



THEMEN UND  
MENSCHEN

## BAUKASTEN MIT MIKROGELEN

Aus Mikrogelpartikeln lassen sich komplexe Aggregate zusammensetzen, die für die Medizin interessant sind.

### ENERGIE:

Zeit für ehrgeizige Ziele:  
solarer Wasserstoff

### MATERIALIEN:

Porträt Yan Lu: zwischen  
Labor und Garten

### ZUKUNFT:

Digitales Fenster zeigt, wie die HZB-  
Zukunftsprojekte vorankommen

## ENERGIE



06

Roel van de Krol setzt ehrgeizige Ziele für solare Brennstoffe

---

05

### PORTRÄT

Simone Raoux kehrt nach 25 Jahren aus den USA zurück

08

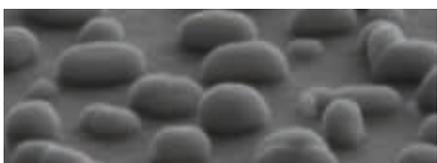
### ENERGIEQUELLE DER ZUKUNFT

Das Potenzial der Solarenergie

09

### MELDUNGEN AUS DER FORSCHUNG

Graphen in Solarzellen / Nanoteilchen für noch dünnere Solarzellen / Vom Nanostäbchen-Teppich zur Solarzelle



## MATERIALIEN



11

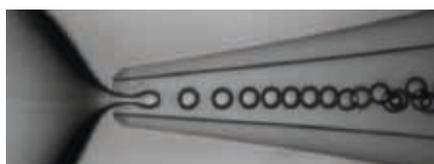
Yan Lu nimmt sich Zeit für die wichtigen Dinge

---

12

### MIKROGELE

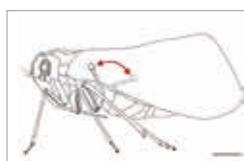
Baukasten für neue Materialien



14

### MELDUNGEN AUS DER FORSCHUNG

Neues Sinnesorgan an Insekten entdeckt / Magnetischer Schalter



mit Anwendungspotenzial / Schlafkrankheit austricksen / Elektronenspins mit Licht steuern / Was Superlegierungen super macht

Elektronenspins mit Licht steuern / Was Superlegierungen super macht

## ZUKUNFT



17

Jens Knobloch treibt am HZB die Beschleunigerphysik voran

---

19

### #HZBZLOG

Digitales Fenster zeigt, wie die HZB-Zukunftsprojekte vorankommen

20

### RÖNTGENKAMERA OHNE VERWACKELN

Hochaufgelöste Schnappschüsse von schnellen Prozessen

21

### ESTHER DUDZIK

Einsatz für Gleichstellung und Vielfalt

22

### PROMOVIEREN AM HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN

GIRLS' DAY

## LIEBE LESERINNEN UND LESER,

1954, vor genau 60 Jahren, bauten Forscher in den amerikanischen Bell-Labs die erste Siliziumsolarzelle. Heute gibt es viele unterschiedliche Materialsysteme für Solarzellen, die Wirkungsgrade haben sich enorm erhöht, die Kosten sind massiv gesunken. Und die Forschung geht weiter, denn wir sehen noch viel Spielraum, um Sonnenstrom zu einer wirklich günstigen Energiequelle zu machen. Gleichzeitig forschen wir an der Speicherung der Solarenergie in Form von Wasserstoff – ein Gebiet, auf dem das HZB nun eine Führungsrolle anstrebt.

Wir berichten in dieser Ausgabe auch über Materialien aus „weichen Bausteinen“, die für die Medizin interessant sind, und über komplexe magnetische Strukturen, die sich als Bausteine für eine Informationstechnologie der Zukunft eignen könnten. Darüber hinaus arbeiten mehrere Teams daran, unsere Forschungsinfrastrukturen noch erheblich zu erweitern, damit auch in Zukunft internationale Spitzenforschung am HZB möglich ist. Das Entstehen und Wachsen dieser Zukunftsprojekte kann man in einem eigens dafür aufgebauten Web-Logbuch quasi live verfolgen. Wir stellen Ihnen das #HZBzlog in dieser Ausgabe vor.

Und noch eine Besonderheit erwartet Sie in dieser Ausgabe: Anlässlich des fünfjährigen Bestehens des HZB haben wir ein Poster gestaltet, das diesem Magazin beiliegt. Es führt die wichtigsten Entwicklungen seit dem Zusammenschluss des früheren Hahn-Meitner-Instituts und der BESSY GmbH zum Helmholtz-Zentrum Berlin auf und zeigt: Die Fusion war für beide Standorte ein Gewinn.

Wir hoffen, dass Sie weiterhin interessiert die Entwicklung des HZB verfolgen und wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen,



Ina Helms



Antonia Rötger



Ina Helms



Antonia Rötger

---

### Impressum

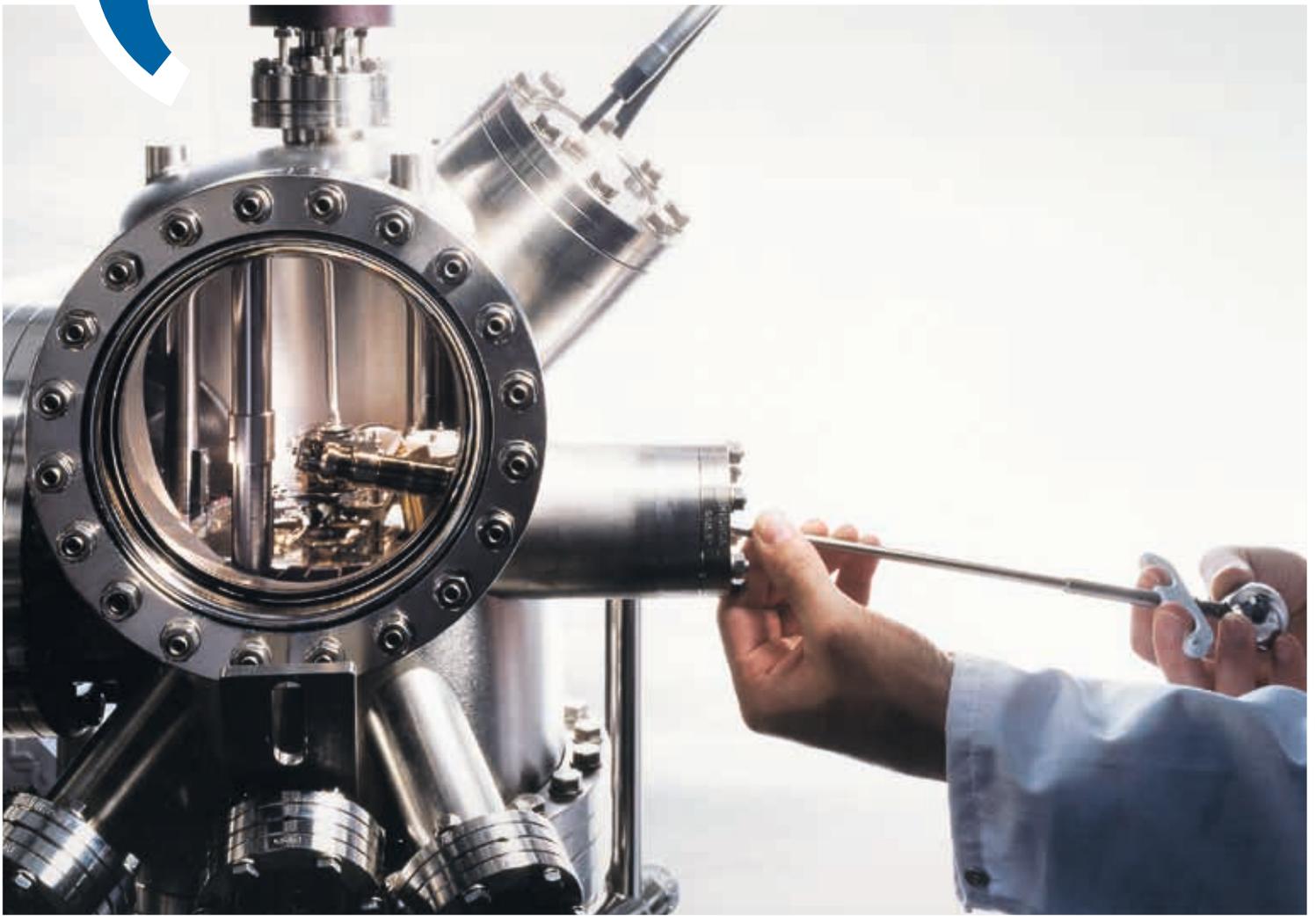
Herausgeber: Helmholtz-Zentrum Berlin, [www.helmholtz-berlin.de](http://www.helmholtz-berlin.de)

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

Gestaltung: Schleuse01 Werbeagentur GmbH, [www.schleuse01.de](http://www.schleuse01.de)

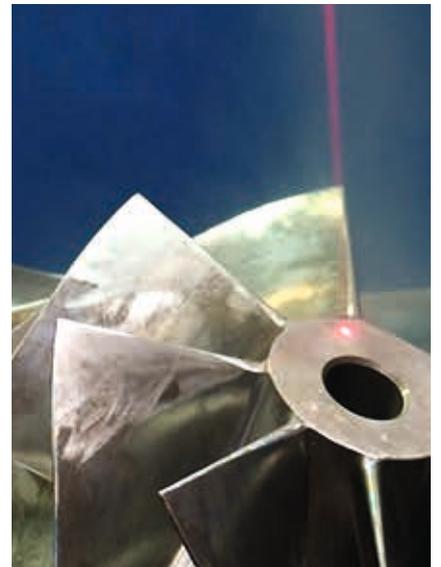
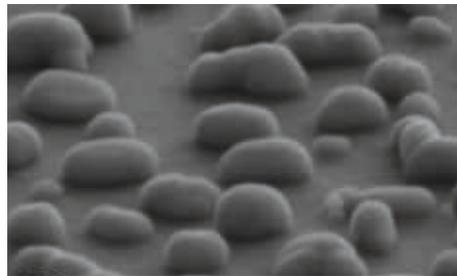
Fotonachweise: Bildrechte, wenn nicht anders genannt: HZB. Titelbild: Norbert Kriegenburg, Seite 10: Michael Fernahl, Seite 5: © MH – Fotolia.com, Seite 8: © Peter Hermes Furian – Fotolia.com, Seite 21: © Trueffelpix – Fotolia.com, Seite 18 © foxaon – Fotolia.com

Druck: Elbe Druckerei Wittenberg, Breitscheidstraße 17, 06886 Lutherstadt Wittenberg  
[www.elbedruckerei.de](http://www.elbedruckerei.de)



# ENERGIE UMWANDELN UND SPEICHERN

Die Sonne schickt in einer Stunde mehr Energie auf die Erde, als die Menschheit in einem Jahr verbraucht. Solarenergie kann den Energiebedarf decken, das steht fest. Und die Photovoltaik wird einen großen Beitrag leisten, um die Energiewende zu meistern. Allerdings müssen Solarzellen noch preiswerter werden und mit weniger Material auskommen. Gleichzeitig gilt es, Lösungen zu entwickeln, um Solarenergie auch zu speichern. Am HZB arbeiten wir an Solarzellen der dritten Generation und an solaren Brennstoffen, die Solarenergie chemisch speichern: Dafür entwickeln wir komplexe Materialsysteme, die mit Sonnenlicht Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff spalten. Wasserstoff lässt sich entweder direkt als Brennstoff nutzen oder kann in einer Brennstoffzelle Strom erzeugen.





## PORTRÄT

# DER TRAUM VON FREIHEIT

Simone Raoux kehrte nach 25 Jahren aus Amerika zurück nach Berlin, um am HZB ein neues Institut aufzubauen. Ihre Erfahrungen aus der Forschung bei IBM wird sie nutzen, um den Kontakt mit der Industrie auszubauen.



