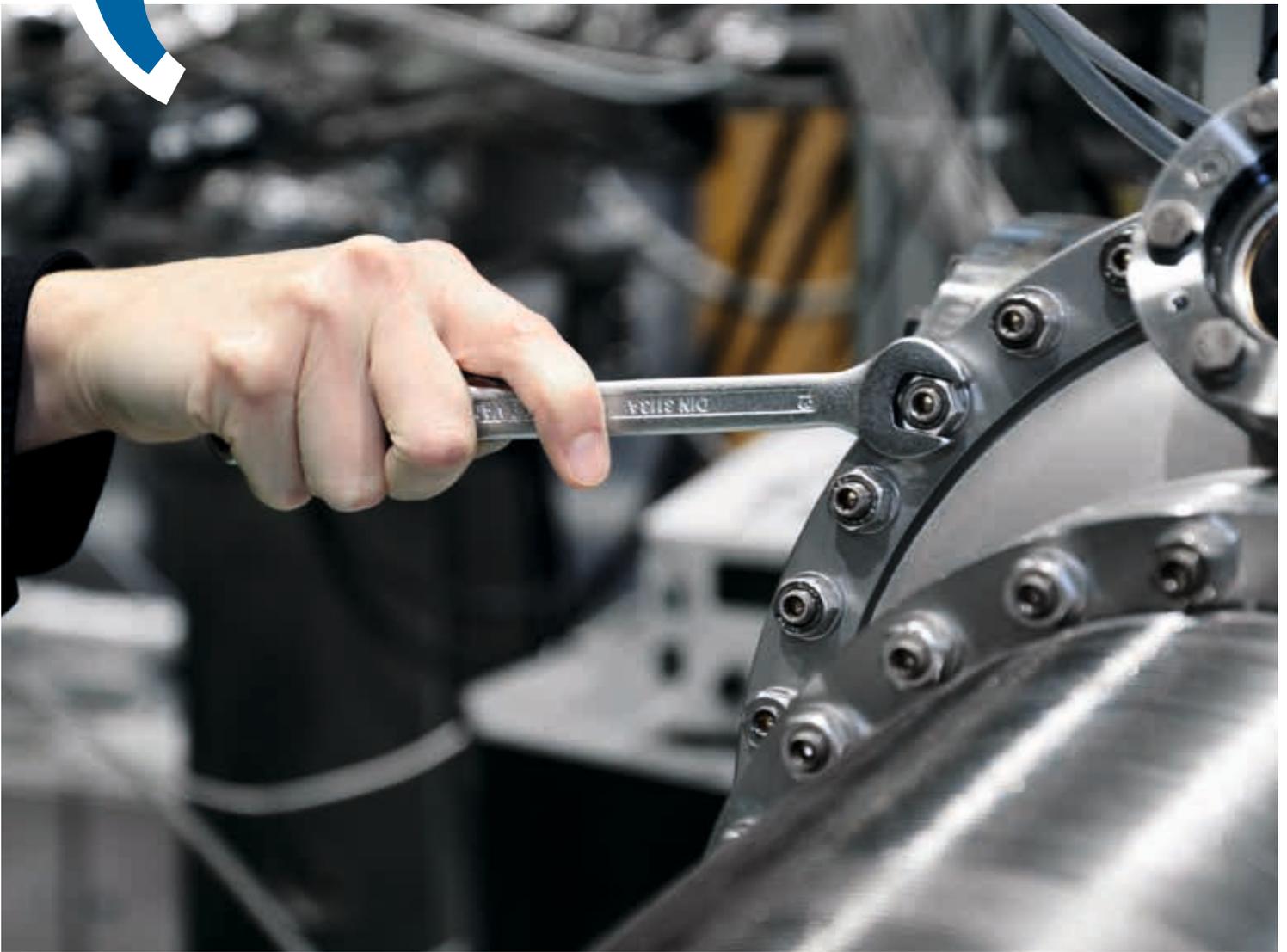
Neuartige Solarzellen, optische Elemente oder Spezial-Lacke

„Beherrschen wir diese neuartigen Materialien, wird das völlig neue Möglichkeiten zur Kontrolle breitbandigen Lichts ergeben, da die Anzahl der Freiheitsgrade mit maßgeschneiderter Unordnung viel höher ist als für geordnete Systeme“, erklärt die Koordinatorin Silke Christiansen vom HZB. Die möglichen Anwendungen reichen von verbesserten Solarzellen über neuartige optische Elemente bis hin zu speziellen Autolacken.

Aber auch in der Grundlagenforschung verspricht man sich neue Erkenntnisse, zum Beispiel zum Verständnis von Zufallslasern. Selbst die Medizin wird von den Ergebnissen des SPP „Tailored Disorder“ profitieren: Denn versteht man die Streu-Eigenschaften von organischen Materialien wie etwa der menschlichen Haut, wird es auch möglich sein, durch sie „hindurchzusehen“.

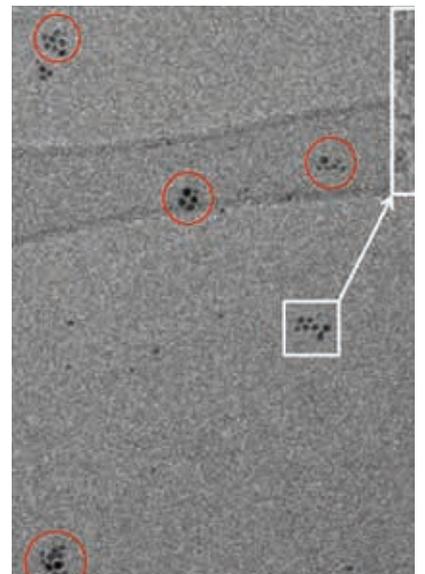
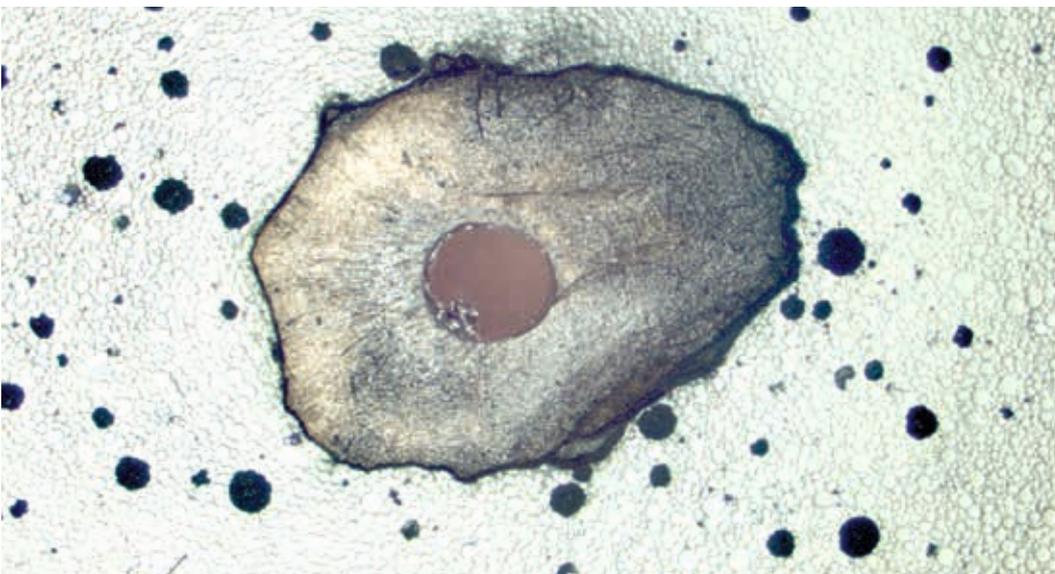
Unordnung ist interessant, auch als Forschungsthema. Silke Christiansen koordiniert nun ein großes Programm zu „maßgeschneiderter Unordnung“, das von 2015–2021 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit insgesamt zwölf Millionen Euro gefördert wird.

Bisher wurde ein Höchstmaß an Regelmäßigkeit als Voraussetzung für perfekte Funktionalität angenommen. Dabei liefert die Natur viele Vorlagen für die Nutzung maßgeschneiderter Unordnung auf kleinsten



ZUKUNFTSMATERIALIEN

Immer besser verstehen wir, wie technische Materialien altern, was in magnetischen Strukturen geschieht oder warum Supraleiter verlustlos Strom leiten. Doch bei genauerer Analyse ergeben sich weitere Fragen. Am HZB arbeiten Forscherinnen und Forscher daran, solchen Fragen auf den Grund zu gehen. Dafür nutzen sie alle Instrumente an der Photonenquelle BESSY II und an der Neutronenquelle BER II. Ihre Ergebnisse tragen dazu bei, neue Katalysatoren zu entwickeln, den Verbrauch von Ressourcen zu reduzieren und neuartige Bauelemente für die IT zu entdecken, und liefern auch neue Erkenntnisse und Methoden für die Lebenswissenschaften.



PORTRÄT

Text: Jonas Böhm

Aus dem milden Klima Südkaliforniens hat Johannes Reuther den Wechsel in die raue Berliner Luft gewagt: Im Juli 2014 ist der theoretische Physiker umgezogen, vom California Institute of Technology (Caltech) an das HZB und die Freie Universität. Hier baut er nun ein „Joint Lab“ auf, das beide Einrichtungen jeweils zur Hälfte finanzieren. Reuther wird auf sechs Jahre befristet Juniorprofessor an der FU, erhält Sachmittel und zwei Doktorandenstellen für seine Nachwuchsgruppe.

„Die Stelle hat super gepasst, weil ich sowieso vorhatte, mit meiner theoretischen Arbeit näher an das Experiment zu rücken“, sagt Reuther. „Außerdem hat Berlin international einen guten Ruf. Ich habe den Eindruck, da entwickelt sich etwas, sowohl in der Forschungslandschaft als auch in der Stadt.“ Mit dem „Joint Lab“ verbindet er seine theoretische Arbeit an der FU mit den Experimenten am HZB. Sein Thema ist



trationen wird Reuther mit seiner Nachwuchsgruppe weiter untersuchen. Zusätzlich möchte er auf seine Erfahrungen in den USA zurückgreifen, wo er am Caltech und an der UC Irvine unter anderem zu Quantencomputern und topologischen Isolatoren geforscht hat.

Doch bevor sich der theoretische Physiker in die Welt der Quanten stürzen kann, muss er noch einiges organisieren – so wie die anderen Nachwuchsforscher, die ebenfalls „Joint Labs“ aufbauen. Neben Reuther und seinem „BerQuam“, dem „Berlin Joint Lab for Quantum-Magnetism“, startet Jan Behrends gerade mit dem „Berlin Joint EPR Lab“. Außerdem steht das „Joint Lab for Non Equilibrium of Matter“ in den Startlöchern. Ein Leiter wird aber noch gesucht.

