

# SICHTBAR 03

Das Magazin der Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH Ausgabe 2 / 2008

GROSSGERÄTE

## Blick ins INNERE

Forscher erzeugen mit Neutronen und  
Synchrotronstrahlen  
dreidimensionale Bilder

50 JAHRE FORSCHUNG:

Jubiläum in Berlin

Erkenntnisse dank Neutronen

STRUKTUREN:

Aminosäuren

Druckvolle Nachforschungen

NUTZEREXPERIMENT:

Rhodopsin

Sehen, wie man sieht



● Editorial

# Liebe Leserinnen und Leser,

**DR. INA HELMS**  
leitet die Presse- und  
Öffentlichkeitsarbeit  
des HZB

**V**ielleicht wundern Sie sich, dass die Zeitschrift, die Sie als Magazin des Hahn-Meitner-Instituts und der BESSY GmbH kennen, eine andere Unterzeile bekommen hat. Wir können Ihnen versichern, dahinter stecken immer noch die beiden Ihnen vertrauten Forschungseinrichtungen. Zum Januar 2009 werden sie unter einem Dach vereint sein, mit dem gemeinsamen Namen: Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB). Deshalb wollen wir auch in der Unterzeile des gemeinsamen Informationsmediums „Sichtbar“ keinen Unterschied mehr machen.

Beim Lesen der Texte werden Sie feststellen, dass sich beide Institute ihrer Tradition bewusst sind und große Erfolge in das gemeinsame Zentrum einbringen. BESSY hat in seinen knapp 30 Jahren Geschichte große Kompetenz beim Bau von Synchrotronstrahlungsquellen bewiesen. Darüber berichten wir genauso wie über 50 Jahre erfolgreiche Forschung mit Neutronen, auf die das Hahn-Meitner-Institut mit einem Festsymposium zurückgeblickt hat. Dabei stehen bei der Entwicklung beider Großgeräte stets die Bedürfnisse der Nutzer im Vordergrund, deshalb präsentieren wir Ihnen auch in dieser Ausgabe wieder erfolgreiche Nutzerexperimente – beispielsweise eine Rhodopsin-Untersuchung, bei der außergewöhnliche Bilder des Proteins entstanden.

Bilder stehen auch im Mittelpunkt unserer Titelgeschichte – dreidimensionale Bilder aus dem Inneren, die man mit Neutronen und mit Synchrotronstrahlung erzeugen kann. Sie erfahren in der Geschichte, wie das geht und warum erstaunlich viele Wissenschaftler die tomographischen Methoden gerne nutzen.

Viel Spaß beim Lesen

*Ina Helms*  
Chefredakteurin von SICHTBAR

➤  
AUTOREN  
DIESER  
AUSGABE



**DR. ROLAND KNAUER**  
arbeitet als freier  
Wissenschaftsjournalist  
in Lehnin bei Berlin



**DR. UTA BILOW**  
ist als freie Wissen-  
schaftsjournalistin in  
Dresden tätig



**DR. RANTY ISLAM**  
arbeitet als freier  
Wissenschaftsjournalist  
in Berlin



**DR. SANDRA HEINZE**  
ist Mitarbeiterin der  
Presse- und Öffentlich-  
keitsarbeit bei BESSY

## ● TITEL

04 **TOMOGRAPHIE** Wie Forscher mit Strahlen neue Einblicke in Materialien gewinnen

---

## ● FORSCHUNG

14 **HOCHTEMPERATURSUPRALEITER** Auf der Suche nach dem Geheimnis des verlustfreien Stromflusses

---

16 **RHODOPSIN** Das Protein, das im Auge Lichtquanten in Nervenimpulse verwandelt

---

18 **STRUKTURFORSCHUNG** Was Aminosäuren wie Glyzin unter Hochdruck preisgeben

---

## ● AUS DEM HZB

### 09 NACHRICHTEN

---

10 **NEUTRONENFORSCHUNG** Vor 50 Jahren startete der erste Forschungsreaktor in Berlin

---

22 **ZUR PERSON** Helmut Tributsch

---

24 **SYNCHROTRONSTRAHLEN** Rückblick auf 10 Jahre Forschung an BESSY II

---

26 **NACHWUCHS** Der 30. Neutronenstrekurs für Studenten im Frühjahr 2009 in Berlin

---

## ● SERVICE

13 **HELMHOLTZ AKTUELL**

---

21 **AUS ALLER WELT**



**S. 4**  
**TOMOGRAPHIE** Mit Neutronen- und Synchrotronstrahlen kann man fast alles durchleuchten



**S. 22**  
**ZUR PERSON**  
**SICHTBAR** blickt auf das Lebenswerk von Helmut Tributsch



**S. 14**  
**SUPRALEITER**  
Wie Magnetismus sie beeinflusst



**S. 18**  
**PROTEINE** Forschung mit extremen Experimentumgebungen

### IMPRESSUM:

SICHTBAR – Das Magazin der Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH, (ehemals Hahn-Meitner-Institut GmbH und BESSY GmbH)  
Nachdruck nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers.