Text: Sylvia Zerbe

**N**och im Dezember 2013 spazierte Simone Raoux die weltberühmten Straßen in Downtown Manhattan entlang. Die renommierte Materialforscherin forschte erfolgreich beim Weltkonzern IBM. Weihnachten verbrachte sie noch in New York, dann packte sie endgültig ihre Koffer und flog zurück nach Berlin. Dank der Helmholtz-Rekrutierungsinitiative kann das Helmholtz-Zentrum Berlin der Physikerin nun eine attraktive, langfristige Perspektive in der Forschung



SIMONE RAOUX  
privat

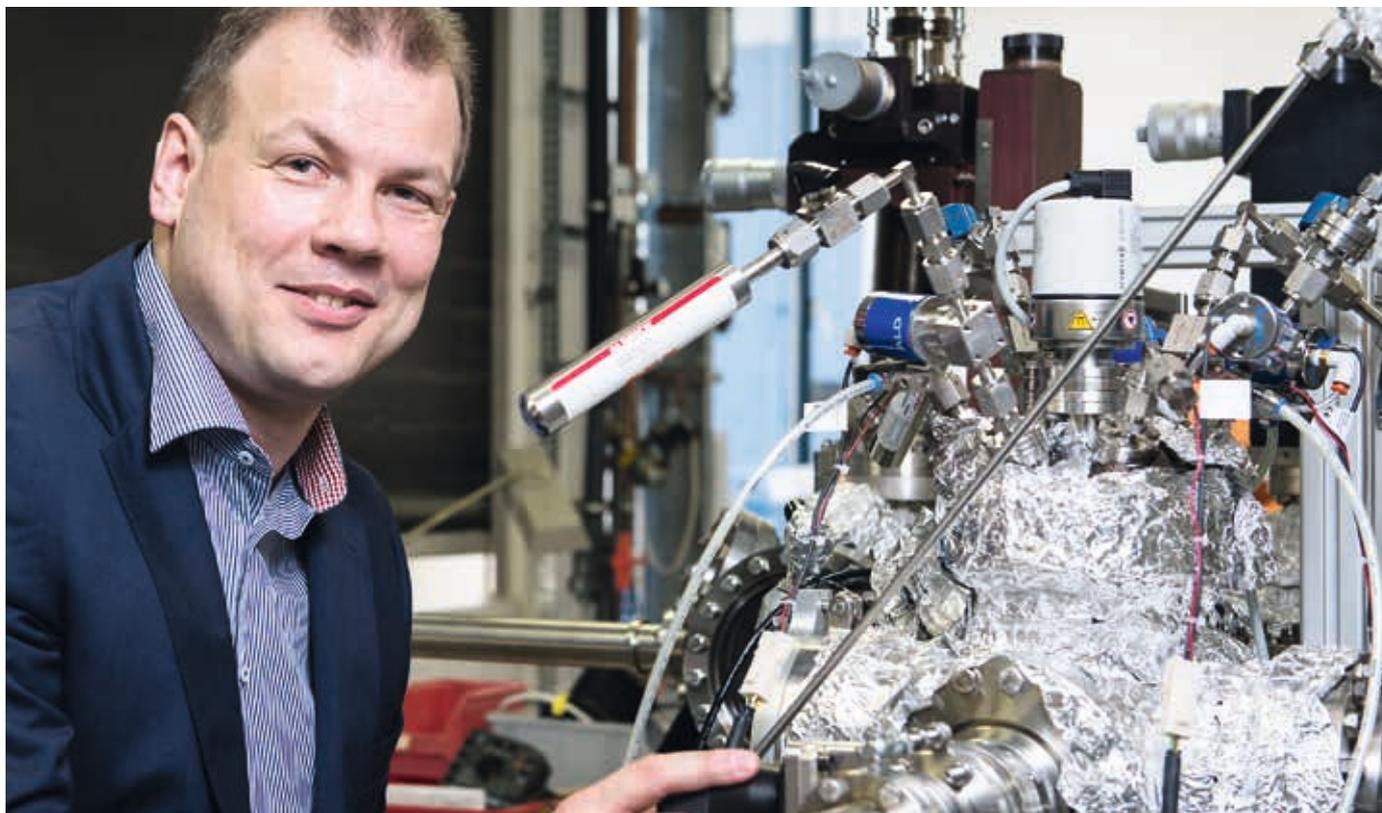
bieten. Wenn Simone Raoux von ihren neuen beruflichen Möglichkeiten spricht, benutzt sie ein Wort, das man mit dem amerikanischen Traum schlechthin verbindet: Freiheit. Genau diese Freiheit hat Simone Raoux ausgerechnet hier, in Deutschland, am Helmholtz-Zentrum Berlin gefunden. „Es war schon ein radikaler Schritt, nach fast 25 Jahren

aus den USA zurückzukommen“, gibt sie zu. „Aber die Möglichkeiten, die mich in Berlin erwarten, sind einfach fantastisch.“

Die Freiheit, die Pflöcke einzureißen und weiterzuziehen, hat sich Simone Raoux schon mehrmals genommen. Damals, als sie mit ihrer Doktorarbeit an der Humboldt-Universität zu Berlin fertig war, fiel die Mauer. „Die neue Freiheit erschien uns grenzenlos. Ich wollte die Welt sehen.“ Sie ging an das Lawrence

Berkeley National Laboratory in Kalifornien, baute ein Photoemissionselektronenmikroskop am Synchrotron ALS auf. Später wechselte sie in die Forschung von IBM. Nun, seit ihrer Rückkehr im Januar 2014, baut die Physikerin das Institut „Nanospektroskopie für Design und Optimierung energierelevanter Materialien“ auf. Sie interessiert sich besonders für Nanopartikelsysteme und Hybridsysteme, bei denen man Nanopartikel in eine Matrix einbindet. „Durch die Kombination beider Systeme kann man Materialien mit Eigenschaften erzeugen, die es so in der Natur nicht gibt. Das finde ich sehr aufregend“, sagt Simone Raoux.

Für ihre Arbeit braucht die Forscherin eine breite Palette an analytischen Methoden. „Das neue Labor EMIL an BESSY II wird uns viele Möglichkeiten bieten, auf die ich mich riesig freue.“ In Adlershof will sie enge Kontakte zur Humboldt-Universität aufbauen, aber ihren Blick richtet sie auch über die Stadtgrenzen hinaus. Simone Raoux ist international vernetzt und betont, wie sehr sie die Arbeit anderer Kollegen schätzt: „Kooperationen, in denen jeder Erfahrungen aus seinem Land einbringt, sind sehr nützlich. Der interkulturelle Austausch führt zu den besten Ideen und Ergebnissen.“ Doch Simone Raoux hat nicht nur andere Forscher im Blick, wenn sie das sagt, sondern auch die Industrie, die dringend einen besseren Zugang zu den Großgeräten braucht. „In der Wirtschaft drängen die Fragen und niemand ist bereit, ein halbes Jahr auf Messzeit zu warten.“ Als Institutsleiterin will sie früh den Schulterchluss mit Industriepartnern suchen, „damit wir Lösungen verfolgen, die tatsächlich wirtschaftlich interessant sind“.



## INTERVIEW

# ZEIT FÜR EHRGEIZIGE ZIELE

Das Gespräch  
führte Antonia Rötger.

Die Sonne strahlt mehr als genug Energie auf die Erde, um die Menschheit mit Energie zu versorgen. Um jedoch den Bedarf auch rund um die Uhr zu decken, muss Solarenergie auch gespeichert werden, zum Beispiel in Form von Wasserstoff.

Mit einem robusten System aus preisgünstigen Komponenten konnte das HZB im letzten Sommer dabei einen ersten Durchbruch verkünden. Prof. Dr. Roel van de Krol, Leiter des HZB-Instituts für Solare Brennstoffe, spricht über die Entwicklung dieses Forschungsfeldes und die neuen, ehrgeizigen Ziele, die sich das HZB als Koordinator eines neues EU-Projekts dabei setzt.

**Seit wann arbeiten Forscherteams an Lösungen für die solare Wasserstoffproduktion?**

**RvdK:** Es begann 1972 – japanische Forscher hatten demonstriert, dass sich Wasser mit einem halbleitenden Oxid in Wasserstoff und Sauerstoff aufspalten lässt. 1973 kam die Ölkrise, daher war das Interesse zunächst enorm, Wasserstoff als Alternative zu fossilen Brennstoffen mit Sonnenlicht zu erzeugen. Doch dann verfolgten nur noch wenige Gruppen diese Forschung weiter. Erst seit etwa fünf Jahren explodiert das Feld geradezu. Das hängt natürlich mit der Energiewende zusammen. Wir brauchen neue Lösungen, um Solarenergie zu speichern. Dafür ist die Wasserstoffproduktion eine sehr gute Option. Gleichzeitig gab es enorme Fortschritte: So zeigte Michael Graetzel aus Lausanne 2006, dass nanostrukturierte Eisenoxide sehr gute Photoströme ermöglichen. Das ist im Grunde Rost – ein sehr preiswertes Material.

**Im Sommer 2013 konnten Sie einen Durchbruch verkünden. Worum ging es?**

**RvdK:** Wir haben, zusammen mit der TU Delft, ein relativ einfaches System gebaut, das einen Wirkungs-

„Seit den 1970er-Jahren sprechen wir von dieser Technologie, seit fünf Jahren haben sich die Fortschritte enorm beschleunigt. Jetzt sollten wir ehrgeizige Ziele setzen.“

---

grad von fünf Prozent erreicht und eine gute Stabilität zeigt. Wir nutzen dafür eine konventionelle Dünnschichtsiliziumzelle und kombinieren sie mit einem Metalloxid. Das hat zwei Vorteile. Zum einen wandelt das Metalloxid noch einen anderen Teil des Lichtspektrums in Strom um, und zum anderen schützt es die empfindliche Siliziumzelle vor Korrosion. Damit kombinieren wir sozusagen das Beste aus zwei Welten. Wir bekamen eine Menge Aufmerksamkeit, auch von den Medien. Das zeigt, wie groß das Interesse an Speicherlösungen für erneuerbare Energien ist.

#### **Solche Systeme nutzen ja ähnlich wie Pflanzen das Sonnenlicht, um Wasser zu spalten. Was ist der Unterschied zu biologischen Systemen?**

**RvdK:** Die Effizienz der Photosynthese ist mit etwa einem Prozent eher schlecht, denn die Natur hat andere Ziele als maximale Effizienz. Künstliche Systeme dagegen könnten theoretisch 25 bis 30 Prozent Effizienz erreichen. Schon 2001 hatten Forscher ein System gebaut, das rund 18 Prozent des Sonnenlichts chemisch speichern konnte. Es bestand allerdings aus mindestens 16 Schichten und war extrem teuer. Um ein praxistaugliches und marktfähiges System zu entwickeln, müssen wir nicht nur die Effizienz steigern, sondern auch die Stabilität erhöhen und die Kosten senken. Außerdem muss es auch großflächig produzierbar sein. Die Herausforderung besteht darin, den besten Kompromiss zwischen diesen verschiedenen Anforderungen zu finden.

#### **Wo liegen die großen ungelösten Fragen und welche davon möchten Sie angehen?**

**RvdK:** Ich denke, bei den solaren Brennstoffen sind wir aktuell da, wo die Photovoltaik vor 40 Jahren stand. Unser größtes Ziel wird sein, das ideale, „magische“ Material zu finden, so wie das Silizium bei den Solarzellen. Es muss ein sehr guter Lichtabsorber sein, chemisch stabil bleiben und darf nicht teuer sein. Ich hoffe, dass wir in den nächsten fünf bis zehn Jahren ein oder zwei wirklich neue Materialien entwickeln können. Außerdem wissen wir noch nicht genau, wie sich Defekte bilden und welche Rolle sie für die Effizienz des Systems spielen. Das wollen wir nun in unterschiedlichen Metalloxiden systematisch untersuchen. Und wir beobachten natürlich, was die anderen machen und verfolgen dann einen eigenen Ansatz.

So gehen die Amerikaner von sehr guten Solarzellen aus und versuchen, sie stabiler gegen die Korrosion zu machen. Wir dagegen starten mit günstigen und robusten Materialien wie den Metalloxiden und versuchen, die Effizienz zu steigern.

#### **Wo steht das HZB im internationalen Vergleich?**

**RvdK:** Das Joint Center for Artificial Photosynthesis (JCAP) am CalTech in Kalifornien, mit dem wir auch zusammenarbeiten, ist die größte Initiative auf dem Planeten für solare Brennstoffe. Das HZB stellt mit dem Institut für Solare Brennstoffe inzwischen schon eine der größeren Gruppen in Europa. Außerdem haben wir Zugriff auf eine tolle Infrastruktur an BESSY II und demnächst an EMIL. So werden wir an EMIL hunderte Proben mit leichten Variationen in der Zusammensetzung herstellen und gleichzeitig charakterisieren können. Das ist unser Alleinstellungsmerkmal und das hilft uns im Wettbewerb.

#### **Was sind nun ihre konkreten Ziele?**

**RvdK:** Wir wollen demonstrieren, dass solche Systeme machbar sind. Im April haben wir am HZB als Koordinator das EU-Projekt PECDEMO gestartet, um ein System zu entwickeln, das mindestens acht Prozent der Solarenergie speichern kann und dabei tausende Stunden stabil bleibt. Das ist die magische Zahl, um die Industrie für die Technologie zu gewinnen. Natürlich ist es riskant, solche klaren Ziele festzulegen. Aber wir wollen das Risiko eingehen. Seit den 1970er-Jahren sprechen wir von dieser Technologie, seit fünf Jahren haben sich die Fortschritte enorm beschleunigt. Jetzt sollten wir ehrgeizige Ziele setzen. 