Zu den Aufgaben der neuen Chefs gehört die Suche nach je zwei Doktoranden. „Bisher habe ich immer



JOHANNES REUTHER KOMMT VOM CALTECH

„Joint Labs“: Große Chance für junge Forscher

Johannes Reuther ist Juniorprofessor an der FU und baut mit dem „Joint Lab“ eine eigene Nachwuchsgruppe auf.
Foto: Jonas Böhm

der Quantenmagnetismus. Von dieser Fachrichtung spricht Reuther gerne als seiner „wissenschaftlichen Heimat“.

FRUSTRIERTE QUANTENZUSTÄNDE

Am Karlsruher Institut für Technologie hat er 2011 über „frustrierte Quantenzustände“ promoviert. Frustriert sind Elektronenspins immer dann, wenn sie in einem Kristallgitter eines Festkörpers keine bevorzugte Richtung einnehmen können, wodurch neuartige Quantenzustände entstehen. Solche Frus-

in einem Team geforscht, aber ohne selbst der Gruppenleiter zu sein. Mich selbst als Nachwuchsgruppenleiter zu sehen und zu etablieren, das finde ich sehr spannend – und da freue ich mich echt drauf“, meint Reuther.

Inzwischen gibt es bereits acht „Joint Labs“ am HZB; das erste war 2010 das „Joint MX Lab“ zur Proteinkristallographie. Kooperationspartner sind Hochschulen und andere Forschungseinrichtungen. _____

Mehr Informationen zu den „Joint Labs“, S. 31.

Ob beim Schweizer Taschenmesser oder bei Implantaten in der Medizintechnik: Das Material kann sich durch mechanische Beanspruchung verändern. Eine neue Methode zeigt, was dabei geschieht.



NEUTRONENTOMOGRAFIE FÜR DIE MATERIALANALYSE

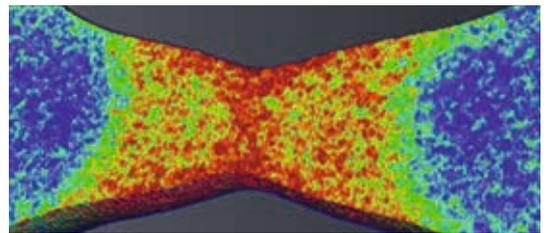
Text: arö

Forscher am HZB und an der University of Tennessee Knoxville (UTK) haben eine neue Methode der Neutronentomografie entwickelt, die deutlich genauere Einblicke in Hightech-Materialien ermöglicht: Damit lassen sich unterschiedliche kristalline Phasen erstmals auch innerhalb der Probe genau kartieren. Zuvor konnten solche Verteilungen nur an der Oberfläche oder innerhalb sehr kleiner Proben ermittelt werden. Dayakar Penumadu und sein Doktorand Robin Woracek von der UTK haben das neue bildgebende Verfahren mit den HZB-Forschern Ingo Manke, Nikolay Kardjilov und André Hilger entwickelt. Dafür haben sie den Kontrast für Bragg-Streuung im polykristallinen Material verbessert, sodass sie deutlich präzisere Daten gewinnen konnten. „Wir haben die Leistungsfähigkeit dieser Methode an Proben aus rostfreiem „TRIP“-Stahl demonstriert, in denen wir durch Torsion oder Zug gezielt Phasenübergänge ausgelöst haben“, erklärt Penumadu.

Foto unten: „TRIP“-Stahl ist nicht nur rostfrei, sondern gilt auch als besonders belastbar.



Rostfreier Stahl wird überall eingesetzt und muss stellenweise höchsten Belastungen standhalten. Um abzuschätzen, wann das Material „ermüden“ könnte, oder um industrielle Umformungsprozesse zu charakterisieren, muss man wissen, wo Belastungen Phasenumwandlungen auslösen, die das Gefüge verändern. Die Forscher untersuchten Proben aus Stahl mit Durchmesser von acht Millimetern, die anfangs hauptsächlich aus Austenit-Kristalliten bestanden. Einige Proben wurden im Zugversuch plastisch verformt, andere im Torsionsversuch verdreht. Bei den Zugproben wandelten sich in der verengten



Die Neutronentomografie zeigt, wie sich in einer „TRIP“-Stahlprobe nach Zugspannung die kristalline Austenit-Struktur (blau) an den Stellen höchster Belastung in Martensit (rot) umwandelt. Foto: HZB / Wiley VCH

Region in der Mitte, welche die höchste Verformung aufweist, die meisten Kristallite von Austenit in Martensit um. Bei den Torsionsproben hingegen nimmt die Spannung von der Mitte zum äußeren Radius hin zu. Entsprechend war auch die Umwandlung von Austenit-Kristalliten in Martensit-Kristallite an der Oberfläche am größten, zeigten die Messungen. Diese quantitativen Ergebnisse stimmten hervorragend mit Stichprobenuntersuchungen der Kristallstrukturen durch Neutronen- und Röntgendiffraktion überein.

Die neue Charakterisierungsmethode kann Unregelmäßigkeiten im Probenvolumen aufdecken, die mit keiner anderen Technik detektierbar wären. Dabei ist sie auch auf andere Materialien anwendbar, um Materialeigenschaften oder Herstellungsprozesse zu optimieren. Experten erwarten, dass sich damit zum Beispiel die Entwicklung von superelastischen Legierungen und Formgedächtnis-Legierungen verbessern lassen, die auch für die Medizintechnik wichtig sind. —

HAUT MIT MUSKELN

EINFACHE FORMELN
BESCHREIBEN KOMPLEXES
VERHALTEN**HZB-Forscher hilft Chemikern, Materialien zu verstehen**

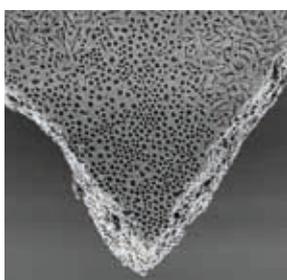
Venusfliegenfallen rollen ihre Blätter blitzschnell zusammen und Tannenzapfen klappen ihre Schuppen zu: Die Natur hat Materialien entwickelt, die auf äußere Reize mit Bewegung reagieren. Das versuchen nun Chemiker ebenfalls: Ein besonders schönes Ergebnis ist jetzt einem Team um Jiayin Yuan aus dem MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Gollm gelungen. Sie haben eine Membran synthetisiert, die sich rasch zusammenrollt, wenn sie mit Aceton bedampft wird. Welche Faktoren dabei für die hohe Geschwindigkeit sorgen, konnte nun Joe Dzubiella, theoretischer Physiker aus dem HZB, zeigen.

Diffusionsgleichung und einfache Geometrie

Die Diffusionsgleichung zeigt: Je größer die Poren sind und je dünner die Membran, desto schneller wandern die Gasmoleküle durch die Schicht. Genau dieses Verhalten haben die Chemiker im Labor beobachtet. „Und das Aufwickeln, das ist einfach Geometrie“, sagt Dzubiella, „denn wenn die Membran sehr dünn ist, genügen schon kleine Ausdehnungen der oberen Schichten, um sie stark zu krümmen.“ Binnen einer Zehntelsekunde rollt sich die Membran auf, zehnmal schneller als bei vergleichbaren Materialien.

Joe Dzubiella arbeitet zusammen mit Postdoc Jan Heyda nun daran, die Bewegung der Gasmoleküle im Netzwerk der Membran auf dem Computer zu simulieren. Denn auf mikroskopischer Ebene sind die Vorgänge komplex. „Häufig zeigen erst Simulationen, welche Prozesse und Faktoren dabei entscheidend sind. Diese Erkenntnisse helfen dann den Chemikern, die gewünschten Eigenschaften zu erreichen“, erklärt er. Bei den Anwendungen sind der Fantasie keine Grenzen gesetzt; man könnte Materialien mit Membranen beschichten, die sich zusammenfallen, wenn sie mit bestimmten Molekülen in Kontakt kommen. Wie die Chemiker bereits gezeigt haben, funktioniert das Zusammenrollen nicht nur mit dem stechend riechenden Aceton, sondern sogar mit französischem Parfum. _____

Rasterelektronenmikroskopie der Membran. Bild: MPIKGF

**GRÜPPCHENBILDUNG IM
NANOGOLD**

Eine erstaunliche Beobachtung haben Forscher des HZB und der Humboldt-Universität zu Berlin gemacht: Sie untersuchten die Bildung von Gold-Nanoteilchen in einem Lösungsmittel und stellten fest, dass sich die Nanoteilchen von selbst zu kleinen Clustern gruppieren.

Dies wiesen sie mit Kleinwinkelstreuung an BESSY II nach. Eine Überprüfung am Elektronenmikroskop bestätigte ihren Befund. „Die Forschung daran geht jetzt weiter, denn wir sind überzeugt, dass sich solche Nanocluster als günstige Katalysatoren eignen, sei es in Brennstoffzellen, bei der Wasserspaltung mit Sonnenlicht oder für andere technisch wichtige Reaktionen“, sagt Armin Hoell (HZB).

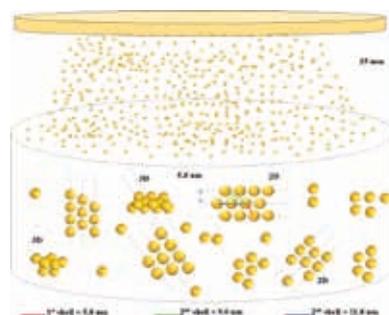


Bild: Cryo-TEM-Aufnahme von Gold-Nanoteilchen in dem besonderen Lösungsmittel. Die Sputterzeit beträgt 300 s. HU Berlin / HZB

„Das Besondere an dem neuen Verfahren ist, dass es mit einem umweltfreundlichen und billigen Lösungsmittel funktioniert“, erklärt Klaus Rademann von der HU Berlin. Über diesem Lösungsmittel brachten die Berliner Forscher eine Goldfolie an, aus der sie durch Beschuss mit Edelgasionen einzelne Goldatome herauslösten. Dabei bildeten sich zunächst Nanoteilchen, die sich im Lösungsmittel verteilten. Ab Durchmessern von fünf Nanometern hörten die Teilchen auf zu wachsen, vermehrten sich aber weiter und organisierten sich zu kleinen Grüppchen aus bis zu zwölf Nanoteilchen.

EIN GERÜST FÜR PROTEINE

Eine neue Materialklasse ermöglicht es, organische Proteinmoleküle kristallin anzuordnen und damit zu analysieren.