**Herausgeber:** Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH  
Glienicke Straße 100, 14109 Berlin.

**Redaktion:** Dr. Ina Helms (verantwortlich), Christoph Neuschäffer.  
E-Mail: Ina.Helms@helmholtz-berlin.de. Anschrift wie Herausgeber.  
Telefon: (030) 80 62-20 34.

**Mitarbeiter dieser Ausgabe:** Ina Helms (ina), Paul Piwnicki (pp), Markus Sauerborn (ms), Roland Knauer (RHK), Uta Bilow, Ranty Islam (ry), Joachim Lewerenz, Sandra Heinze, Effrosyni Chelioti (ec), Christina Maria Schollerer (cms), Julia Gruber (jg)

**Gestaltung:** Benjamin Steigenberger

**Fotonachweis:** HZB, André Rouvière, Bernhard Schurian, Titel: Corbis, Seite 5: ak-images, Seite 10: Carsten Meißner, Seite 9: Roland Goernemann, Seite 13 oben: Forschungszentrum Dresden-Rossendorf, unten: ESOF2008, Seite 15: Dirk Wallacher/HZB, Seite 16: iStockPhoto, Seite 27: Peter Witt

**Verlagspartner:** Süddeutscher Verlag onpact GmbH, Isartalstraße 49, 80469 München, Telefon: (089) 75 90 03-0, Telefax: (089) 75 09 0 03-183.

**Objektleitung:** Hartmut Rättsch

**Herstellung:** Andreas Müller-Kraft, Ltg. (089/5 48 52-253), Anja Kiel (-153)

**Satz:** Compumedia GmbH, München

**Druck:** Kessler Druck + Medien GmbH & Co. KG, Michael-Schäffer-Str. 1, 86399 Bobingen

SICHTBAR – Das Magazin der Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH erscheint viermal jährlich und kann kostenfrei im Abonnement bezogen werden



Neutronen- und Synchrotrontomographie

# Einblick ins Innere

Vom Dinosaurierskelett bis zur Brennstoffzelle gibt es kaum etwas, was Forscher in Berlin am Forschungsreaktor und am Elektronenspeicherring nicht durchleuchten können.

Text: Roland Knauer

**A**uch Dinosaurier hatten Rückenschmerzen – mit dieser Erkenntnis verblüfften kürzlich Paläontologen des Museums für Naturkunde in Berlin. Der Dino, der so groß war wie ein Schaf, lebte vor 150 Millionen Jahren im heutigen Tansania. 1911 wurden seine versteinerten Knochen gefunden und nach Berlin gebracht. Doch erst heute haben Wissenschaftler um Professor John Banhart vom Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB) Methoden entwickelt, mit denen sie die gerade einmal 2,5 Zentimeter langen und einen Zentimeter breiten Wirbel des Tieres untersuchen können. Die Wirbel entstehen im Embryo aus zwei Hälften jeder Körperseite, die miteinander verschmelzen. Mit der Neutronen-Tomographie entdeckten die Helmholtz-Forscher gemeinsam mit Kollegen vom Museum und der Berliner Universitätsklinik Charité, dass die Dino-Wirbelhälften falsch verschmolzen waren und das Tier mit Rückenschmerzen gepeinigt haben müssen.

„Normale Röntgenstrahlen hätten dieses Ergebnis nicht liefern können“, erläutert Dr. Nikolay Kardjilov, der am HZB – bis Juni 2008 noch Hahn-Meitner-Institut – die Instrumente für die Neutronentomographie entwickelt und aufgebaut hat. Röntgenstrahlen werden nämlich von Elektronen absorbiert. Je mehr Elektronen ein Atom hat, umso stärker bleiben die Röntgenstrahlen hängen. Für medizinische Röntgenbilder ist dies sehr praktisch, denn Sauerstoff hat acht Elektronen, Stickstoff sieben, Kohlenstoff sechs und Wasserstoff nur ein einziges Elektron. Muskeln und Haut sieht man daher auf einem Röntgenbild nur schwach, Knochen dagegen sehr gut, weil sie zahlreiche Kalzium-Atome mit jeweils 20 Elektronen enthalten.