---





## GIBT ES GRENZEN FÜR DIE SOLARENERGIE?

# ENERGIEQUELLE DER ZUKUNFT

Text: Antonia Rötger

Die Sonne treibt alle natürlichen Prozesse auf der Erde an, sie sorgt für Wind und Wetter und für das Wachstum der Pflanzen. Selbst die fossilen Ressourcen sind im Grunde nichts anderes als gespeicherte Biomasse. Jede Sekunde strahlt die Sonne unglaubliche 175.000 Terawatt (ein Terawatt sind 1.000 Gigawatt) auf die Erde, nur rund 50 Terawatt verbraucht die gesamte Menschheit, die Ernährung schon eingeschlossen.

Energie gibt es also reichlich, die Frage ist nur, wie wir sie in die gewünschte Form, zum Beispiel in elektrische Energie, umwandeln. Dabei sprechen auch sehr grundsätzliche Erwägungen für die Photovoltaik. So betrachtet der Physiker Dr. Axel Kleidon vom MPI für Biogeochemie, Jena, die Erde als Wärmekraftmaschine, angetrieben durch die drei Kraftquellen „Solarenergie“, „Erdwärme“ und „Gravitation“. Sonnenstrahlung wird in Wärme, Wind oder Biomasse umgewandelt. Strom können wir dann über Windtur-

binen oder in Kraftwerken erzeugen, wobei immer auch Wärme und Entropie entstehen. Doch Solarenergie lässt sich auch direkt in Strom umwandeln, ohne Umweg über Wärme: Im Interview mit dem Magazin „Spektrum der Wissenschaft“ (Februar 2014) erklärte Kleidon: „Uns hat überrascht, wie groß das Potenzial an Sonnenenergie selbst in Deutschland ist, wir könnten weit mehr Solarenergie abgreifen, als gegenwärtig benötigt wird. Sonnenenergie ist die am wenigsten umgeformte Energie, die wir nutzen können, bevor sie in Wärme umgewandelt wird, deshalb hat sie so ein gewaltiges Potenzial.“ Aktuell liegt der Stromverbrauch in Deutschland bei rund 600.000 Gigawattstunden im Jahr (Quelle: [www.destatis.de](http://www.destatis.de)). Das entspricht einer Durchschnittsleistung von 70 Gigawatt. Insgesamt wird in Deutschland schon ein Viertel des Strombedarfs aus Wind, Wasser, Biomasse oder Sonnenenergie gedeckt. Die Photovoltaik hat daran einen Anteil von rund 20 Prozent bei einer installierten Peakleistung von rund 33 Gigawatt. —

## STATEMENT



**BERND RECH**  
leitet das Institut für  
Siliziumphotovoltaik am HZB

**Die Dünnschichttechnologien stehen im Zentrum der Solarenergieforschung am HZB. Dabei sind Dünnschichtmodule am Markt schon gut etabliert. Warum forschen Sie daran, den Wirkungsgrad noch weiter zu erhöhen?**

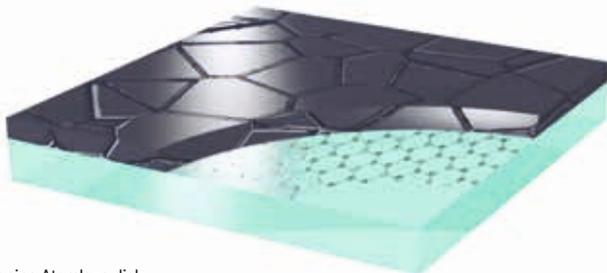
“ **Bernd Rech:** Technologieentwicklung und Massenproduktion haben den Preis von Solarmodulen im letzten Jahrzehnt enorm reduziert. Die Kosten von Solarstrom liegen an sonnigen Standorten nun unter zehn Cent pro Kilowattstunde und dadurch öffnen sich große Märkte, auch jenseits von Subventionen. Was aber nicht im gleichen Maß gesunken ist, sind die so genannten Systemkosten, also die Kosten für Instal-

lation, Verdrahtung, Netzanbindung, Landnutzung. Diese Kosten nehmen so einen größeren Anteil an den Gesamtkosten ein, genau wie die Kosten für die Verkapselung. Indem wir die Wirkungsgrade von Dünnschichtmodulen weiter erhöhen, reduzieren wir diese Kosten. Denn so können wir mit der gleichen Fläche mehr Kilowatt Sonnenstrom erzeugen.

Außerdem sind die Wirkungsgrade noch immer weit vom theoretischen Limit entfernt. Bei kommerziellen Solarmodulen liegen sie zwischen 10 und 20 Prozent – im Labor konnten jedoch schon Wirkungsgrade von 44 Prozent erreicht werden. Da gibt es also noch Raum für neue Technologien und ich bin davon überzeugt, dass die Photovoltaik weltweit eine große Zukunft hat. ”

# GRAPHEN IN SOLARZELLEN

Graphen ist extrem leitfähig und lichtdurchlässig, dabei billig und ungiftig. Damit eignet es sich perfekt als Kontaktschicht in Solarzellen zum Abführen des Stroms, ohne den Lichteinfall zu verringern, zumindest theoretisch. Ob dies auch in der realen Welt funktioniert, war aber fraglich, denn „ideales“ Graphen – eine freischwebende flache Wabenstruktur aus einer einzigen Lage Kohlenstoffatome – gibt es nicht: Wechselwirkungen mit benachbarten Schichten könnten die Eigenschaften von Graphen jedoch drastisch verändern. Dr. Marc Gluba und Prof. Dr. Norbert Nickel vom HZB-Institut für Silizium-Photovoltaik haben nun gezeigt, dass Graphen seine Eigenschaften behält, wenn es mit einer dünnen Siliziumschicht bedeckt wird. Sie stellten dafür Graphen auf einer Kupferfolie her, transferierten es auf ein Glas-Substrat und schieden dann eine dünne Schicht aus Silizium darüber ab. Dabei untersuchten sie zwei Varianten, wie sie auch in den gängigen Siliziumdünnschichttechnologien verwendet werden: zum einen eine Probe mit einer amorphen Siliziumschicht, in der die Siliziumatome wie in einer erstarrten Schmelze ungeordnet sind. Zum Anderen untersuchten sie, wie sich ein typischer Kristallisationsprozess, der das ungeordnete Silizium in seine kristalline Phase überführt, auf die Eigenschaften des Graphens auswirkt. Obwohl sich das Gefüge der Deckschicht infolge der Erwärmung auf mehrere hundert Grad Celsius komplett verändert, ist das vergrabene Graphen auch danach noch nachzuweisen. „Das haben wir so nicht erwartet, aber unser Ergebnis zeigt: Graphen bleibt Graphen, auch unter Silizium“, sagt Norbert Nickel. Damit eröffnen sie für die Dünnschicht-Photovoltaik ganz neue Möglichkeiten.



Die Graphen-Schicht ist nur eine Atomlage dick. Ladungsträger können sich allerdings sehr frei darin bewegen. Diese Eigenschaft bleibt erhalten, auch wenn die Graphen-Schicht mit amorphem oder polykristallinem Silizium bedeckt wird. Bild: Marc A. Gluba/HZB

## VOM NANOSTÄBCHEN-TEPPICH ZUR SOLARZELLE

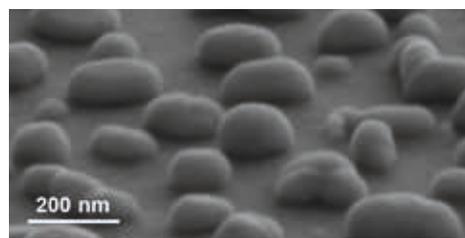
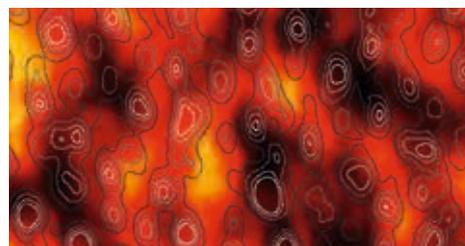
Forscherteams aus dem HZB und der University of Limerick, Irland, haben einen neuen Weg gefunden, um Kesterit-Solarzellen bei niedrigerer Temperatur herzustellen: Sie erzeugten zunächst einen Teppich aus Wurtzit-Nanostäbchen. Diese Stäbchen besitzen chemisch die gleiche Zusammensetzung wie Kesterit, unterscheiden sich aber in ihrer kristallinen Struktur. An der EDDI-Beamline von BESSY II konnten sie beobachten, wie sich die Wurtzit-Stäbchen binnen weniger Sekunden zu Kesterit-Kristalliten umwandelten. Entscheidend war dabei die Heizrate: Je rascher die Wurtzit-Stäbchen erhitzt wurden, desto größer wurden die Kristallite. So gelang es, Kesterit-Schichten aus fast mikrometerebenen Kristalliten zu erzeugen, die in Dünnschicht-Solarzellen zum Einsatz kommen könnten.

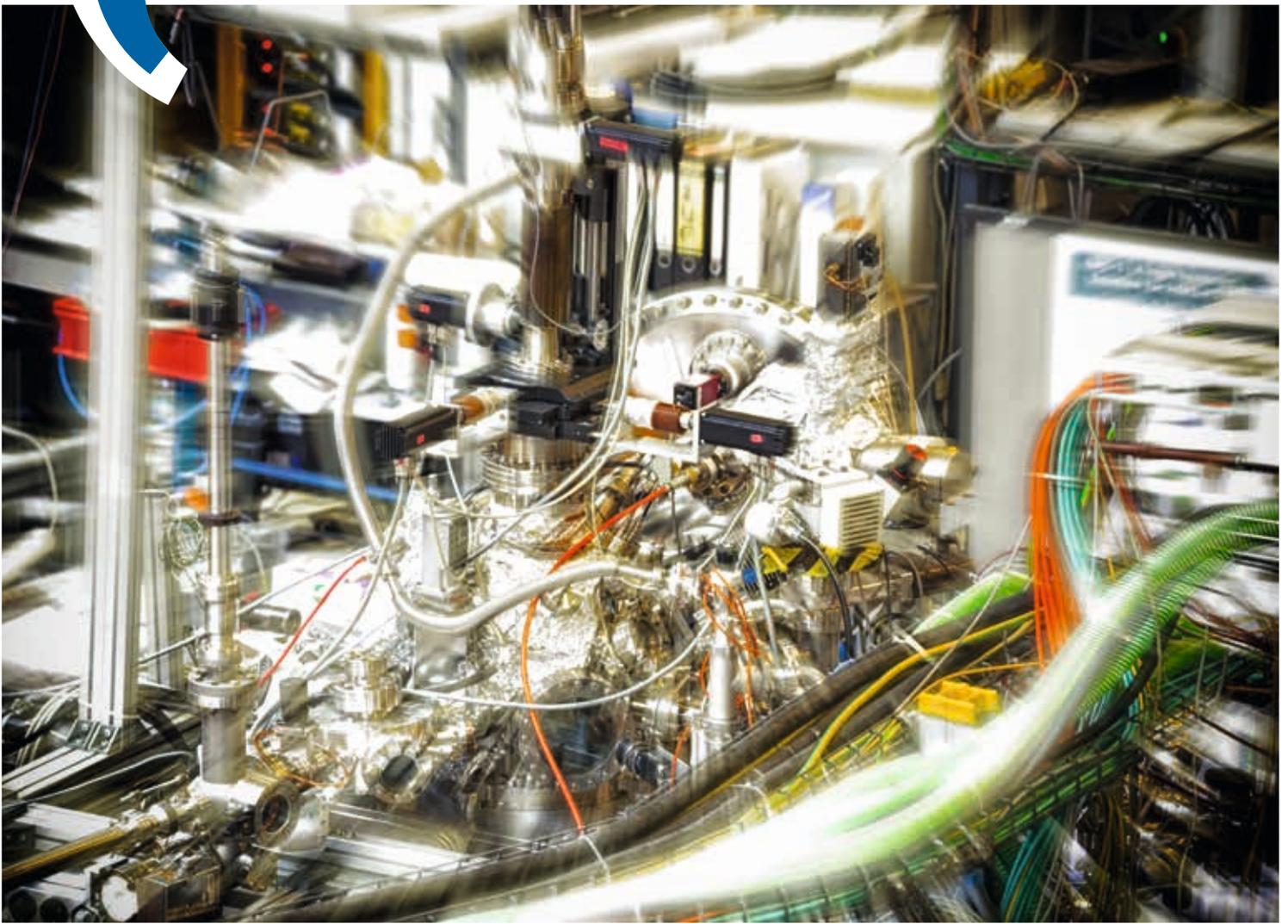
## NANOTEILCHEN FÜR NOCH DÜNNERE SOLARZELLEN

Selbst bei Dünnschicht-Solarzellen möchte man noch Material sparen. Macht man sie jedoch zu dünn, sinkt der Wirkungsgrad, weil sie zu wenig Licht absorbieren. Nanostrukturen könnten das Licht einfangen und so die Effizienz erhöhen. Diese Idee verfolgt Prof. Dr. Martina Schmid, die am HZB die Nachwuchsgruppe „NanooptiX“ leitet. „Wir wollen Nanostrukturen so optimieren, dass sie gezielt bestimmte Wellenlängen des Sonnenspektrums in die Zelle hineinstreuen.“ Mit Kollegen am California Institute of Technology untersuchte sie, wie zufällig verteilte Silber-Nanopartikel den Lichteinfall auf die Solarzelle beeinflussen. Sie führten dafür eine feine Spitze über die Probe, die zum einen die Topografie ermittelt, aber dabei die Probe auch lokal belichtet und optische Anregungen in den Nanopartikeln erzeugt. Dabei beobachteten sie, dass zwischen dicht benachbarten Nanopartikeln starke Wechselwirkungen entstehen können, die zu hellen „Hot Spots“ führen. „Dadurch könnte die Energieumwandlung in der Solarzelle erhöht werden“, erklärt Martina Schmid.