Text: Hannes Schlender

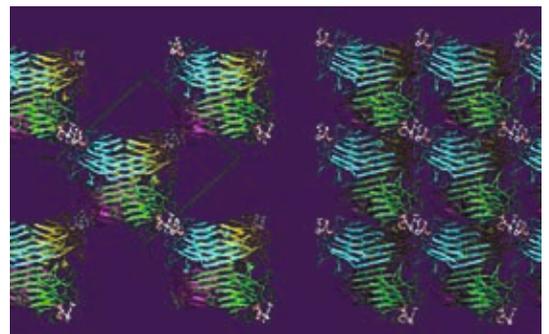
Grafik rechts: Anordnung der Concanavalin A – Proteinmoleküle in zwei verschiedenen Gerüsten. Fudan Universität / HZB

Bild unten: Yan Lu (links) und Guosong Chen (rechts) kennen sich schon lange, ein kleiner Tipp führte nun zu einer großen Entdeckung.

Text unten: arö

Jeder kennt das Phänomen vom Frühstücksei: Proteine sind empfindliche Moleküle. Unter bestimmten Umständen – etwa in kochendem Wasser – verlieren sie ihre natürliche Gestalt, sie denaturieren und werden fest. Es ist ausgesprochen schwierig, diese großen, organischen Moleküle in eine kristalline Ordnung zu bringen. Nur mit enormem Aufwand gelingt es, winzige und meist ziemlich fragile Kristalle zu gewinnen, die sich dann auch mit der Röntgenstrukturanalyse untersuchen lassen.

Nun hat ein Team von der Fudan-Universität in Shanghai, China, an der MX-Beamline von BESSY II eine völlig neue Materialklasse entdeckt: ein so genanntes „Protein Crystalline Framework“ (PCF), das eine Art Gerüst für Proteine bildet. In den PCFs sind Proteine über bestimmte Hilfssubstanzen derart fixiert, dass sie sich symmetrisch ausrichten und sehr stabile Kristalle bilden. Guosong Chen verknüpfte dafür das Protein Concanavalin A mit Hilfsmolekülen aus der Substanzklasse der Zucker sowie mit dem Farbstoff Rhodamin. Die so fixierten Concanavalin-Moleküle ordneten sich in dem Gerüst aus Hilfsstoffen symmetrisch an: Sie bildeten einen Kristall, in dem die Proteine stabil ineinander verschachtelt sind – ein Protein Crystalline Framework. An der MX-Beamline von BESSY II konnten die beteiligten Wissenschaftler

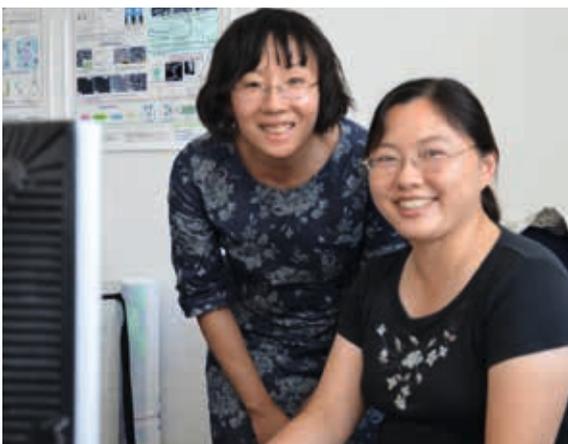


die Struktur des Gerüsts sowie der darin angeordneten Moleküle bestimmen. „Wir haben am HZB mit unseren speziellen Kristallographie-Messplätzen optimale Voraussetzungen, um die PCFs hochaufgelöst zu charakterisieren“, sagt Manfred Weiss, einer der leitenden Wissenschaftler des MX-Labors am HZB. Dabei wurde klar, dass man über die Hilfsmoleküle sogar steuern kann, wie stark sich die Protein-Netzwerke durchdringen.

Die Teams von HZB und Fudan-Universität wollen jetzt die Anwendungsmöglichkeiten der PCFs als „Werkzeug“ ausloten, zum Beispiel für die Forschung an medizinischen Wirkstoffen und für andere Fragen aus den Lebenswissenschaften.

GLÜCKLICHE ZUFÄLLE

Eigentlich hat diese Entdeckung niemand erwartet, am allerwenigsten Guosong Chen von der Fudan-Universität in Shanghai, denn ursprünglich suchte sie nur nach Wegen, um durch Zucker und Farbstoffe die Fluoreszenz von Proteinen in Lösungen zu steigern. Doch es funktionierte einfach nicht! Immer wieder bildete sich ein Niederschlag aus kleinen, glitzernden Partikeln. Schließlich beschloss sie, diesen Niederschlag doch näher in Augenschein zu nehmen und fragte Yan Lu vom HZB-Institut für Weiche Materie und Funktionale Materialien. Lu empfahl ihr die MX-Beamline. Das Ergebnis war eine große Überraschung. Aber kein Zufall! Besser als der berühmte Mikrobiologe Louis Pasteur (1822 – 1895) kann man es nicht sagen: „Der Zufall begünstigt den vorbereiteten Geist.“



WURZELKANALBEHANDLUNG IM BESSY-II-TEST

Zwei Forscher untersuchten, ob das Ausfeilen der Zahnwurzel zu feinen Frakturen führen kann. Ihr Ergebnis: Mikrorisse, die sich nach dem Ausfeilen feststellen lassen, waren auch vor der Behandlung schon sichtbar.

Manchmal ist eine Zahnwurzelkanalbehandlung der einzige Weg, um den Zahn noch zu erhalten. Dennoch kann es vorkommen, dass der Zahn dann doch entfernt werden muss. Ein Grund für solche Komplikationen könnten Frakturen in der Zahnwurzel sein. Und möglicherweise führt das Ausbohren mit den Feilen zu Mikrorissen in der Wurzel. Diese Hypothese haben nun zwei Forscher an der BAM-Beamline von BESSY II überprüft. Paul Zaslansky vom Berlin-Brandenburger Centrum für Regenerative Therapien, Charité Berlin, und Hagay Shemesh vom Academic Center für Dentistry (ACTA), Amsterdam, haben dort mehrere Dutzend Zahnwurzeln vor und nach der Behandlung untersucht.

Zaslansky besorgte Backenzähne mit weitgehend intakten Zahnwurzeln aus dem zahnklinischen Betrieb der Charité und beantragte Messzeit an BESSY II. Hagay Shemesh, Experte für die Zahnwurzelbehandlung, bohrte die Zahnwurzeln mit unterschiedlichen Feilen auf. Zaslansky untersuchte die Zahnwurzeln vor, während und nach Behandlung auf Mikrorisse mithilfe einer besonders hochauflösenden Computertomografie (CT) an der BAM-Beamline an BESSY II.

„Damit konnten wir erstmals auch die Grenze zwischen der Füllung und der Zahnwurzel im Detail und hochauflösend untersuchen. Dort können zwei wichtige Probleme auftreten: erstens Hohlräume, die später zu Infektionen mit Bakterien führen können, und zweitens feine Frakturen oder Mikrorisse in der Zahnschubstanz“, sagt Zaslansky.

AM FEILEN LIEGT ES WAHRSCHEINLICH NICHT

Sein erster Eindruck: Am Feilen liegt es wahrscheinlich nicht, wenn die Wurzelkanalbehandlung schiefgeht. Mikrorisse, die sich nach dem Ausfeilen feststellen lassen, waren auch vor der Behandlung schon sichtbar. „Wir haben manche Zähne auch mit etwas größeren Werkzeugen behandelt und deutlich mehr Schäden erwartet, aber nicht gesehen“, sagt Zaslansky. Der eigentlich kritische Part könnte das Füllen der Zahnwurzel sein, vermutet er. „Denn beim Kauen entstehen gewaltige Kräfte, und wenn die Füllung diese Kräfte nicht perfekt verteilt, kann das auch zum Brechen des Zahns führen.“ Die Forschungsergebnisse sind nicht nur für Zahnärzte interessant, sondern auch für die Hersteller von Zahnfüllungen und Klebern (Adhäsiven). „Unsere Ergebnisse an etwa 30 Zahnwurzeln geben allerdings erst vorläufige Hinweise. Wir müssten diese Forschung noch ausweiten“, plädiert Zaslansky. _____

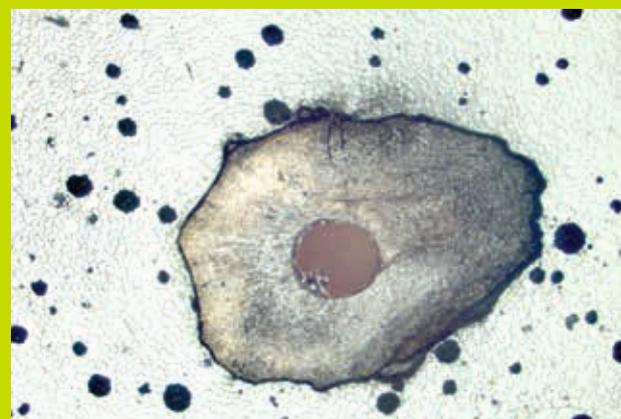


Foto oben: Eine gefüllte Zahnwurzel (Querschnitt) unter dem Lichtmikroskop. Foto unten: An BESSY II konnten die Forscher mithilfe der μ CT Details an der Grenze zwischen Füllung und Zahnwurzel und Mikrorisse in der Zahnschubstanz genau vermessen und untersuchen.

Fotos: P. Zaslansky, Text: arö



Justine Schlappa ist Projektkoordinatorin für das neue BESSY-II-Experiment „ μ RIXS“, das weltweit einmalig ist. Die Physikerin ist seit 2010 am HZB beschäftigt und arbeitet sowohl wissenschaftlich als auch administrativ: Als Projektmanagerin für das neue Experiment „ μ RIXS“ und die dazugehörige Beamline UE49-SGM am Elektronenspeicherring BESSY II hat sie Design, Planung und Realisierung des Vorhabens koordiniert. Als Physikerin ist sie aber auch inhaltlich an der Vorbereitung des Strahlrohrs und seiner Messinstrumente für den Experimentierbetrieb beteiligt.

PORTRÄT

KEIN ARBEITSTAG IST WIE DER ANDERE

Justine Schlappa steht auf der Brücke in der Experimentierhalle, die den äußeren mit dem inneren Ring von BESSY II verbindet. Sie blickt auf silbern glänzende Rohre, die teilweise von Alufolie umhüllt sind, auf Kabel, Leitungen und Monitore. Was für den Laien wie ein kaum durchschaubares Gewirr aussieht, ist die neue Messstation „ μ RIXS“. Das Kürzel „ μ “ steht für den mikrometerkleinen Fokus der Beamline, „RIXS“ für die Methode „Resonant Inelastic X-ray Scattering“. Seit 2010 begleitet die Physikerin Justine Schlappa als Projektkoordinatorin und als Wissenschaftlerin den Aufbau von „ μ RIXS“.