Zu sehen sind die Topografie der Probenoberfläche (weiße Linien um die Nanopartikel) sowie die lokalen optischen Anregungen. Die Aufnahme zeigt mehrere „Hot Spots“ (gelb). Bild: HZB/CalTech

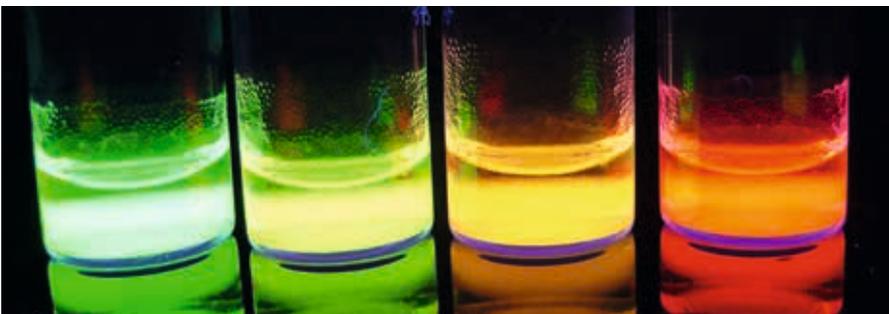
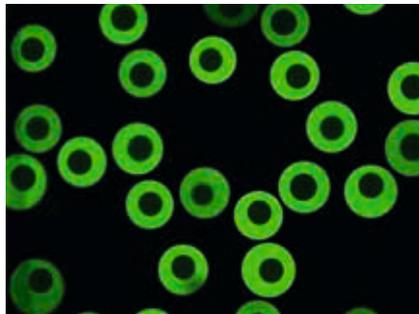
Bild unten: Die Silber-Nanopartikel sind unregelmäßig geformt und zufällig auf der Oberfläche verteilt, zeigt diese Raster-Elektronenmikroskopie-Aufnahme. Bild: HZB





# MATERIALIEN ERFORSCHEN

Zwar wissen wir, dass Materie aus Atomen besteht, aber danach wird es kompliziert: Denn die Eigenschaften von Materialien werden keineswegs allein durch die Art der Atome bestimmt, sondern auch davon, wie sie sich anordnen und welche Wechselwirkungen sie untereinander oder mit benachbarten Schichten haben. Am HZB gehen wir diesen Fragen auf den Grund. Dabei zeigt sich, wie sehr Materialforschung mit dem Thema „Energie“ und „Rohstoffe“ verbunden ist: Die Materialforschung trägt dazu bei, neue Materialsysteme zu entwickeln, die für Solarzellen interessant sind, die elektronische Bauteile mit weniger umweltschädlichen oder seltenen Elementen ermöglichen oder die verlässlich und mit minimalem Energiebedarf Informationen speichern können.





## PORTRÄT

# VOM LABOR IN DEN GARTEN

Die Chemikerin Yan Lu entwickelt Kolloidpartikel mit vielseitigen Talenten

Text:

Antonia Rötger/  
Andreas Kubatzki

**Y**an Lu nimmt sich Zeit für Dinge, die ihr wichtig sind: Sie wirkt nie gestresst, obwohl sie viel Verantwortung trägt. Sechs Doktoranden und ein Postdoc gehören fest zu ihrer Arbeitsgruppe am Institut für Weiche Materie und funktionale Materialien. Sie hat gerade eine umfangreiche Evaluierung mit Bravour gemeistert und bereitet außerdem ihre Habilitation an der Humboldt-Universität vor. Im letzten Jahr hat sie die „Helmholtz-Akademie für Führungskräfte“ absolviert. „Zeitmanagement war eines der wichtigsten Dinge, die ich dort gelernt habe“, sagt sie. Nun plant sie bewusst, wann sie die Routine-

katalytische Aktivität der immobilisierten Metall-Nanopartikel nimmt ab. „Nun nutzen wir unsere Erfahrung in der Kolloidchemie, um auch bessere Kathoden für Lithium-Schwefel-Batterien zu entwickeln“, erzählt sie. Dafür synthetisieren die Chemiker Kolloidpartikel, die im Kern hohl und von zwei Schalen umgeben sind. Zwischen diese Schalen werden Schwefel-Atome eingelagert, deren Freisetzung sich dann kontrollieren lässt. „Wir arbeiten sowohl mit organischen Molekülen als auch mit anorganischen Verbindungen und können damit sehr interessante Partikel entwickeln, die bestimmte Funktionen erfüllen.“



YAN LU

Der grüne Campus am HZB-Standort Wannsee bietet der Forscherin gute Arbeitsbedingungen.

Arbeit erledigt und wann sie sich Zeit für wichtige Projekte freihält, die ihre volle Konzentration und Kreativität erfordern.

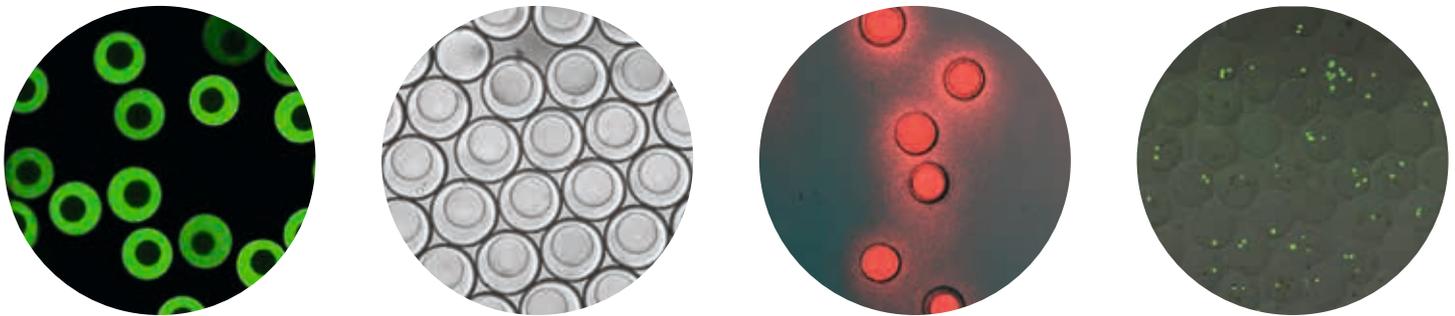
Und kreativ ist ihre Arbeit als Chemikerin allemal: Sie stellt so genannte Kolloidpartikel her, die in einem Medium eingebettet sind und besondere Eigenschaften haben, die sich von außen kontrollieren lassen. Die Partikel besitzen meist einen Kern, zum Beispiel aus Polystyrol, und eine Schale aus vernetzten Polymeren. Diese Schale kann kleinere Nanopartikel aufnehmen, zum Beispiel aus Gold oder Metalloxiden, die als Katalysatoren chemische Reaktionen beschleunigen. Bei Erwärmung schrumpft die Schale und die

Yan Lu ist im Osten Chinas in Wuxi in der Nähe von Shanghai aufgewachsen. In Shanghai studierte sie Polymer-Chemie und Materialwissenschaften. Über einen Gastprofessor aus Dresden kam Yan Lu 2001 nach Deutschland und promovierte an der Technischen Universität Dresden. 2005 ging sie als Postdoc zu Matthias Ballauff, der damals an der Universität Bayreuth forschte. In Bayreuth hatte sie fast nur deutsche Kollegen und Kolleginnen. „Das war gut, da habe ich die Sprache gelernt“, sagt Yan Lu. Außerdem lernte sie dort auch ihren Mann kennen, der wie sie aus Shanghai kam und ebenfalls Chemiker ist. „Shanghai ist so groß, da hätten wir uns vielleicht nie kennengelernt, eine kleine Stadt wie Bayreuth hat eben auch Vorteile“, findet sie. Mit der Berufung von Matthias Ballauff an das HZB kam sie 2009 an den Standort Wannsee, wo sie gleich eine Arbeitsgruppe übernahm.

Yan Lu ist die einzige ihrer Familie, die Wuxi verlassen hat. Ihre Eltern sind Rentner und ihre Schwester ist im Verkehrsamt angestellt. Längst fühlt sie sich auch in Potsdam zuhause, seit Kurzem hat sie sogar einen eigenen Garten. „Unsere Nachbarn haben einen grünen Daumen, sie sind wahre Künstler und zeigen uns nun, wie auch wir unseren Garten so schön anlegen können“, erzählt sie. Ein Apfelbäumchen steht schon. ———

MIKROGELE

# BAUKASTEN FÜR MATERIALIEN MIT NEUEN TALENTEN



Sebastian Seiffert beschäftigt sich mit Mikrogelpartikeln – winzigen Geltröpfchen, aus denen er neuartige Materialien zusammensetzt. Solche Aggregate sind nicht nur als Modellsysteme interessant, sondern ermöglichen auch vielfältige technische Anwendungen: von neuartigen Materialien für die Industrie bis zu einer effizienteren Dialyse für Nierenpatienten.

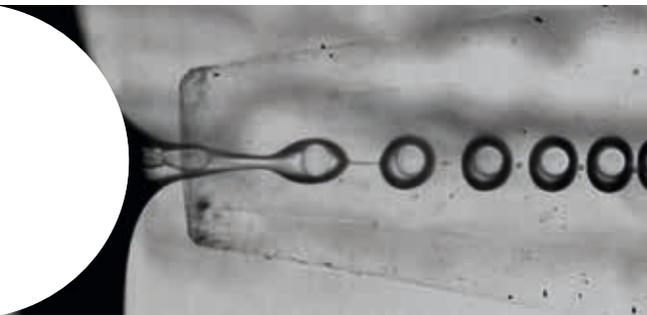
Text: Antonia Rötger

**I**ch wollte schon früh Hochschullehrer werden, weil mich die Kombination aus Forschung und Lehre begeistert. Das macht mir zu gleichen Teilen Spaß“, sagt Sebastian Seiffert. Heute hat er dieses Ziel erreicht, im Oktober 2013 hat er sich habilitiert, seit April 2014 hält er eine W2-Professur für Supramolekulare polymere Materialien, die von HZB und Freier Universität gemeinsam finanziert wird. Schon seit einigen Jahren leitet er seine eigene Forschergruppe am HZB-Institut für Weiche Materie und Funktionale Materialien und eine weitere Gruppe an der Freien Universität Berlin. Auch seine Lehrveranstaltungen nimmt er sehr ernst, bei den Studierenden soll etwas hängenbleiben. „Frei nach Konfuzius: Was du mir sagst, vergesse ich, was du mir zeigst, behalte ich und was du mich tun lässt, verstehe ich.“ Für sein Forschungsfeld benötigt Seiffert Kenntnisse aus Chemie, Physik, Biologie und sogar der Medizin, die

er sich im Laufe der Jahre erarbeitet hat: In seiner Doktorarbeit an der Technischen Universität Clausthal untersuchte er polymere Netzwerke aus langkettigen organischen Molekülen, die sich untereinander über verschiedene Mechanismen vernetzen. Nach seiner Promotion 2007 bewarb er sich an der Eliteuniversität Harvard als Postdoc bei David Weitz, einem bekannten Physiker. Dort lernte er die Mikrofluidtechnik kennen, mit der sich exakt gleich große winzige Tröpfchen produzieren lassen. Bei dieser Methode schnürt sich immer dann ein neues Tröpfchen in einem Mikrokanal ab, wenn die Grenzflächenspannung nicht mehr gegen die Scherströmung ankommt. Inzwischen ist er Experte in der Kunst, winzige Bausteine aus Gelen herzustellen. Dabei kann er kontrollieren, wie hoch die Vernetzungsdichte der Polymere sein soll und dadurch die mechanische Festigkeit der Mikropartikel bestimmen. Aus Mikrogelpartikeln lassen sich – wie

aus Bausteinen mit unterschiedlicher Festigkeit – größere Aggregate zusammensetzen, die auf einer Längenskala von hundert Nanometern mal fester und mal weicher sind. „Damit kann man sehr kontrolliert für Heterogenität sorgen. Mich interessiert dabei, welche Rolle diese Heterogenität für die Eigenschaften von Gelen spielt“, sagt Seiffert. Die beiden Großgeräte am HZB bieten Seiffert die Möglichkeit, tief in die Nanostrukturen seiner Materialien hineinzusehen. Die Neutronenstreuung am BER II macht Wasserstoffbrückenbindungen sichtbar. Und an BESSY II hat sein Team

Team sogar an einer „Dialyse der Zukunft“. Denn noch dauert die künstliche Blutwäsche für Menschen mit Nierenversagen viele Stunden. Die Kollegen vom HZG Teltow haben nun neuartige Absorberpartikel hergestellt, die Giftstoffe aktiv aus dem Blut absorbieren. Allerdings sammeln diese Partikel nicht nur Giftstoffe auf, sondern auch Proteine, die sich im Blut befinden. Binnen kurzer Zeit bildet sich so ein „Fell“ aus Proteinen, das die aktive Oberfläche wirkungslos macht. Seifferts Doktorandin Fany di Lorenzo entwickelt jetzt Komposit-Mikropartikel, mit denen sich diese Absor-



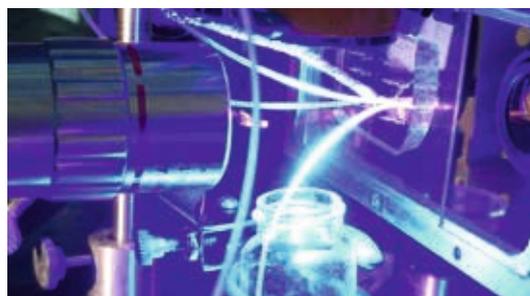
Sebastian Seiffert ist Experte in der Kunst, winzige Bausteine aus polymeren Geltröpfchen herzustellen. Dabei kann er die Vernetzungsdichte der Polymere und damit die mechanische Festigkeit der Mikropartikel genau kontrollieren.

an der ASAXS-Beamline die Möglichkeit geschaffen, Mikrogelpartikel durch winzige Kanäle zuquetschen und sie dabei mit Röntgenlicht zu untersuchen. „Wir analysieren, ob und wie sich Bereiche innerhalb der Mikrogelpartikel umordnen, wenn wir die Partikel quetschen“, erklärt Seiffert. Daraus leiten die Forscher ab, wie in „selbstheilenden Materialien“ Defekte einfach von selbst wieder verschwinden können.

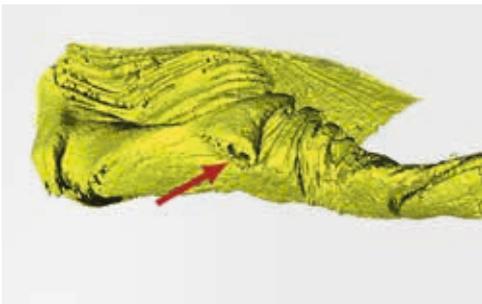
Das Team um Seiffert arbeitet auch an Mikrogelen, die sensitiv auf die Umgebung reagieren, zum Beispiel auf das Lösungsmittel, das sie umgibt. „Inzwischen können wir die Polymerketten gezielt aufquellen lassen und das Volumen der Mikrogelpartikel auf das zehnbis- bis sogar tausendfache erhöhen“, erklärt Seiffert. Weitere Arbeiten untersuchen, wie sich die schwachen Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Netzknoten kontrolliert spalten lassen, zum Beispiel, um Wirkstoffe freizusetzen, die im Mikrogel eingekapselt sind. „Solche Mikrogele erforschen wir nun als Kapseln für lebende Zellen“, berichtet er. Das ist zum Beispiel für die Gewebezüchtung relevant, die bislang nur auf zweidimensionalen Substraten erfolgt. Mikrogele bieten dagegen eine dreidimensionale Umgebungsmatrix – wie im realen Organismus. Zusammen mit Kollegen vom Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG) und der Charité arbeiten Seiffert und sein

ber einpacken lassen. Die Mikrogelkapseln besitzen Poren, die nur die Giftmoleküle durchlassen. „Wir glauben, dass wir inzwischen verstanden haben, wie wir den perfekten Filter bauen können“, sagt Seiffert. In einigen Jahren werden dann auch endlich Patienten von der neuen Methode profitieren, hofft Seiffert.

„Am Anfang habe ich oft gehört, ich müsse mich stärker fokussieren, aber eigentlich finde ich, dass diese Gebiete heute sehr schön ineinandergreifen“, meint Seiffert. Das zeigen auch die beiden Preise, die er vor Kurzem erhalten hat: Während der Reimund-Stadler-Preis die Vielfalt seiner Forschung anerkennt, zeichnet der ADUC-Preis sein Engagement in der Lehre aus, eine schöne Anerkennung der beiden Tätigkeiten, die ihm wichtig sind. \_\_\_\_\_



Mikrogele werden aus einer organischen Flüssigkeit produziert. Das eingestrahelte Licht fördert die Vernetzung der langkettigen Polymere und führt so zur Gelierung.  
Foto: Sebastian Seiffert



**BIOLOGEN ENTDECKEN EIN NEUES SINNESORGAN MIT BESSY II**

Trotz ihrer enormen Vielfalt ist der Bauplan von geflügelten Insekten seit Urzeiten gleichgeblieben: Ein Kopf mit Mundwerkzeugen und Antennen, ein Bruststück mit drei Beinpaaren und zwei Flügelpaaren und ein Hinterleib. Ein internationales Forscherteam um Dr. Hannelore Hoch vom Museum für Naturkunde in Berlin entdeckte nun eine Ausnahme: Zikaden der Familie Cixiidae (Bennini) besitzen ein Organ, das bislang völlig unbekannt war. An den Synchrotronquellen am DESY und an der BAM-Beamline von BESSY II gelang es ihnen, die Struktur des Organs zu entschlüsseln und in 3-D virtuell zu rekonstruieren. Das Organ sitzt zwischen dem dritten und vierten Segment des Hinterleibs; das Akronym LASSO steht für „lateral abdominal sensory and secretory organ“, weil das Organ nicht nur Sinnesreize aufnehmen, sondern auch Sekrete ausscheiden kann. Die Forscher vermuten, dass es sich beim LASSO um ein Frühwarnsystem vor Räubern oder Parasiten handeln könnte.

Zwischen dem dritten und vierten Körpersegment finden sich bei Zikaden aus der Familie der Cixiidae bewegliche Anhänge, die Sinnesreize verarbeiten und weiterleiten sowie Sekrete ausscheiden. Bild: H. Hoch et al. 2014. Current Biology 24 (1), doi:10.1016/j.cub.2013.11.040

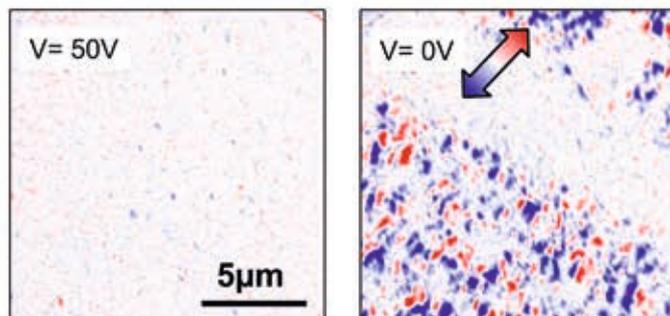
**INFORMATIONSTECHNOLOGIEN**

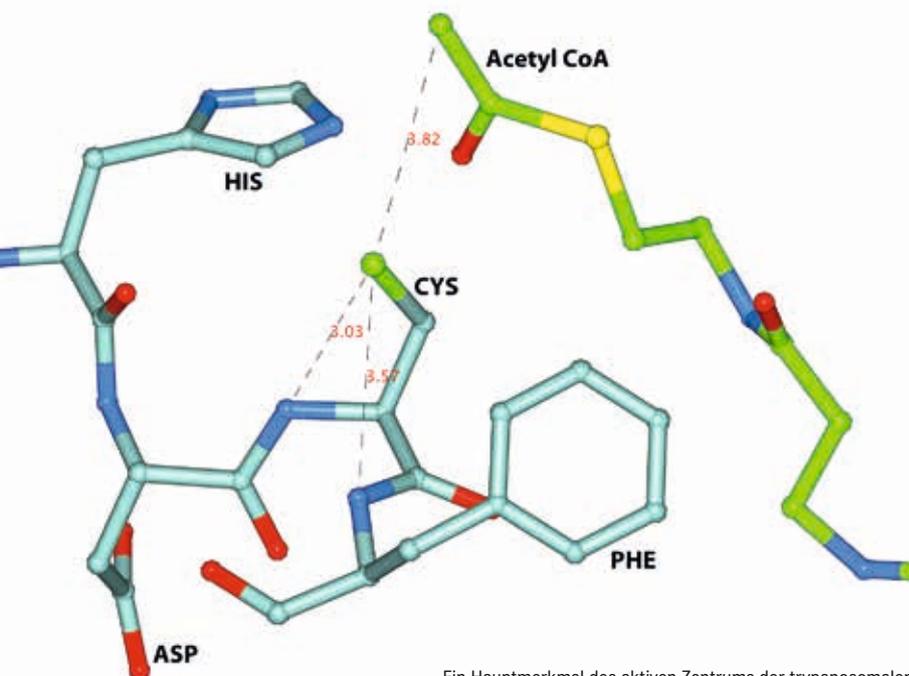
**MAGNETISCHER SCHALTER MIT ANWENDUNGSPOTENZIAL**

Bislang war es nicht möglich, bei Raumtemperatur Ferromagnetismus mit einem moderaten elektrischen Feld einfach an- oder auszuschalten. Doch solche magnetischen Schalter wären sehr nützlich für spintronische Bauelemente und künftige Datenspeicher, die Daten rascher und nichtflüchtig speichern könnten und dafür auch weniger Energie bräuchten als herkömmliche Speicher. Nun haben Wissenschaftler vom CNRS / Thales und der Université Paris Sud ein neuartiges Materialsystem hergestellt, das interessante Eigenschaften besitzt. Wie Messungen von Sergio Valencia, Akin Ünal und Florian Kronast vom HZB zeigten, kann die magnetische Ordnung durch ein elektrisches Feld kontrolliert werden. Die Probe reagiert rund zehnmal empfindlicher auf moderate elektrische Felder als bislang bekannte Materialien. Die neue Struktur besteht aus einem ferroelektrischen BaTiO<sub>3</sub> Substrat, das mit einem dünnen magnetischen FeRh-Film beschichtet ist. Um die magnetische Ordnung mit mikroskopischer Auflösung zu ermitteln, untersuchte das HZB-Team die Proben an BESSY II bei unterschiedlichen Spannungen und einer Temperatur von 112 Grad Celsius. „Schon ein niedriges elektrisches Feld löst in der Probe eine dramatische Veränderung aus und schaltet den Ordnungszustand von Ferromagnetismus in Antiferromagnetismus um“, berichtet Valencia.

Die Möglichkeit, mit elektrischer Spannung (und nahezu ohne Stromfluss, also fast ohne Leistung) zwischen magnetischen Ordnungszuständen umzuschalten, ist eine attraktive Alternative zu herkömmlichen Magnetspeichertechnologien, die mit einem Laser im Schreibkopf lokal Hitze erzeugen, um die Magnetisierung eines Bits zu verändern. „Unsere Arbeit zeigt, dass hybride Perowskit-/Metall-Systeme wie BaTiO<sub>3</sub> / FeRh für spintronische Architekturen sehr interessant sind. Solche Systeme könnten sich in Zukunft weiter optimieren lassen, so dass der Effekt auch bei Raumtemperatur auftritt“, sagt Valencia.