Wenn sie über das Aufbauprojekt „ μ RIXS“ spricht, spürt man ihre Begeisterung. „Meine Arbeit ist sehr abwechslungsreich“, sagt Schlappa. „Ich habe mit vielen Menschen zu tun, die sehr große Erfahrung beim Aufbau und beim Betrieb von Beamlines haben. Von ihnen lerne ich unglaublich viel.“ Außerdem gleiche kein Arbeitstag dem anderen: „Ich sitze über Projektplänen, leite Sitzungen, suche mit anderen

Wissenschaftlern oder Ingenieuren Lösungen für den perfekten Aufbau von RIXS und mache mir Gedanken über die zukünftigen Experimente. Und oft schraube ich auch selbst an der Maschine, zum Beispiel wenn wir eine neue Messzeit vorbereiten.“

Wozu ist das RIXS denn gut, Frau Schlappa? „Mit RIXS können wir untersuchen, wie Materie in ihrem Inneren aufgebaut ist. Speziell die Lage und Verteilung von Elektronen, die an chemischen Bindungen beteiligt sind, lassen sich an der Beamline sehr genau messen. Das Besondere an unserem Aufbau ist, dass wir auch mikrometerkleine Proben messen können.“ Dafür setzen die Wissenschaftler Röntgenstrahlen ein, die in BESSY II erzeugt und in der Beamline auf ganz bestimmte Eigenschaften getrimmt werden. „Für „ μ RIXS“ ist es wichtig, dass der Röntgenstrahl sehr intensiv und klein ist und die Photonen eine möglichst genau definierte Energie haben“, so Schlappa. „Die Photonen strahlen wir auf die Probe ein, die wir untersuchen. Anschließend, wenn sie von dem

Material zurückgestreut worden sind, messen wir ihre Energieverteilung.“ Aus den Energiedifferenzen können die Forscher Rückschlüsse ziehen, wie die Elektronen in einer chemischen Verbindung angeordnet sind.

Für solche naturwissenschaftlichen Fragestellungen interessiert sich Justine Schlappa schon seit ihrer Jugend. So fiel ihr die Entscheidung leicht, Physik zu studieren. Nach der Promotion forschte sie am Paul Scherrer Institut in der Schweiz. Das HZB hat Justine Schlappa schon vor mehr als zehn Jahren kennengelernt. Damals war sie Doktorandin an der Universität Köln: „Wir haben regelmäßig Experimente am Elektronenspeicherring durchgeführt. Schon damals haben mich diese Maschine und was man wissenschaftlich damit bewerkstelligen kann, sehr beeindruckt.“

Für ihre Promotion wurde sie 2007 mit dem Ernst-Eckhard-Koch-Preis des BESSY-Freundeskreises ausgezeichnet. Und 2010 kam sie dann an das HZB, um bei BESSY II am Aufbau eines neuen Experiments mitzuarbeiten. Nun steht „ μ RIXS“ am Start, um den Forschern Daten beispielsweise zur Anordnung von

„SEIT DEN
1970ER-JAHREN
SPRECHEN WIR
VON DIESER
TECHNOLOGIE,
SEIT FÜNF
JAHREN HABEN
SICH DIE FORT-
SCHRITTE ENORM
BESCHLEUNIGT.
JETZT SOLLTEN
WIR EHRGEIZIGE
ZIELE SETZEN.“

dürfnisse eines kleinen Kindes mit denen des Experimentierbetriebs in Einklang zu bringen.“ Doch Justine Schlappa ist zuversichtlich, dass sie auch das Projekt „Familie und Wissenschaft“ schaffen wird: „ μ RIXS“ ist eine Maschine, die es nur einmal und nur hier am HZB gibt. Wir mussten beim Aufbau Lösungen für Probleme finden, die zuvor nirgendwo aufgetreten sind. Da wird mir die Organisation meines Familienlebens in Einklang mit der Wissenschaft auch gelingen.“

Elektronen in der Materie zu liefern. „Bei den meisten Materialien wissen wir über den genauen Zustand der Bindungselektronen noch sehr wenig“, sagt Schlappa. „Dieses Wissen ist aber sehr wichtig, um langfristig technische Anwendungen wie etwa Photovoltaik-Zellen oder Supraleiter gezielt weiter verbessern zu können.“

Im Frühjahr 2015 geht „ μ RIXS“ in den regulären Nutzerbetrieb. Dann wird Tag und Nacht an der Beamline gearbeitet und gemessen. Eine Herausforderung für Justine Schlappa, denn sie ist Mutter einer zweieinhalbjährigen Tochter. „Am HZB herrscht ein sehr familienfreundliches Klima. Trotzdem ist es manchmal nicht ganz einfach, die Be-

Text: Hannes Schlender



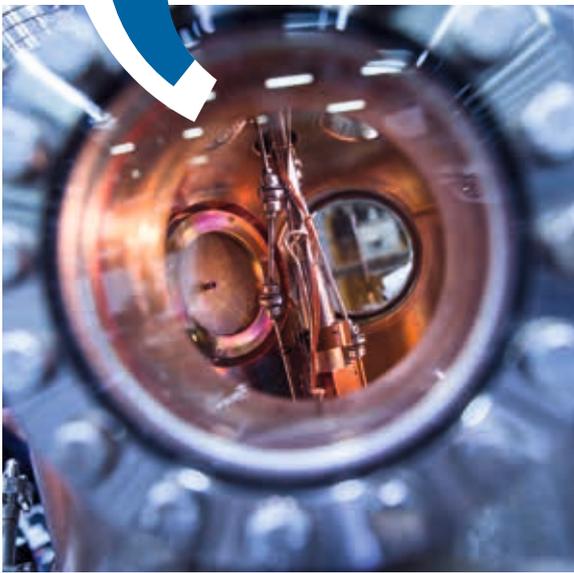
WENN RÖNTGENLICHT ATOME SCHUBST

Wer die elektronische Struktur von Materialien bestimmen will, nutzt gerne die RIXS-Methode, die an BESSY II zur Verfügung steht: „RIXS“ steht für resonante, inelastische Röntgenstreuung mit weichem Röntgenlicht. Dabei treten jedoch in bestimmten Proben, zum Beispiel in flüssigem Alkohol, Doppel-Peaks in den Spektren auf.

Die Ursache dieser Doppel-Peaks war allerdings bis vor Kurzem unklar. „Wir fanden heraus, dass die Doppel-Peaks in den RIXS-Spektren von flüssigen Alkoholen vor allem durch die Dynamik der Atomkerne bestimmt wird“, sagt Simon Schreck, Physiker im Team um Alexander Föhlisch. Salopp gesagt: Die Lichtteilchen schubsen die Atome an! Diese Einsicht hilft nun, die oft vertrackten Details der RIXS-Spektren sinnvoll zu interpretieren.

► enabled by
RIXS

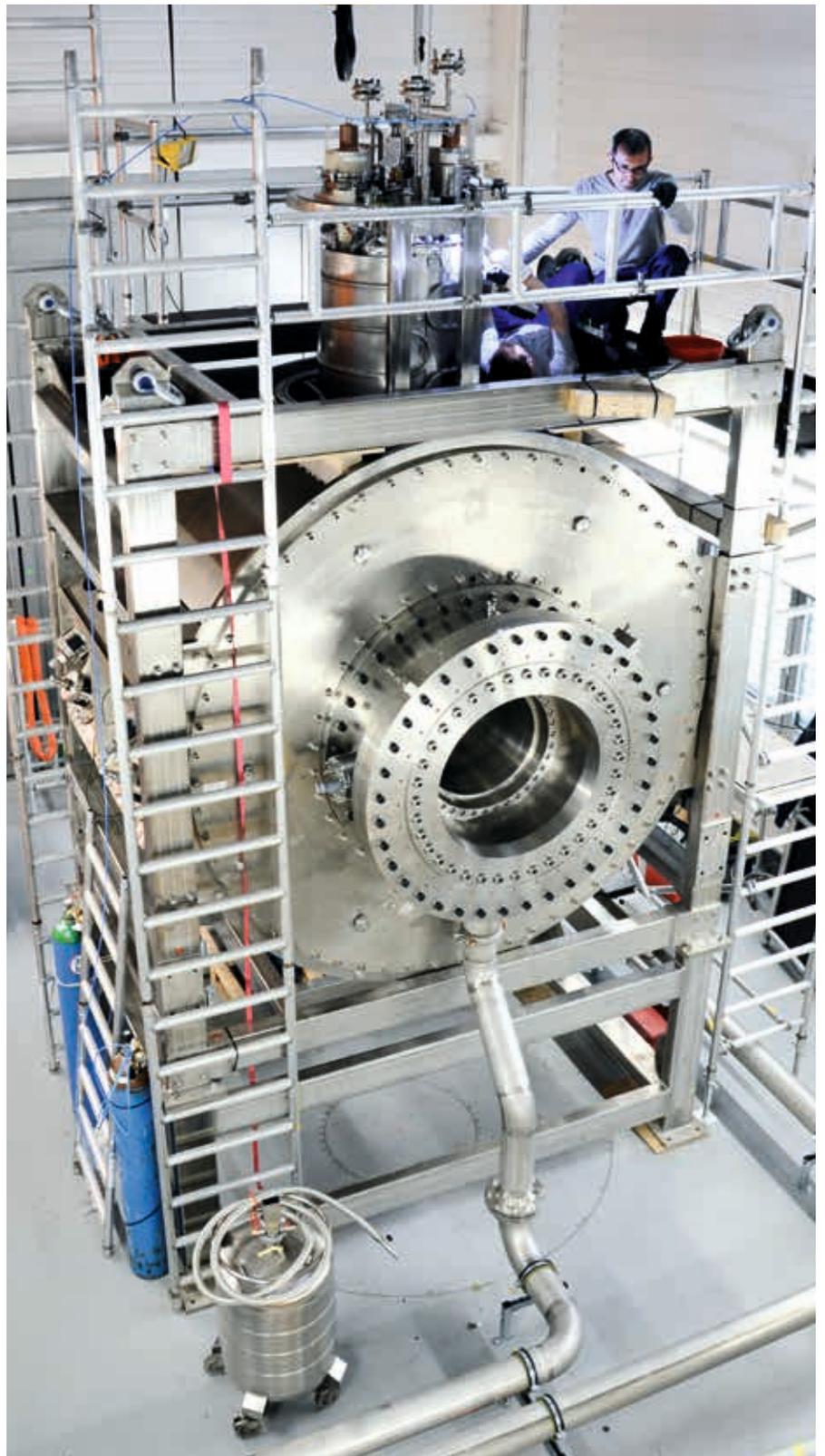
Foto links: Mit RIXS-Spektroskopie lassen sich flüssige oder feste Proben untersuchen. Das HZB-Team kann nun noch etwas mehr Informationen aus den Spektren gewinnen.