XMCD-PEEM-Bilder zeigen, wie eine elektrische Spannung die magnetische Ordnung verändert. Ohne äußeres elektrisches Feld (0 V) dominiert die ferromagnetische Ordnung (blaue und rote Punkte). Mit einem äußeren elektrischen Feld (50 V) ist die Probe antiferromagnetisch. Die Messung wurde bei einer Temperatur von 385 Kelvin oder 112 Grad Celsius gemacht. Bild: HZB





Ein Hauptmerkmal des aktiven Zentrums der trypanosomalen Thiolase ist der HDCF-Loop (HIS-ASP-CYS-PHE), dargestellt in hellem Blau. Grafik: University of Oulu

## WAS SUPER-LEGIERUNGEN SUPER MACHT:

In Hochleistungsturbinen müssen Materialien nicht nur gewaltigen mechanischen Kräften standhalten, sondern auch noch bis nahe an den Schmelzpunkt stabil bleiben. Daher verwenden Turbinenbauer seit Jahrzehnten spezielle Hochleistungslegierungen auf Basis von Nickel. Eine neue Arbeit aus dem HZB zeigt nun im Detail, wie sich in einer Nickelbasislegierung neue Phasen bilden und verändern, und gibt Hinweise darauf, wie sich Hochleistungslegierungen weiter verbessern lassen könnten.

Doktorand Florian Vogel und Dr. Nelia Wanderka vom HZB-Institut für Angewandte Materialforschung haben dafür zwei Methoden geschickt kombiniert: die Transmissionselektronenmikroskopie und die Atomsondentomografie, die sie in Zusammenarbeit mit Kollegen der Universität Münster durchgeführt haben. Damit konnten sie mit bislang unerreichter Genauigkeit beobachten, wie sich durch Wärmebehandlung eine hierarchische Mikrostruktur in einer Superlegierung entwickelt, die mit Alterungseffekten einhergeht.

„Daraus können wir lernen, wie sich diese Prozesse beeinflussen lassen, etwa durch das Legierungsdesign oder Wärmebehandlungen, so dass die Belastbarkeit wächst“, erklärt Nelia Wanderka.

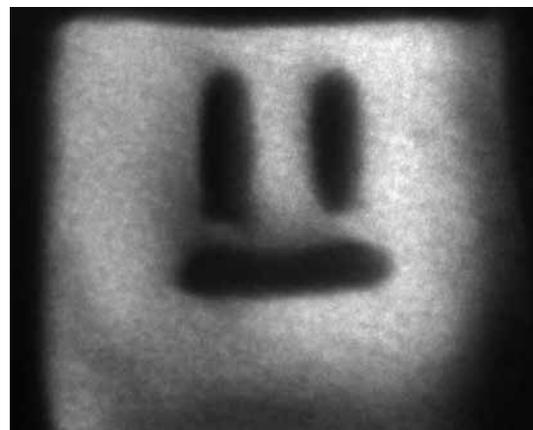
## DIE SCHLAFKRANKHEIT AUSTRICKSEN

Die afrikanische Schlafkrankheit „Trypanosomiasis“ oder die indische „Leishmaniose“ sind tropische Krankheiten, die von Parasiten ausgelöst werden. An ihnen erkranken Jahr für Jahr Millionen von Menschen, tausende sterben daran. Medikamente gegen die Parasiten sind teuer und haben häufig starke Nebenwirkungen. Wissenschaftler der Universität Oulu, Finnland, haben nun die Struktur eines Enzyms aufgeklärt, das für den Lipid-Stoffwechsel der Parasiten unverzichtbar ist. An der MX-Beamline von BESSY II konnten sie den dreidimensionalen Aufbau des Enzyms Thiolase bestimmen und insbesondere die Geometrie des aktiven Zentrums vermessen. Dabei entdeckten sie auch eine spezifische Windung im Proteinmolekül, den so genannten HDCF-Loop. Die Struktur, die sehr tief im Inneren der Thiolase liegt, war bisher unbekannt. Die Kenntnis dieser HDCF-Struktur ist ein idealer Ausgangspunkt zur Entwicklung neuer Medikamente gegen die Parasiten.

## ELEKTRONSPINS MIT LICHT STEUERN

Die erst vor wenigen Jahren entdeckte Materialklasse der Topologischen Isolatoren zeichnet sich durch erstaunliche Eigenschaften aus: Sie verhalten sich im Inneren elektrisch isolierend, bilden an der Oberfläche jedoch metallisch leitende Zustände. Der Spin der Elektronen, also ihre Drehung um die eigene Achse, spielt dabei eine entscheidende Rolle. Die Drehrichtung ist hier nämlich direkt mit ihrer Bewegungsrichtung gekoppelt. Topologische Isolatoren werden daher als interessante und vielversprechende Kandidaten für neuartige Bauelemente in der Informationstechnologie gehandelt.

Als besonders innovativ gilt der Ansatz, in derartigen Bauelementen den Elektronenspin an der Oberfläche mithilfe von Licht zu beeinflussen. Dies ist nun HZB-Wissenschaftlern um Prof. Dr. Oliver Rader gelungen. Sie haben herausgefunden, wie sich Spins an der Oberfläche der Topologischen Isolatoren beeinflussen lassen. Dazu haben die Forscher Experimente mit Licht unterschiedlicher Energie an BESSY II durchgeführt.

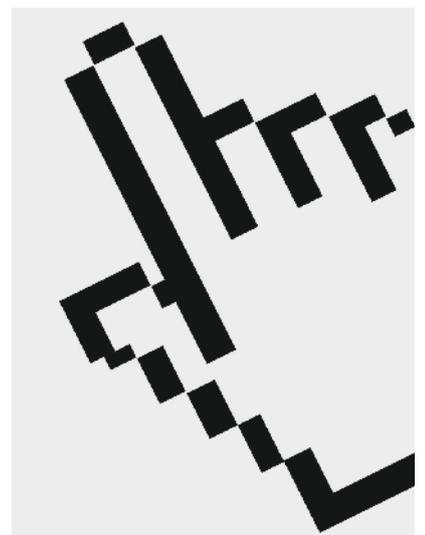


TEM-Aufnahme einer Superlegierung auf Nickelbasis. Die Abbildung zeigt eine zirka 100 Nanometer große  $\gamma'$ -Ausscheidung (hell), die von einer Matrix (dunkel) umgeben ist. Innerhalb der  $\gamma'$ -Ausscheidung sind plättchenförmige  $\gamma''$ -Partikel (dunkel) zu erkennen. Bild: HZB



## DIE ZUKUNFT GESTALTEN

Das HZB betreibt zwei Großgeräte, die jedes Jahr rund 3.000 Besuche von Messgästen aus aller Welt verzeichnen. Dabei erzeugt der Forschungsreaktor BER II Neutronen, die tief in die Materie dringen und magnetische Strukturen sowie chemische Elemente sichtbar machen. Die Synchrotronquelle BESSY II leuchtet die elektronischen Eigenschaften der Materie aus und erlaubt Untersuchungen von schnellen Prozessen und chemischen Reaktionen. Die Neutronenquelle BER II wird Anfang 2020 abgeschaltet. Die nächsten Jahre werden daher intensiv genutzt. Und BESSY II wird nun mit Hochdruck weiterentwickelt. „Zukunft gestalten“ heißt aber auch, künftige Forscherinnen und Forscher auszubilden und ihnen Freiräume zu bieten, damit sie ihre wissenschaftlichen Vorhaben umsetzen können. Forschung wird von Menschen gemacht.





## PORTRÄT

# BERLIN – LONDON – ITHACA – BERLIN

Jens Knobloch treibt am HZB die Beschleunigerphysik voran und entwickelt die besonderen Kavitäten für die Zukunftsprojekte BESSY-VSR und bERLinPro.

Text: Hannes Schlender

**P**rof. Dr. Jens Knobloch leitet am HZB das Institut „SRF- Wissenschaft und Technologie“. Sein Thema ist die Beschleunigerphysik: Mit seinem Team forscht Knobloch an Konzepten, Elektronen in supraleitenden Hochleistungsresonatoren so zu beschleunigen, dass sie auf ihrer Flugbahn besonders intensives und brillantes Licht erzeugen können – das Qualitätskriterium für Synchrotronlichtquellen wie BESSY II.

„Ich gehöre nach Berlin, hier fühle ich mich pudelwohl.“ Jens Knobloch steht zu seiner Geburtsstadt. Und das Urteil zeugt nicht von weltstädtischer Provinzialität, sondern hat eine solide Basis: Der Physiker hat jahrelang im Ausland gelebt. Den ersten Umzug ins Ausland – nach London – hat er als Jugendlicher gemeinsam mit seinen Eltern gemacht. Der Berufsweg seines Vaters erforderte das.

Die Folge dürfte für Knoblochs eigene Karriere nicht ganz unerheblich gewesen sein: Er kam in London an die deutsche Schule. Die Klassen dort waren sehr klein, der Leistungskurs Physik kam gerade so zustande und hatte einen wirklich tollen Physiklehrer. „Ob Quantenmechanik oder Relativitätstheorie, dieser Lehrer hat alles lebendig rüberbringen können und wir haben uns die Köpfe heiß diskutiert. Spätestens da war mir klar: Ich studiere Physik.“ Nach dem Studienbeginn am Imperial College in London standen schnell die nächsten Ortswechsel an, zunächst in die USA: „Erst hatte ich nur einen Sommer eingeplant – daraus sind dann aber elf Jahre geworden.“ Stationen waren die Universität von Delaware und die Cornell-

Universität in Ithaca, Bundesstaat New York. „Dort liegt eine der Wiegen der Beschleunigerphysik“, sagt Knobloch. Seine Forschung an der Cornell-Universität beschäftigt Jens Knobloch in stark erweiterter Form im Grunde auch heute noch: Wie muss ein Elektronenbeschleuniger gestaltet sein, damit die Elektronen mit so wenig Verlusten wie möglich beschleunigt werden und einen exakt definierten und hochwertigen Strahl bilden – beispielsweise für einen Speicherring oder einen Linearbeschleuniger? Das extrem vereinfachte Grundprinzip: Ein Laserstrahl schlägt Elektronen aus einer Kathode. Sie fliegen von dort in so genannte Kavitäten, aufgewölbte, supraleitende Metallröhren, die fast bis auf den absoluten Nullpunkt heruntergekühlt sind. In den Kavitäten werden mit Mikrowellen extrem starke elektromagnetische Felder erzeugt, die die Elektronen beschleunigen.

## KAVITÄTEN FÜR DEN DAUEREINSATZ

Der Teufel steckt wie so oft im Detail. „Ein Elektronenbeschleuniger ist eine hochkomplexe Apparatur, die sehr genau eingestellt werden muss, um exakt zu arbeiten“, sagt Knobloch. Jede technische Abweichung kann die Performanz der Kavitäten ruinieren. „Wenn auch nur ein winziges Staubteilchen auf der Innenwand der Kavitäten liegt, kann das hohe elektrische Feld Elektronen förmlich aus der Wand saugen. Diese Elektronen werden beschleunigt und krachen anderswo in die Kavitätenwand, wo sie Wärme und Bremsstrahlung erzeugen – der Supraleiter wird normalleitend.“ Auch nach der Promotion blieb Knobloch an der Cornell-Universität – mittlerweile mit Familie



**JENS KNOBLOCH**  
leitet das HZB-Institut „SRF-Wissenschaft und Technologie“.

und Dauerstelle. 2001 kamen die Knoblochs dann doch nach Berlin, vor allem wegen ihrer drei Kinder: „Wir wollten, dass die Kinder auch ihre europäischen Wurzeln besser kennenlernen.“