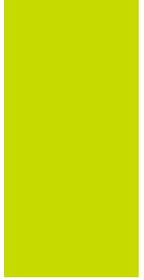


DIE ZUKUNFT GESTALTEN

2015 startet das HZB in eine neue „Förderperiode“, alle Forschungsvorhaben wurden durch internationale Gutachterkomitees bewertet und für gut und relevant befunden. Die Gutachter bestätigten die Strategie des HZB, die Energieforschung weiter zu stärken und Instrumente und Methoden für die Materialforschung zu entwickeln, die auch einer internationalen Gemeinschaft von Nutzern zur Verfügung stehen.

„Zukunft gestalten“ heisst aber auch, zukünftige Forscherinnen und Forscher auszubilden und Wege in eine wissenschaftliche Karriere aufzuzeigen. Hier engagiert sich das HZB schon seit vielen Jahren: mit zwei Schülerlaboren, Projekten für Sommerstudentinnen und -studenten und mehreren Sommerschulen. Und mit den „Joint Labs“ hat das HZB inzwischen ein sehr erfolgreiches Modell für die enge Zusammenarbeit mit Universitäten etabliert.





AUS DER GESCHÄFTSFÜHRUNG:

RÜCKENWIND FÜR HZB-VORHABEN

Im Frühjahr 2014 stellte sich das HZB einem aufwändigen Evaluierungsverfahren und startet nun, gestärkt durch das positive Votum der Gutachtenden, in die neue Förderperiode 2015–2019.

Text: Anke Rita Kaysser-Pyzalla

2014 war ein arbeitsreiches Jahr, denn neben der normalen Arbeitslast mussten wir auch die Evaluierung des Zentrums und seiner Forschungsprogramme im Rahmen der Programmorientierten Förderung vorbereiten. Die Helmholtz-Gemeinschaft, in der das HZB Mitglied ist, organisiert dieses Verfahren alle fünf Jahre, um sicherzustellen, dass die Helmholtz-Forschung international exzellent ist und der Fokus auf den richtigen Fragen liegt.

Neu in dieser Evaluierungsrunde war, dass die Helmholtz-Zentren nicht gegeneinander antraten. Vielmehr konkurrierten die gemeinsam entworfenen Forschungsprogramme untereinander um mehr Ressourcen. Das HZB beteiligt sich an zwei Programmen im Forschungsbereich „Materie“ und an vier Programmen im Forschungsbereich „Energie“. Damit sind wir deutlich breiter aufgestellt als in der Vergangenheit. Jedoch war auch der Aufwand für die Vorbereitung sehr groß, zumal auch die beiden Großgeräte evaluiert wurden. Unserer Photonquelle BESSY II haben die Gutachtenden Weltklasse bescheinigt. Mit der Einführung des Top-up-Modus sowie der Evaluierung und Priorisierung der Beamlines hatten wir BESSY II im Laufe der vorigen Förderperiode zu einer der international attraktivsten Synchrotronquellen gemacht. Auch der Nutzerdienst, auf den wir größten Wert legen, wurde positiv bewertet. Unsere Pläne für die Zukunft beurteilten die Gutachtenden als sehr innovativ: zum Beispiel das Konzept für BESSY-VSR, einem weiteren Upgrade für BESSY II, mit dem wir die Pulsdauer des nutzbaren Lichts flexibel verkürzen wollen, ohne die Brillanz der Lichtblitze zu schmälern.

Große Hoffnungen weckt auch das Labor EMIL, das zurzeit an BESSY II entsteht. Dieses Labor wird es uns ermöglichen, Proben und Systeme in situ und sogar in operando zu untersuchen, also während in ihnen zum Beispiel Phasenumwandlungen oder Diffusionsprozesse stattfinden. Für die Analyse und Charakterisierung von Solarzellen, Katalysatoren und Energiespeichermaterialien wird EMIL damit teilweise weltweit einzigartige Möglichkeiten bieten. Zusätzlich wollen wir auch bei der Materialsynthese unsere Kompetenzen ausbauen und planen mit anderen Helmholtz-Zentren eine gemeinsame „Helmholtz Energy Material Foundry“ (HEMF), die als internationale Nutzerinfrastruktur konzipiert ist. Sehr gute Noten erhielt auch die Neutronenquelle BER II, insbesondere punkteten wir durch die einzigartigen Probenumgebungen. Bis Ende 2019 wird die Neutronenquelle intensiv genutzt, die Instrumente im Nutzerbetrieb sind auf dem neuesten Stand. Dazu kommen nun der weltweit stärkste Hochfeldmagnet für die Forschung mit Neutronen sowie das Flugzeitspektrometer NEAT. In den nächsten Jahren bauen wir unsere Vernetzung mit den Universitäten weiter aus, zum Beispiel durch die Gründung von weiteren „Joint Labs“ (S. 31). Insgesamt gibt es inzwischen schon acht solcher Kooperationen, bei denen Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler gemeinsame Arbeitsgruppen am HZB und den kooperierenden Universitäten aufbauen. Auch die „Joint Labs“ wurden als Erfolgsmodell hervorgehoben.

Zusammenfassend gilt: Das positive Feedback der Gutachtenden gibt uns Rückenwind für unsere Pläne, wir sind auf dem richtigen Kurs. ▶▶



Fotos oben: Beim jährlichen Nutzertreffen steht der Austausch im Mittelpunkt; auf der Posterschau stellen junge Talente ihre Arbeiten vor und knüpfen Kontakte.

Fotos: Michael Setzpfand / HZB



Wir haben vier leitende Forscherinnen und Forscher am HZB gefragt, was sich gegenüber der letzten Förderperiode nun verändert und woran sie mit ihren Instituten und Abteilungen in den neuen Programmen arbeiten werden. Dabei kommen neue Herausforderungen auf die HZB-Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu, für die sie aufgrund ihrer Kompetenzen gut gerüstet sind.



PROF. DR. ANDREAS JANKOWIAK

Mit dem neuen Programm „Materie und Technologie“ wird erstmals das Thema „Beschleunigerphysik“ deutlich sichtbar. Am HZB haben wir dazu mit bERLinPro Kompetenzen aufgebaut, die wir nun auch in mittelfristige Vorhaben wie BESSY-VSR einbringen. Wir kooperieren dabei nicht nur mit den Helmholtz-Zentren DESY, KIT und HZDR, sondern auch mit Universitäten in Dortmund, Mainz, Darmstadt, Bonn und Rostock. Wir arbeiten zudem mit amerikanischen Forschungseinrichtungen wie dem Jefferson Lab, dem Fermi-Lab und Cornell zusammen und mit dem japanischen Hochenergielabor KEK, wir sind also wirklich sehr gut auch international vernetzt. Wir können jetzt substanziell voranschreiten. In den nächsten Jahren werden wir die Ernte einfahren von den Aktivitäten, die wir seit 2009 verfolgen.



PROF. DR. MATTHIAS BALLAUFF

Wir bauen im Programm „Speicher und vernetzte Infrastrukturen“ die Grundlagenforschung zu neuartigen elektrochemischen Speichern auf. Wir arbeiten da-

mit auch an den Batterien der Zukunft. Dazu werden wir in den nächsten fünf Jahren verstärkt die Neutronenquelle BER II nutzen. Wir können hier sowohl auf unsere Methodenkompetenz mit Neutronen am BER II zugreifen als auch – bezogen auf die neuen Materialsysteme – auf unsere Erfahrung in der Kolloidforschung. Wenn der Reaktor in fünf Jahren abgeschaltet wird, sind unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dann auch in der elektrochemischen Energiespeicherung sattelfest.

Die ersten Schritte sind schon getan und führen bereits zu interessanten Resultaten. Wir arbeiten aber auch an BESSY II und freuen uns auf die Möglichkeit, an EMIL unsere elektrochemischen Speichermaterialien in situ zu untersuchen. Auch unsere Forschung im Programm „Von Materie zu Materialien und Leben“ wird gestärkt. So bietet die Gruppe um Manfred Weiss an den MX-Beamlines von BESSY II herausragende Möglichkeiten für die Strukturanalyse von Proteinkristallen, die weltweit nachgefragt werden.



PROF. DR. SUSAN SCHORR

Natürlich bedeutete die Vorbereitung auf die neue Runde der Programmorientierten Förderung viel Arbeit, aber wir haben dadurch auch extrem viel miteinander und mit unseren Partnern in den anderen Helmholtz-Zentren kommuniziert. Dieser intensive Austausch hat sich sehr gelohnt. Das EMR-Programm ist breit aufgestellt und arbeitet eng mit dem Programm „Erneuerbare Energien“ zusammen.

Am HZB werden im Programm EMR drei verschiedene Klassen von Materialien untersucht: Membranmaterialien, Thermoelektrika und Materialien für die Photovoltaik. Wir untersuchen dabei die Beziehung zwischen der atomaren Struktur und den physikalischen Eigenschaften bzw. Funktionalität, und zwar sowohl mit Photonen an BESSY II, insbesondere dann an EMIL, als auch mit Neutronen am Forschungsreaktor BER II. Wir bieten damit eine sehr umfangreiche Expertise im Bereich der Strukturanalyse. Darüber

hinaus synthetisieren wir viele neuartige Materialien selbst. So machen wir eine Art „Tinte“ mit Kesterit-Nanoteilchen. Wir können damit dünne Kesterit-Schichten als Absorber in Solarzellen aufsprühen.

Im nächsten Jahr wollen wir auch Hybridperowskite synthetisieren und untersuchen, die als neue Materialklasse für hocheffiziente, preiswerte Solarzellen gehandelt werden.



PROF. DR. SILKE CHRISTIANSEN

Wir stehen vor der großen Herausforderung, die Energieversorgung auf Basis Erneuerbarer Energien zu ermöglichen. Deshalb haben wir die Forschungslandschaft gründlich analysiert, um herauszuarbeiten, wo wir einen einzigartigen Beitrag dazu leisten können. So werden wir die großen Infrastrukturen wie BESSY II nutzen, um die Energieumwandlung in neuartigen Materialsystemen gründlich zu erforschen. Wir verfügen dafür über vielfältige Methoden, die teilweise weltweit einzigartig sind, etwa im Labor EMIL an BESSY II.

Mit Nanoarchitekturen können wir zum Beispiel Solarzellen noch deutlich optimieren: Von der Materialsynthese über eine exzellente Analytik und Charakterisierung auf der Nanoskala am Limit dessen, was Spektroskopie und Mikroskopie hergeben, leisten wir Außerordentliches und können damit auch für andere führende Forschungseinrichtungen Partner sein. Zusätzlich planen wir gerade mit Unterstützung durch das Unternehmen Zeiss ein „Centrum für Correlative Mikroskopie und Spektroskopie“ (CCMS), um diese Kompetenzen noch deutlich auszubauen.

18

große Forschungszentren, darunter auch das HZB, haben sich zur Helmholtz-Gemeinschaft zusam-

mengeschlossen, die Deutschlands größte Forschungsorganisation ist. Sie hat den Auftrag, mit Spitzenforschung zur Beantwortung der großen, drängenden Fragen beizutragen, zum Beispiel zu einer klimaneutralen Energieversorgung der Zukunft. Damit die Forschung auf Kurs bleibt, stellen sich alle Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft alle fünf Jahre der Begutachtung durch ein internationales Gremium. Die Ergebnisse beeinflussen die Finanzierungsempfehlungen für die einzelnen Forschungsprogramme und bestimmen damit die Entwicklung der Helmholtz-Gemeinschaft wesentlich mit. Gerade hat das HZB die Evaluierung mit sehr guten Ergebnissen bestanden und startet nun in die nächste Förderperiode von 2015-2019.

Bei den Vorbereitungen zur Evaluierung haben sich viele Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter engagiert, einige übernahmen auch führende Rollen über das HZB hinaus: Sie koordinieren die zentrenübergreifenden Aktivitäten in den Helmholtz-Programmen.

ENERGIE

Bernd Rech	Programmsprecher „Erneuerbare Energien“
Bella Lake	Topicsprecherin „Steuerung kollektiver Zustände“ im Programm „Future Information Technology“
Silke Christiansen	stellvertretende Topicsprecherin „Solarzellen der nächsten Generation“
Roel van de Krol	Topicsprecher „Solare Brennstoffe“

MATERIE

Matthias Ballauff	Topicsprecher Eigenforschung im Programm „Von Materie zu Materialien und Leben“
Andreas Jankowiak	stellvertretender Topicsprecher „Beschleunigerforschung und -entwicklung“
Alexander Föhlisch	Facility-Sprecher „Photonen (BESSY II)“
Klaus Habicht	Facility-Sprecher „Neutronen (BER II)“, stellvertretender Topicsprecher „Neutronen“



DER HOCHFELDMAGNET ÜBERTRIFFT DIE ERWARTUNG

26 TESLA!

Es ist geschafft! Der Hochfeldmagnet produziert zuverlässig ein Magnetfeld von rund 26 Tesla und hält diesen Wert auch stabil über längere Zeit. Dabei übertreffen die 26 Tesla sogar den Zielwert von 25 Tesla, damit ist der Magnet sogar noch etwas stärker als erhofft.

Text: arö

Der neue Hochfeldmagnet ist ein so genanntes Hybridsystem aus einer normalleitenden und einer supraleitenden Spule, die in Reihe geschaltet sind. Dieser neue Ansatz wurde am National High Magnetic Field Laboratory (NHMFL), Tallahassee, Florida, USA, entwickelt. Ziel war es, einen Hochfeldmagneten zu bauen, der das weltweit stärkste Magnetfeld für Experimente mit Neutronenstreuung erzeugen kann.

„Die meisten Probleme, die in der Testphase aufgetreten sind, konnten wir überraschend zügig lösen“, sagt Projektkoordinator Hartmut Ehmler. Dies zeigt, dass die Qualitätskontrolle während der Herstellung

der Spulen und während der Systemmontage funktioniert hat und alle Designvorgaben in die Realität umgesetzt wurden.

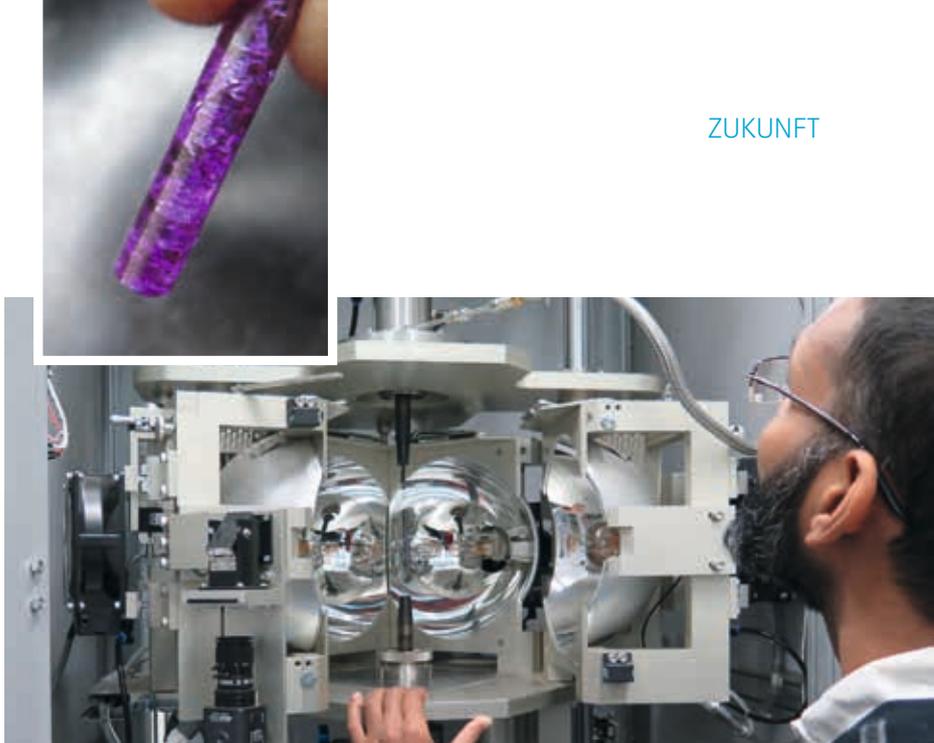
SYSTEME GRÜNDLICH GETESTET

Ein separater Test der resistiven Spule fand nach Abschluss der Endmontage bereits im Juni statt. Nach dem Abkühlen der supraleitenden Spule, was wegen der großen Masse mehrere Wochen in Anspruch nahm, konnten dann Mitte August die entscheidenden Tests des Hybridsystems, also beider Spulen in Serienschaltung, beginnen: das Hochfahren des Stroms, zuerst von null auf 1.000 Ampere

und dann auf immer höhere Werte. Dabei wurde unter anderem getestet, wie das System auf sich ändernde Stromstärken reagiert (Induktion), welche Kräfte und Spannungsspitzen dabei auftreten und ob dies mit dem vorher berechneten Verhalten konsistent ist. Dabei mussten die Ingenieure sehr vorsichtig vorgehen und immer wieder Anpassungen vornehmen. Aber schließlich arbeiteten alle Systeme störungsfrei zusammen, sodass Mitte Oktober der Strom schrittweise bis zum Endwert von 20.000 Ampere gesteigert werden konnte.

Am Donnerstagnachmittag, den 16.10.2014, konnte Peter Smeibidl, der Leiter des achtköpfigen HFM-Teams, diesen Erfolg melden und sich bei allen bedanken, die dazu beigetragen haben, den komplexen Hochfeldmagneten mit seinen Kühlanlagen und der eigenen Stromversorgung mit vier Megawatt Leistung aufzubauen.

Mehr Informationen: <http://hzbzlog.com/hzbhfm>



Im Team von Bella Lake züchtet Nazmul Islam große kristalline Proben. Dabei schmilzt er Pulver mit der gewünschten Zusammensetzung scheinchenweise im Lichtofen und kühlt sie kontrolliert ab, sodass sich die Moleküle perfekt zu einem kristallinen Gitter ordnen.



BELLA LAKE

leitet das HZB-Institut „Quantenphänomene in neuen Materialien“.

“ Auch die Hochtemperatur-Supraleitung ist noch nicht gut verstanden. Mit extremen Magnetfeldern können wir sie unterdrücken und mithilfe der Neutronen sondieren wir, was dabei geschieht. Wir werden aber auch multiferroische und metaelektrische Proben am HFM untersuchen, die interessante Eigenschaften für zukünftige Bauelemente haben. Ich persönlich interessiere mich für ein Material, das unter einem Magnetfeld viele Phasenübergänge zeigt. Dabei verläuft die Magnetisierung in Stufen wie beim Quanten-Hall-Effekt. Ich finde, dass es sehr wichtig ist, die grundlegenden Phänomene genau zu verstehen, auch wenn man nicht sofort eine Anwendung sehen kann. Das ist wie in der Kunst, die nicht nur ein Mittel zum Zweck ist, sondern auch ein Zweck an sich! Es ist nicht selten, dass solche reine Grundlagenforschung dann echte Durchbrüche ermöglicht.

STATEMENTS



ANUP BERA

arbeitet im Team von Professor Bella Lake.

“ Ich möchte Materialien untersuchen, in denen sich die Atome über ihre magnetischen Momente wechselseitig beeinflussen. Selbst wenn die Atome perfekt geordnet sind, können ihre magnetischen Momente völlig ungeordnet sein, ähnlich wie Wassermoleküle. Doch wenn Wasser gefriert, ordnen sich die Moleküle. Mit einem Magnetfeld können wir dieses ‚Gefrieren‘ der Spins erzwingen, die Spin-Flüssigkeit kann zu einem Spin-Glas oder sogar einem Spin-Kristall werden, das sagt zumindest die Theorie. Mit dem Hochfeldmagneten können wir erstmals experimentell prüfen, ob unsere Vorstellungen darüber, wie Materie funktioniert, korrekt sind oder ob wir grundsätzliche Annahmen überdenken müssen. Natürlich ist das wichtig, zum Beispiel für die Entwicklung von Materialien für die Informationstechnologie, denn die werden noch weitaus mehr auf Quantenphänomenen basieren.

ZUKUNFT BAUEN!

Am HZB arbeiten wir mit Hochdruck daran, dass wir auch in Zukunft die besten Bedingungen für die Forschung bieten können. Von der ersten Idee für ein neues Instrument über die Planung bis hin zur Konstruktion, zum Aufbau und zur Testphase vergehen mehrere Jahre. Die Zukunftsprojekte, die wir auf dieser Seite vorstellen, sind bereits weit fortgeschritten: NEAT soll schon 2015 in Betrieb genommen werden, EMIL wird ab 2016 bezugsfertig sein und bei BESSY-VSR schreiben die Physikerinnen und Physiker gerade den detaillierten „Technischen Design-Report“.