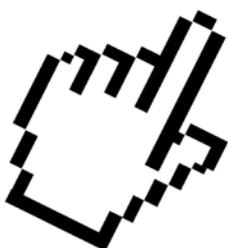
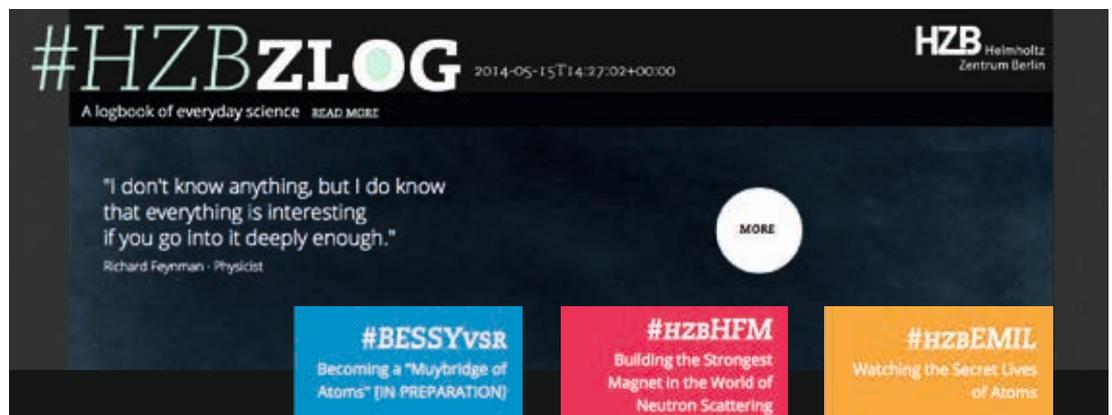
BESSY war für Knobloch eine ideale neue Wirkungsstätte. Damals wurde der BESSY FEL entwickelt, ein Beschleuniger der die so genannte „Continuous-Wave“-Technologie verwendet. CW bedeutet, dass die Kavitäten selbst bei hoher Feldstärke kontinuierlich

betrieben werden. CW-Systeme sind auch ein zentrales Thema in der Programmorientierten Forschung der Beschleunigerphysik in der Helmholtz-Gemeinschaft. „Dadurch, dass wir so früh dabei waren, ist das HZB in diesem Feld jetzt in einer guten Position“, freut sich Knobloch, der dieses Gebiet („Subtopic“) in der Helmholtz-Gemeinschaft koordiniert. „Jetzt ist es wichtig, dass wir am Ball bleiben.“

Dafür sieht Jens Knobloch gute Chancen: „Die Forschung, die wir für den BESSY FEL gemacht haben, setzt nun auch den Grundstein für die bERLinPro- und BESSY-VSR-Projekte. Auch hier kommt die CW-Technologie zum Einsatz.“ Allerdings – selbst steht Professor Knobloch nicht mehr am Beschleuniger, um an der Maschine zu forschen: „Die Administration nimmt schon den größten Teil des Tages ein.“ Willkommene Abwechslung ist da die Lehre. 2010 hat er den Ruf der Universität Siegen an den Lehrstuhl für Beschleunigerphysik angenommen; die ersten Masterstudenten und Doktoranden betreut er jetzt am HZB: „Kommen sie zu mir mit einem wissenschaftlichen Problem – dann hält mich nichts mehr am Schreibtisch.“

ONLINE-FENSTER IN DIE FORSCHUNG

#HZBzlog



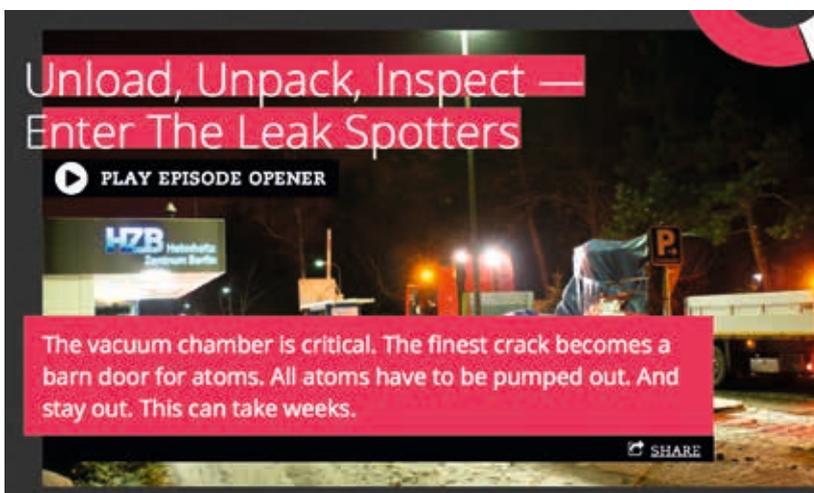
Unter „hzbzlog.com“ lassen sich drei HZB-Teams über die Schulter schauen: Quasi live berichten sie von ihren Zukunftsprojekten, nicht nur mit Texten, auch mit Video-clips, Bildern und Audio-Interviews. Das #HZBzlog wurde im Mai 2014 mit dem „Deutschen Preis für Onlinekommunikation“ in der Kategorie „Microsite“ ausgezeichnet.



► **EMIL: Ein einzigartiges Labor für die Forschung an Energiematerialien.** An der Synchrotronquelle BESSY II wird das große EMIL-Labor angebaut, das das HZB gemeinsam mit der Max-Planck-Gesellschaft betreiben wird. In mehreren Episoden berichtet das Team um Klaus Lips vom Aufbau des Labors und der Instrumente. EMIL steht für „Energy Materials In-Situ Lab“ und bietet die Möglichkeit, Proben schon während ihrer Herstellung an BESSY II zu analysieren und Energiematerialien wie Solarzellen oder Katalysatoren weiter zu optimieren.

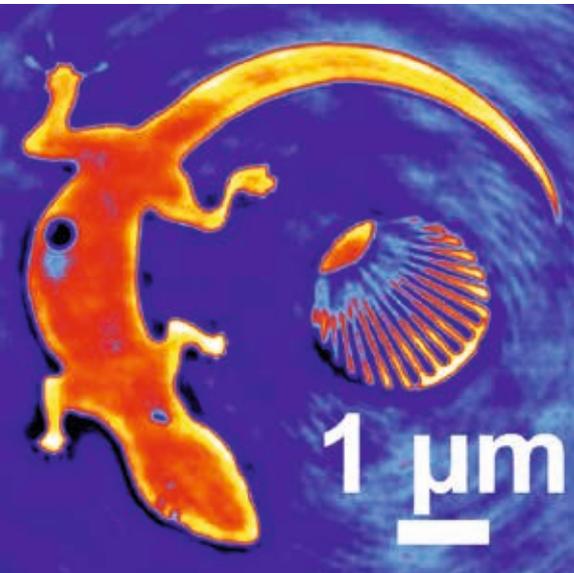


► **BESSY-VSR: Variable Pulslängen bei voller Intensität.** Mit BESSY VSR könnten Forscher in Zukunft an jeder einzelnen Beamline und für jedes Experiment die benötigte Pulslänge frei bestimmen. Eine geniale Idee zeigte: Solch ein „Variabler Pulslängen-Speicherring“ ist im Prinzip möglich. Doch „im Prinzip“ ist nicht genug. Mehrere Teams um Andreas Jankowiak arbeiten nun intensiv daran, das Konzept für BESSY-VSR genau zu prüfen, zu modellieren, zu planen und den „Strahl zu zähmen“. Damit könnte BESSY-VSR die Lücke zwischen Speicherringen wie PETRA III und „Freien Elektronen Lasern“ schließen.



► **HFM: Der stärkste Magnet für Experimente mit Neutronenstreuung.** Am Forschungsreaktor BER II wird ein Hochfeldmagnet aufgebaut, der mit einer Feldstärke von 25 bis 30 Tesla der stärkste Magnet für Neutronenexperimente weltweit ist. Die Spulen wurden in Florida angefertigt, die Kältetechnik in Italien. Das Team um Peter Smeibidl berichtet vom Aufbau des „empfindlichen Riesen“. Nichts darf dabei schiefgehen, deshalb entwickeln die Ingenieure und Techniker viel Fantasie, um alle Szenarien vorab durchzuspielen. Darüber schreiben sie im #HZBzlog.

## FORSCHUNG UND TECHNIK



Als Testobjekte nutzten die Forscher den Umriss eines Geckos, der 10.000-fach verkleinert in eine Goldfolie einstrukturiert wurde, und einen Ausschnitt aus dem „Siemensstern“, der hier wie eine Muschel aussieht. Das ganze Testobjekt hat mit sechs Mikrometern Durchmesser etwa die Größe eines roten Blutkörperchens. Die kleinsten noch aufgelösten Strukturen haben eine Breite von gerade einmal 46 Nanometern. Bild: Jan Geilhufe / HZB

## SCHARFE RÖNTGEN- BILDER VON SCHNELLEN PROZESSEN

Text: Antonia Rötger

**E**in neues Röntgen-Holografie-Verfahren ermöglicht „Schnappschüsse“ von dynamischen Prozessen mit bisher unerreichter Auflösung. So wie ein lichtstarkes Objektiv am Fotoapparat auch bei schwacher Beleuchtung noch scharfe Bilder macht, verwenden wir auch hier ein optisches Element, um das Röntgenlicht effizienter zu nutzen. Gleichzeitig haben wir diese Röntgenlinse fest mit dem Bild-Objekt gekoppelt, so dass Vibrationen keine Rolle mehr spielen“, erklärt Professor Dr. Stefan Eisebitt, der an der Technischen Universität Berlin und am HZB forscht.

Für die Röntgen-Holografie wird „kohärentes Licht“ benötigt, wie es Laser, aber auch Synchrotronquellen wie BESSY II produzieren. Bei dem holografischen Verfahren fällt ein Teil des Röntgenlichts auf das abzubildende Objekt und ein weiterer Teil durchdringt als Referenzwelle eine Lochblende seitlich neben dem Objekt. Durch die Überlagerung beider Wellen entsteht ein Hologramm. Doch die Lochblende besitzt einen Nachteil: Um eine scharfe Abbildung zu ermöglichen, muss sie sehr klein sein. Allerdings lässt sie dann zu wenig Licht hindurch, um ein gutes Bild zu erzeugen – ein Dilemma.

### MEHR LICHT DURCH SPEZIELLE OPTIK

Eine Lösung fanden die Physiker um Eisebitt mit einer speziellen Optik: der Fresnel-Zonenplatte. Diese wird – als Ersatz für die Lochblende – auf der Objektebene selbst platziert. Dadurch gelingt es, die Referenzwelle

deutlich zu verstärken. Allerdings liegt der Fokus der Optik nicht auf der Objektebene, so dass die Abbildung unscharf wird. Im Gegensatz zu einer Fotografie lässt sich jedoch ein Hologramm im Nachhinein noch scharf „rechnen“. Damit können Belichtungszeiten drastisch reduziert werden, so dass auch ultraschnelle Prozesse festgehalten werden können.

### GECKO-UMRISS ALS TESTOBJEKT

Doktorand Jan Geilhufe hat diese Idee umgesetzt und das Bild des Geckos beigesteuert. Stark verkleinert wurde der Gecko-Umriss in eine Goldfolie einstrukturiert. Das filigrane Testobjekt ist mit sechs Mikrometern Durchmesser etwa so groß wie ein rotes Blutkörperchen. Die kleinsten noch aufgelösten Strukturen haben eine Breite von gerade einmal 46 Nanometern.

### RÖNTGENKAMERA MIT STABILISATOR

„In der hochauflösenden Röntgenbildgebung strebt man derzeit nach einer Auflösung von unter zehn Nanometern. Das sind weniger als hundert Atomabstände, daher machen sich selbst kleinste Schwingungen bemerkbar. Da reicht es schon, wenn einen Kilometer weiter die Straßenbahn vorbeifährt“, sagt Geilhufe. „Wir haben aber mit unserem Verfahren die Schwingungen des Objekts mit den Schwingungen der Referenzoptik fest gekoppelt, so dass die Linse exakt wie das Objekt schwingt. Wir haben sozusagen eine Röntgenkamera mit Bildstabilisator gebaut.“

## GLEICHSTELLUNGSBEAUFTRAGTE WIEDERGEWÄHLT

# „DIE GUTEN FRAUEN FÜR UNS GEWINNEN“

**A**ls Esther Dudzik 2007 erstmals zur Gleichstellungsbeauftragten gewählt wurde, hatte sie nur eine vage Idee von den Aufgaben, die auf sie zukommen würden. „Ich dachte, ich bin bei Einstellungsgesprächen dabei und achte darauf, dass Frauen bei der Auswahl nicht benachteiligt werden“, erinnert sie sich. „Inzwischen weiß ich, dass weit mehr dazu gehört und die Tätigkeit auch politischer Natur ist.“

In den vergangenen Jahren haben sich sowohl das HZB als auch die gesamte Helmholtz-Gemeinschaft in Sachen Frauen- und Familienfreundlichkeit gut positioniert. Obwohl bei Neueinstellungen am HZB nur 22 Prozent der Bewerber weiblich sind, werden derzeit 30 Prozent der Stellen mit Frauen besetzt. „Unsere Zielvorgaben werden wir gut erreichen, weil wir viel dafür tun, gute Frauen für uns zu gewinnen und zu halten“, so Esther Dudzik. Dennoch sieht sie weiteren Handlungsbedarf: Derzeit arbeitet sie daran, zusätzliche Kitaplätze für die Kinder der HZB-Mitarbeiter in einer Belegkita zu organisieren.