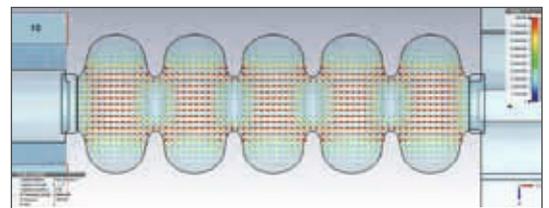
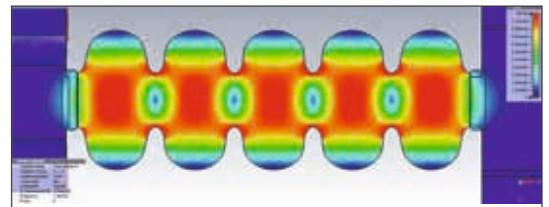
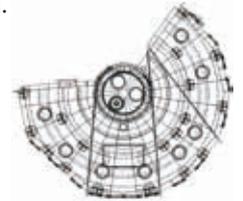
BESSY VSR

Eine raffinierte Idee stand am Anfang: Über eine Schwebung zwischen zwei Hohlraumresonatoren könnten sich die Elektronenpakete beliebig komprimieren lassen, sodass sie im Speicherring auch kurze und dennoch sehr helle Lichtpulse abgeben. Die Idee erwies sich als tragfähig, die Arbeit begann: Mit dem neuen Konzept „BESSY-VSR“ (Variabler Pulslängen-Speicherring) können Forscher in Zukunft an jeder einzelnen Beamline und für jedes Experiment frei bestimmen, wie lang die Lichtpulse sind, mit denen sie ihre Proben durchleuchten. Mit ultrakurzen Lichtpulsen könnten sie zum Beispiel rasche dynamische Prozesse untersuchen. In einer Designstudie arbeiten nun Teams vom HZB-Institut „Beschleunigerphysik“ am Entwurf von supraleitenden Hohlraumresonatoren (Kavitäten), die variable Pulslängen von 1,5 bis 15 Pikosekunden bei voller Intensität erzeugen. Diese Entwicklungsarbeit lohnt sich doppelt, denn genau die gleichen Resonatoren werden auch für das Zukunftsprojekt bERLinPro benötigt.

Mehr darüber lesen Sie unter:
<http://hzbzlog.com/bessyvsvr>

NEAT

Neutronen ermöglichen tiefe Einblicke in den Aufbau der Materie. Eine wichtige Methode sind so genannte Flugzeitexperimente mit Neutronen. Damit können Forscher nicht nur den Aufbau von Materialien untersuchen, sondern sie erhalten gleichzeitig Informationen über die Bewegungen der Atome in der Probe. Das Flugzeitspektrometer NEAT ist dabei fast 40-mal besser als das Vorgängerinstrument. Durch neue Bauteile wie Neutronenleiter mit Superspiegelbeschichtung gelangen erheblich mehr Neutronen zur Probe. Zudem verbessern besondere Detektoren die Ortsauflösung. Am NEAT können erstmalig auch nanostrukturierte oder biologische Materialien in situ untersucht werden.



Grafiken: Postdoc Adolfo Velez simuliert am Computer, welche Feldverteilung eine äußere Anregung in den jeweiligen Hohlraumresonatoren erzeugen würde. Mit einem Bead-Pull-System überprüft er die Qualität der Simulationen experimentell.



EMIL

Das Energy Materials In-situ Laboratory Berlin, kurz EMIL, ist ein Laborkomplex an BESSY II, der zwei eigene Strahlrohre nutzt. Dabei richtet das HZB das Labor SISSY für die Materialforschung an neuen Solarzellen ein, während die Max-Planck-Gesellschaft das CAT-Labor für die Katalysatorforschung aufbaut. HZB-Projektleiter Klaus Lips: „In dem geplanten Labor werden wir besser als irgendwo sonst auf der Welt Materialherstellung und ultrapräzise Analyse von Schichteigenschaften ohne Unterbrechung des für die Synthese notwendigen Vakuums miteinander verbinden, um Dünnschicht-Solarzellen und Energiespeicher weiterzuentwickeln.“ Der Aufbau von EMIL mit seinen Analysetools SISSY und CAT hat ein Investitionsvolumen von etwa 18 Millionen Euro. Das HZB investiert 6 Millionen Euro in EMIL; die Max-Planck-Gesellschaft beteiligt sich mit weiteren 6,7 Millionen Euro. Das BMBF fördert den Bau der SISSY-Endstation mit 5,7 Millionen Euro aus der Innovationsallianz „Photovoltaik“. Der Bau wurde in Rekordzeit fertiggestellt, in 2015 beginnt die Einrichtung der Laboratorien.



Fotos: Von der ersten Skizze bis zum fertigen Gebäude ist nur ein Jahr vergangen. Der Bau gelang innerhalb des Zeitplans und im Kostenrahmen.

10

SCHÜLERLABOR

PHYSIK MIT
EIGENEN
EXPERIMENTEN
ERKUNDEN

Seit zehn Jahren unterhält das Helmholtz-Zentrum Berlin ein Schülerlabor. Was zunächst als staatlich geförderte Werbemaßnahme für naturwissenschaftliche Berufe begann, ist mittlerweile für viele Schulen zu einer selbstverständlichen Ergänzung des Unterrichts geworden. Selbst Klassen aus Dänemark und aus Südtirol haben das HZB-Schülerlabor bereits besucht.

Text: Klaus-Martin Höfer

Sebastian und Tilman basteln an einem Auge. Es hat einen Durchmesser von gut zehn Zentimetern und ist aus Kunststoff: Augenhöhle, Pupille, Linse, Netzhaut und andere Bestandteile schieben die beiden Schüler ineinander und zusammen. Die Siebtklässler sind konzentriert bei der Sache, wollen herausfinden, wie das Licht auf das Auge trifft, welchen Weg es nimmt, wie Bilder entstehen.

An vier Tischen sitzen die Schülerinnen und Schüler aus der 7b des Berliner Heinz-Berggruen-Gymnasiums und tüfteln, basteln oder malen. Alles dreht sich um „Licht und Farben“. Flüssigkeiten werden gemischt, bunte Lampen an- und ausgeschaltet, in Lupen Licht gebündelt. Das Augenmodell haben sie schon mal im Biologieunterricht gesehen, doch jetzt dürfen sie

es eingehend auseinandernehmen und untersuchen. „Wir haben auch ein Spektroskop zusammengebaut“, erzählt Anna. „Das dürfen wir sogar mit nach Hause nehmen.“ Und Tilman ergänzt: „Das ist eigentlich nur ein Kasten mit einem Schlitz und einem runden Loch, da wird ein Teil einer CD reingeklebt.“

Und wozu das Ganze? „Man kann damit das Licht sehen, wie es in Wirklichkeit aussieht, und nicht wie das menschliche Auge es wahrnimmt“, erklärt Tilman. Was er dann sieht? „Die Regenbogenfarben.“ Tilman findet die vielen Experimente „ziemlich cool“, obwohl er am Anfang gedacht hatte, „oh nee, ich will da gar nicht hin“. Doch dass er selbst so viel ausprobieren darf, hat ihn überzeugt. „Physik erleben“ ist das Motto. „Die Schüler erfahren, wie sie ihr Schulwissen in

den Laborexperimenten anwenden können, lernen dabei aktuelle Forschung kennen und gehen damit wieder in den regulären Unterricht zurück“, erklärt Michael Tovar, Physiker am HZB und Leiter des Schülerlabors am Standort Wannsee.

Vor zehn Jahren kamen zunächst Schülerinnen und Schüler aus der Oberstufe naturwissenschaftlich geprägter Gymnasien und experimentierten zu Elektromagnetismus und Supraleitung. „Sie konnten sehen, dass Physik nicht nur ein Fach ist, für das sie in der Schule büffeln, sondern auch Grundlage für die Arbeit in Forschungszentren ist“, sagt Tovar. Mittlerweile wird das Angebot von den 5.- 6. Klassen besonders nachgefragt, die erstmals „Nawi“-Unterricht haben. Seit 2010 bietet das HZB in einem zweiten Schülerlabor

bor auch am Standort Adlershof Experimentiertage für Schulklassen an, zum Beispiel angelehnt an die Thematik von BESSY II zu „Licht und Farben“.

Bei den Mitmachexperimenten hat jeder eigene Favoriten: „Die optischen Täuschungen haben mir am meisten Spaß gemacht“, sagt Anna. Jolanda findet: „Wenn Farben gemischt werden und andere dabei herauskommen – das hat mir am besten gefallen.“ Chiara haben die Beleuchtungsexperimente in der Dunkelkammer fasziniert. Und Anna meint: „Das Schülerlabor ist toll und nicht nur für Physikfreaks!“

Mehr Informationen: www.helmholtz-berlin.de/angebote/arbeiten-lernen/schuelerlabor

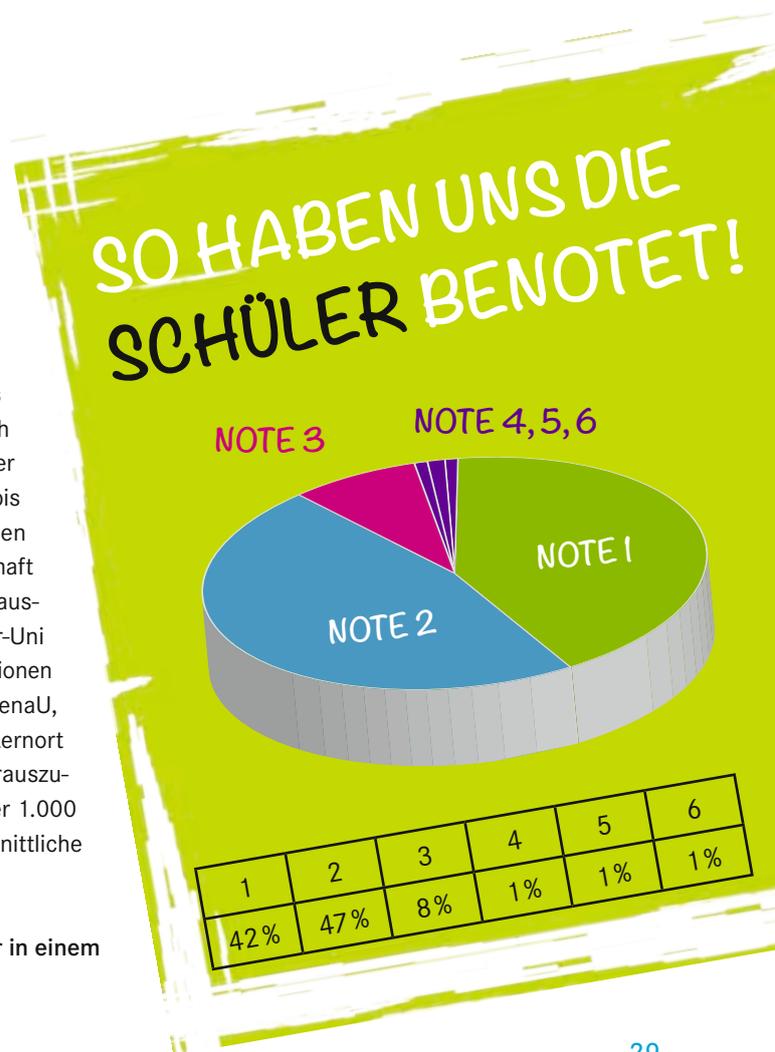


Fotos: Kinder der 7b des Heinz-Berggruen-Gymnasiums, Berlin, beim Experimentieren im Schülerlabor des HZB am Standort Wannsee.
Fotos: Klaus-Martin Höfer