Dass es nicht immer einfach ist, Beruf und Familie unter einen Hut zu bekommen, weiß Esther Dudzik aus eigener Erfahrung. Sie und ihr Mann waren froh, dass im Osten Berlins Ganztagsbetreuung in Kita und Hort selbstverständlich ist und sie immer gute Betreuungsmöglichkeiten für ihre inzwischen 12-jährige Tochter gefunden haben. Heute versucht Esther Dudzik, jungen Wissenschaftlerinnen und deren Vorgesetzten die Angst vor der Elternzeit zu nehmen, auch zu Teilzeitmöglichkeiten berät sie gern.

Wichtig ist der Koordinatorin in der BESSY-Nutzerbetreuung auch, dass sich die Rahmenbedingungen für junge Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen verbessern – denn wer eine Familie gründen will, braucht Sicherheit und keine befristete Stelle. Auch die Möglichkeit, mit kleinen Kindern Teilzeit zu arbeiten, nimmt kaum jemand in Anspruch, der nur

„Funktioniert die Abstimmung mit den Kollegen und Vorgesetzten, sind Mitarbeiter in Teilzeit oft sogar produktiver.“

einen Zwei-Jahres-Vertrag hat. „Ich habe jedoch das Gefühl, dass das Problem zunehmend in der Politik Gehör findet.“ Dafür setzt sie sich in verschiedenen Gremien über die Helmholtz-Gemeinschaft hinaus ein. Auch wenn der Schwerpunkt ihrer Arbeit – und der ihrer drei Stellvertreterinnen – die Gleichstellung von Männern und Frauen ist, hat Esther Dudzik stets einen wachen Blick für Fragen, die die Vielfalt im Zentrum fördern („Diversity“). Interessant findet sie es, Programme zu entwickeln, die älteren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern den Einstieg oder neue Perspektiven ermöglichen. „Die besten Leute haben nicht immer unbedingt geradlinige Lebensläufe.“ Und weil die Physikerin ihren „Nebenjob“ ernst nimmt, wurde sie kürzlich für weitere vier Jahre gewählt. „Darüber freue ich mich sehr, denn so kann ich meine Erfahrungen aus den vergangenen Jahren weiterhin nutzen, um Dinge zu bewegen.“

Text: Steffi Bieber-Geske



ESTHER DUDZIK

Gleichstellungsbeauftragte am HZB

## KARRIERE

# PROMOVIEREN AM HELMHOLTZ- ZENTRUM BERLIN

Text: Silvia Zerbe

„Wer gute Leute gewinnen will, kann gar nicht früh genug damit anfangen“, sagt jemand, der es wissen muss. Dr. Gabriele Lampert arbeitet seit 2012 als Doktorandenkoordinatorin am HZB. Doch sie ist nicht nur Ansprechpartnerin für alle Fragen rund um die Promotion am HZB, sondern leitet auch das Sommerstudentenprogramm. „Aktive Nachwuchsförderung“ nennt sie das. Ihr Ziel ist es, sehr gute Hochschulabsolventen zu gewinnen und ihnen optimale Bedingungen für die Doktorarbeit am HZB zu bieten.

In der letzten Zeit hat sich viel getan im Bereich „Nachwuchsförderung“: 2013 ging die erste HZB-Graduiertenschule unter dem Dach der Dahlem Research School der Freien Universität Berlin an den Start. In diesem Jahr folgt eine zweite Graduiertenschule gemeinsam mit der Humboldt-Universität, eine weitere ist mit der Universität Potsdam in Planung – ein hohes Tempo, um talentierten wissenschaftlichen Nachwuchs nach Berlin zu locken. Diese Anstrengungen zahlen sich aus: Heute arbeiten knapp 100 Doktorandinnen und Doktoranden am HZB, jeder vierte hat einen ausländischen Pass. \_\_\_\_\_



## ANASTASIA IRKHINA

Doktorandin in der Graduiertenschule MatSEC; aus Russland

Das HZB habe ich vor drei Jahren beim Sommerstudentenprogramm kennengelernt. Damals habe ich viel über die Herausforderungen von Chalkopyrit-Solarzellen und die elektrochemische Energieumwandlung gelernt. Schon an der Uni habe ich mich für Nanokristalle interessiert. Meinen Master in Chemie habe ich an der Staatlichen Universität Moskau (Lomonossow-Universität) gemacht. Vom ersten Semester an standen Laborpraktika und Auslandsaufenthalte auf unserem Stundenplan. Ich war an Forschungszentren in Japan und Griechenland und habe dort viele Methoden wie REM und SAXS kennengelernt. Jetzt freue ich mich, dass ich in die wunderschöne Stadt Berlin zurückgekehrt bin und in der Graduiertenschule MatSEC promovieren kann. Sie bietet mir in jeder Hinsicht optimale Bedingungen für meine Arbeit. Ich erforsche Kesterite, die vielleicht irgendwann andere Absorber in Dünnschichtsolarellen ablösen könnten. Ich finde es aufregend, zu forschen und Wissenschaftler kennenzulernen, die wie ich etwas Neues gestalten wollen. Ich will mit meiner Forschung dazu beitragen, das Leben der Menschen zu verbessern, ohne unseren Planeten zu zerstören.

## DAS HZB VON MÄDCHEN GESTÜRMT

Fast hundert Mädchen zwischen 10 und 15 Jahren haben dieses Jahr am Girls' Day das HZB besucht, 54 davon den Standort Wannsee, 44 den Standort Adlershof. Dr. Michael Tovar vom Schülerlabor Wannsee und Dr. Ulrike Witte vom Schülerlabor Adlershof hatten insgesamt 16 unterschiedliche Workshops organisiert, die von Expertinnen und Experten aus dem HZB, vom PVcomB und von der Firma Picoquant betreut wurden. Die Mädchen konnten Kristalle züchten, Gegenstände vergolden, mit „schlau“ Drähten experimentieren, aus Zitronen Strom erzeugen, Solarzellen kennenlernen und ihre eigene „Power“ auf dem Fahrrad messen und mit der Leistung vergleichen, die heute Solarzellen erbringen. Dabei lernten sie viele Frauen kennen, die in naturwissenschaftlich-technischen Berufen arbeiten und merkten: „Die sind ja ganz normal und haben eine tolle Arbeit!“



## BURCU KEPSUTLU

**Doktorandin in der Graduiertenschule SALSA; aus der Türkei**

Ich komme aus Istanbul, einer großartigen, aber chaotischen Stadt, die ich sehr lieben gelernt habe. Geboren bin ich in Balıkesir, einer kleinen Stadt am Ägäischen Meer. Ich schreibe seit Oktober 2013 meine Doktorarbeit in der Graduiertenschule SALSA der Humboldt-Universität zu Berlin und bin Gastwissenschaftlerin am HZB. Wir versuchen herauszufinden, wie Nanopartikel aus Gold mit unterschiedlich präparierten Oberflächen von Zellen interagieren. Für unsere Untersuchungen nutzen wir die Tomografie mit Röntgenlicht und vergleichen die Ergebnisse mit anderen bildgebenden Verfahren. Wir erhoffen uns damit ein besseres Verständnis, was diese Nanopartikel in biologischen Systemen bewirken. Ich lerne gerade Deutsch und wenn ich Zeit finde, spaziere ich gern durch Berlin. Ich fühle mich von dieser wunderschönen Stadt mit den vielen Museen, Parks und Seen sehr angezogen. Am liebsten sitze ich lesend in der S-Bahn, genieße den Trubel und lasse mich dabei von der Sonne wärmen. Es ist einfach toll, hier zu sein!



## CAMILO A. OTALORA BASTIDAS

**Sommerstudent; aus Kolumbien**

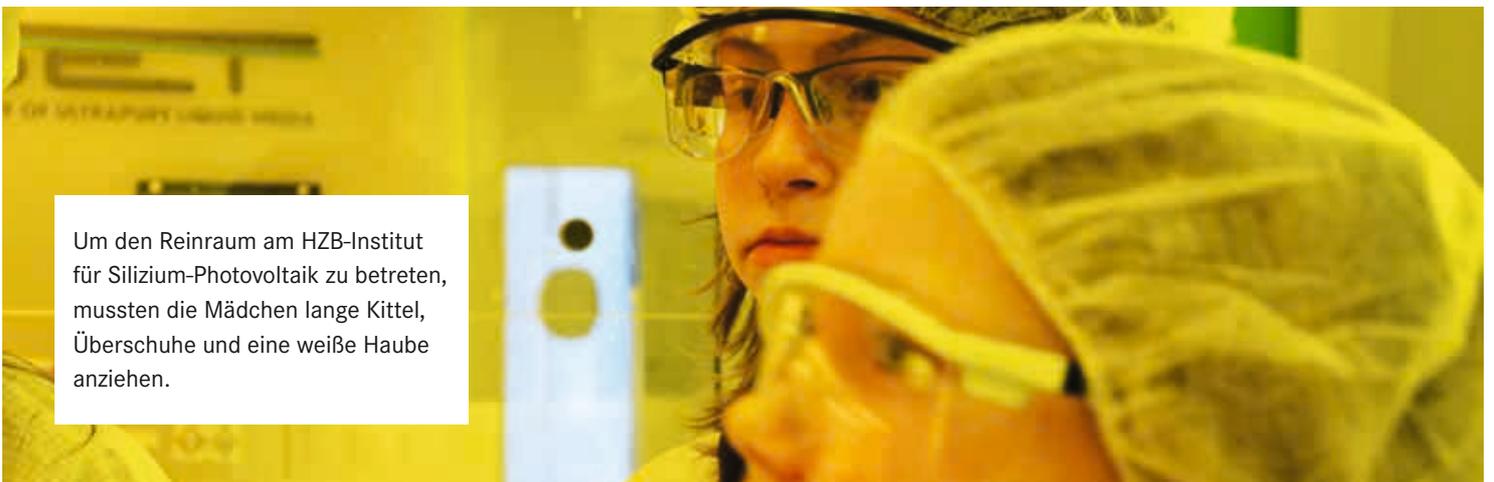
Ich war 2013 Sommerstudent am HZB. Die zwei Monate in Berlin waren eine tolle Erfahrung. Ich habe so viel über die Menschen in Deutschland und ihre Kultur gelernt. Die wissenschaftliche Arbeit am Institut für Solare Brennstoffe hat mir viel Spaß gemacht. Ich habe den Austausch mit den Forschern sehr genossen. Ich habe viel Erfahrung gesammelt und neue Techniken und Ansätze für die Synthese kennengelernt, die mir bei meiner eigenen Forschung in Bogota weiterhelfen. Es ist einfach großartig für ausländische Forscher, dass sich dadurch auch neue Industrieprojekte zuhause ergeben. Das HZB hat an meiner Uni einen ausgezeichneten Ruf und es gibt gute Kontakte zwischen der Halbleitergruppe in Kolumbien und der Energieforschung am HZB. Einige meiner Kommilitonen waren auch schon vorher in Berlin. Für meine Zeit am HZB habe ich Geld bekommen, so dass ich mir den Aufenthalt leisten konnte. Ich hoffe, dass ich später für meine Doktorarbeit wiederkommen kann.



## STEPHAN VAN DUREN

**Doktorand in der Abteilung „Komplexe Verbindungshalbleiter für die Photovoltaik“; aus den Niederlanden**

Ich habe Physik an der Utrecht-Universität in den Niederlanden studiert. Meine Masterarbeit habe ich über Nanopartikel aus Metall geschrieben, die in Dünnschichtsolarzellen eingesetzt werden. Das Thema hat mich so begeistert, dass ich mich um eine Promotionsstelle in der Solarenergie am HZB beworben habe. Und es hat geklappt! Nun arbeite ich daran, optische Methoden zu entwickeln, mit denen sich die Herstellung von Kesterit-Absorbern in situ beobachten und kontrollieren lässt. Gleichzeitig will ich zeigen, welchen Nutzen die von mir angewandten Methoden haben. Es gefällt mir, dass ich hier Teil eines internationalen Teams bin. Meine Kollegen kommen aus ganz Europa. Tag für Tag arbeiten wir an einem gemeinsamen Ziel: hocheffiziente Dünnschichtsolarzellen aus langfristig verfügbaren, nicht-toxischen Elementen zu bauen. In Berlin fühle ich mich sehr wohl, ich mag die Vielfalt dieser Stadt. Jeder Kiez hat seine eigene Atmosphäre. Besonders gefällt mir Berlin im Sommer, wenn alles grün und lebendig ist.



Um den Reinraum am HZB-Institut für Silizium-Photovoltaik zu betreten, mussten die Mädchen lange Kittel, Überschuhe und eine weiße Haube anziehen.

Titelfoto:

HZB Science-Photo-Walk  
Norbert Kriegenburg

[www.helmholtz-berlin.de](http://www.helmholtz-berlin.de)