FAKTEN: ZEHN JAHRE SCHÜLERLABOR

Jährlich besuchen über 2.000 Kinder und Jugendliche eines der beiden Schülerlabore am HZB. Gemeinsam mit Lehrkräften haben die beiden Leiter Ulrike Witte (Standort Adlershof) und Michael Tovar (Standort Wannsee) Experimentierreihen entwickelt, die die Forschung des Zentrums aufgreifen und sich dabei am schulischen Lehrplan orientieren. Das HZB-Schülerlabor kooperiert mit verschiedenen Schulen und bietet auch Lehrerfortbildungen an. Besonders interessierte Schülerinnen und Schüler können in Arbeitsgemeinschaften eigene Experimentideen umsetzen, bis hin zu „Jugend forscht“-Projekten. Das HZB-Schülerlabor organisiert den jährlichen Girls' Day am HZB und bietet zur Langen Nacht der Wissenschaft und anderen Gelegenheiten Experimentierstände an. Wichtige Außerhaus-Aktivitäten sind die Teilnahme an schulischen Nawi-Tagen, die Schüler-Uni für Nachhaltigkeit und Klimaschutz der FU Berlin sowie gemeinsame Aktionen mit vernetzten Schülerlaboren, zum Beispiel im regionalen Netzwerk GenaU, im Netzwerk der Schülerlabore in der Helmholtz-Gemeinschaft und im Lernort Labor. Und wie finden unsere Besucher das Schülerlabor? Um das herauszufinden, baten wir online um Benotung des Laborbesuchs. Aus weit über 1.000 Rückmeldungen aus den letzten Jahren ergibt sich dabei eine durchschnittliche Benotung von 1,7. Darüber freuen wir uns sehr!

Fernsehtipp: Am 21.03.2015 um 9:15 Uhr tritt das HZB-Schülerlabor in einem RTL-Jugend-Wissen-Magazin auf!





FRISCHER WIND DURCH SOMMERSTUDENTEN

Text: Klaus-Martin Höfer

Auch im letzten Sommer hat das Helmholtz-Zentrum Berlin 24 junge Leute aus aller Welt für zwei Monate zu einer „Summer School“ eingeladen. Anreise und Unterkunft übernahm das HZB; die Studierenden wurden in aktuelle Forschungsprojekte eingebunden und von Forscherinnen und Forschern betreut.

Zum Beispiel von Klaus Kiefer, der die „Probenumgebung“ leitet. „Es ist wichtig, nicht nur im eigenen Saft zu schmoren, sondern auch mal Anstöße von außen aufzunehmen“, umreißt er seine Motivation. Doch lässt sich bei einem Master-Studenten oder jemandem, der gerade den Bachelor in der Tasche hat, erwarten, dass er einem gestandenen Physiker auf die Sprünge hilft? Lehre, sagt Kiefer, heiße auch Reflektieren des eigenen Faches. Und es könne auch sein, dass die Studenten an die Aufgaben anders herangehen als der Betreuer. „Ich überdenke dann auch schon mal meine eigenen Wege, die Probleme zu lösen“, sagt Kiefer.

Gabriele Lampert organisiert seit zwei Jahren die „Summer School“. Im Januar schreibt sie die ersten Mails, um mögliche Betreuerinnen und Betreuer im HZB zu finden, und sie fordert die Studierenden zur Online-Bewerbung auf. „Sie können aber auch selbst

aktiv werden und befreundete Universitäten und Forschungseinrichtungen informieren“, rät Klaus Kiefer. „Das bringt dann auch oft sehr gute studentische Mitarbeiter für den Sommer.“ Die Bewerbungsunterlagen werden von den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die sich zur Betreuung gemeldet haben, gesichtet und ausgewählt. „Ende März sollten wir die Zusagen verschickt haben“, sagt Gabriele Lampert. Vier Monate später kommen die Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler dann im HZB an. „Am Anfang, in den ersten zwei Wochen“, sagt Doktorand Phillip Manley, „brauchen sie sehr viel Betreuung.“ Denn für die meisten Studenten ist das Thema ganz neu, in das sie sich einarbeiten. „Man steckt mehr Zeit hinein, als man spart“, vermutet er. Und Andreas Schällicke, Postdoc am Institut für Beschleunigerphysik: „Ich würde nicht sagen, dass man weniger schafft. Man schafft vielleicht andere Sachen.“ Seine Vorgehensweise: Er überlegt eine Aufgabe nach dem Motto „ich habe bisher nicht die Zeit dafür gefunden, es sind aber Sachen, die mich eigentlich interessieren“.

Lesetipp: Einige Teilnehmerinnen und Teilnehmer haben ihre Erfahrungen in einem Blog dokumentiert: <http://hzb2014summerschool.wordpress.com/>

Foto rechts: Die Sommerstudenten vorm BESSY-Gebäude.

Foto: Klaus-Martin Höfer

Fotos Seite 31 oben (von links): Klaus Kiefer, Phillip Manley und Andreas Schällicke haben letzten Sommer Studierende betreut.





SOMMERSCHULE QUANTSOL

Die „International Summer School on Photovoltaics and New Concepts of Quantum Solar Energy Conversion“ (Quantsol) fand vom 07.–14.09.2014 im österreichischen Hirschegg / Kleinwalsertal statt.

Mittlerweile hat sie sich weltweit zu einem „Muss“ für angehende Solarforscher etabliert. 54 junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, von Diplomanden bis zu Postdocs, kamen aus 16 Ländern, um sich gründlich in die Solarforschung einführen zu lassen. „Hier hat es richtig gebrummt, man konnte förmlich die Energie und Begeisterung der jungen Forscherinnen und Forscher für das Thema spüren“, sagt Klaus Lips, der die Schule zusammen mit Thomas Hannappel organisiert hat.

Expertinnen und Experten erklärten, wie die Umwandlung von Solarenergie in chemische und elektrische Energie funktioniert, und stellten neue Materialien und Methoden sowie technische Anwendungen vor. Wie jedes Jahr dauerte die Abschlussfeier bis in die frühen Morgenstunden. Aufgrund der großen Nachfrage sind auch in den kommenden Jahren weitere Quantsol-Sommerschulen geplant.

HERBSTSCHULE ZU DÜNNSCHICHTZELLEN

Anfang November veranstaltete das HZB am Schielowsee bei Potsdam eine Herbstschule zu Dünnschichtsolarzellen.

Die Herbstschule wurde im Rahmen des Helmholtz Virtuellen Instituts „Microstructure Control for Thin Film Solar Cells“ organisiert, welches das HZB gemeinsam mit mehreren deutschen und ausländischen Universitäten und Forschungseinrichtungen eingerichtet hat, um die Bildung von strukturellen Defekten und Eigenspannung während des Wachstums von Dünnschichtsolarzellen zu untersuchen. An der Herbstschule nahmen 28 junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus sieben Ländern teil, u. a. aus den USA und aus Puerto Rico. Neben Expertenvorträgen gab es auch so genannte „Hands-On“-Sessions, um Simulations- und Auswertungssoftware praktisch

auszuprobieren, mit Gruppenarbeit und viel Gelegenheit zum Austausch in schöner Umgebung. Eine neue Auflage der „Autumn School“ ist für das Jahr 2016 geplant.

ERFOLGSMODELL „JOINT LABS“

Das Helmholtz-Zentrum Berlin hat in den letzten Jahren mit Universitäten und Hochschulen mehrere „Joint Labs“ gegründet, um die Zusammenarbeit auf ein solides Fundament zu stellen. Ausgestattet mit jeweils einer Juniorprofessur stellt das Modell sicher, dass ausgewählte Expertinnen oder Experten sowohl am HZB forschen als auch an der Uni in die Lehre eingebunden sind. Mit inzwischen acht „Joint Labs“ in der Region Berlin-Brandenburg und mit der Universität Uppsala, Schweden, hat das HZB dieses neue Modell nun erfolgreich etabliert. Es hat sich gezeigt, dass diese Form der Kooperation sowohl für das HZB als auch für die universitären Partner äußerst vorteilhaft ist – alle Ressourcen werden mit maximaler Effizienz genutzt, die wissenschaftliche Produktivität steigt. Zugleich erhöht sich dadurch die Anziehungskraft des Standorts Berlin für junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und die Nachwuchsförderung wird zu einer wichtigen Säule im HZB-Profil. Auch im Rahmen der Exzellenzinitiative könnten „Joint Labs“ in Zukunft als Modell dienen, um außeruniversitäre und universitäre Forschung besser zu vernetzen. Das HZB stellt seine Erfahrung gern zur Verfügung.

JOINT LABS im HZB:

Joint Lab for Structural Research (JLSR) | HU Berlin, TU Berlin

Joint MX Lab | HU Berlin, MDC, FU Berlin und Leibniz-Institut für Molekulare Pharmakologie (FMP)

Joint Lab on Accelerator Physics (JLAP) | HU Berlin

Berlin Joint EPR Lab (BeJEL) | FU Berlin

Berlin Joint Lab for Supramolecular Polymer Systems (BerSuPol) | FU Berlin

Berlin Joint Lab for Optical Simulations for Energy Research (BerOSE) | FU Berlin, Zuse Institut Berlin (ZIB)

Joint Ultrafast Dynamics Lab in Solutions and at Interfaces (JULiq) | FU Berlin

Berlin Joint Lab for Non Equilibrium of Matter (BerNEM) | FU Berlin

Berlin Joint Lab for Quantummagnetism (BerQuam) | FU Berlin

Uppsala Berlin Joint Lab (UBJL) | Universität Uppsala