## LICHTBLITZE AUS ALPHA-TEILCHEN

Wenn Wissenschaftler jedoch Wasserstoff messen möchten, dessen Atom der Hauptbestandteil von Wasser und fast allen biologischen Gewebes ist, benötigen sie eine andere Durchleuchtungsmethode. Neutronenstrahlen liefern genau diese Möglichkeit, weil Neutronen von Wasserstoff-Atomen diffus gestreut werden: Treffen die kleinen Teilchen auf Wasserstoff,



## INFO Röntgenstrahlen

Wilhelm Conrad Röntgen erzeugte vor über 100 Jahren die ersten Strahlen, die mit Elektronen in Wechselwirkung treten. Je mehr Elektronen ein Atom hat, umso stärker bleibt die Strahlung hängen. Dies stellte Röntgen fest, als er 1895 die Hand seiner Ehefrau – andere berichten, dass es die Hand einer Laborassistentin war – mit den später nach ihm benannten Strahlen durchleuchtete. Das Bild zeigte, dass die meisten Strahlen vom goldenen Ehering absorbiert wurden. Kein Wunder, denn jedes Gold-Atom enthält 79 Elektronen. Die Kalzium-Atome im Knochen haben dagegen nur 20 Elektronen und absorbieren deshalb erheblich weniger Röntgenstrahlung. Auf dem Bild sieht man die Knochen daher deutlich schwächer als den Ring.



„DREI ZENTIMETER STAHL DURCHSTRAHEN  
WIR MIT NEUTRONEN PROBLEMLOS.“

Dr. Nikolay Kardjilov, Wissenschaftler am HZB

fliegen sie gleichmäßig verteilt in alle Richtungen weiter. Beim Durchleuchten tritt daher nur ein kleiner Teil eines eindringenden Neutronenstrahls hinter einem Wasserstoff-Atom auf der entgegengesetzten Seite der Probe wieder aus. Ganz so einfach wie sie klingt, ist die Methode allerdings technisch nicht umzusetzen, denn ein ausreichend starker Neutronenstrahl lässt sich viel schwieriger erzeugen als ein Röntgenstrahl. Genau genommen benötigt man für einen Neutronenstrahl einen Kernreaktor, wie ihn das Helmholtz-Zentrum Berlin für Forschungszwecke betreibt. Bei der Kernspaltung in solchen Reaktoren entstehen reichlich Neutronen, die für die Forschung genutzt werden können.

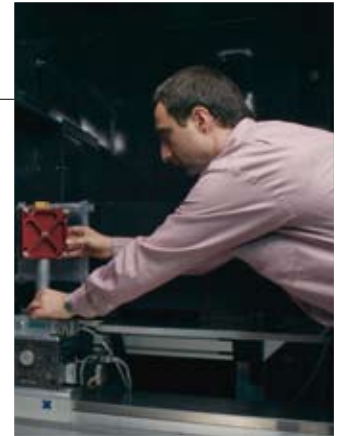
Die nächste Hürde ist das Messen der Neutronen, nachdem sie eine Probe durchleuchtet haben. Röntgenstrahlen schwärzen zum Beispiel spezielle Filme, Neutronen reagieren viel seltener mit entsprechendem Aufzeichnungsmaterial. Nikolay Kardjilov bringt daher hinter der durchleuchteten

Probe eine Mischung aus Zinksulfid und Lithiumfluorid an. Neutronen spalten nämlich Lithium-Atomkerne in einen superschweren Wasserstoff-Atomkern (Tritium) und ein sogenanntes Alpha-Teilchen, das im Prinzip nichts anderes ist als der Kern eines Helium-Atoms. Treffen diese Alpha-Teilchen auf Zinksulfid, lösen sie dort einen kurzen Lichtblitz aus, den Wissenschaftler „Szintillation“ nennen. Ein Chip, ähnlich einem lichtempfindlichen Chip in einer Digitalkamera, registriert den entstehenden grün-gelben Lichtblitz mit einer Wellenlänge von knapp 500 Nanometern.

### NAHEZU LICHTGESCHWINDIGKEIT

Allerdings sind die Alpha-Teilchen durchschnittlich 25 bis 30 Mikrometer unterwegs, bis sie am Zinksulfid einen Lichtblitz auslösen. Das gemessene Licht entsteht daher ein winzig kleines Stück von der Stelle entfernt, an der die Neutronen den Lithium-Kern getroffen und ein Alpha-Teilchen erzeugt haben. Genauer als auf 50 Mikrometer oder den zwanzigsten Teil eines Millimeters löst diese Methode daher nicht auf, das heißt, enger beieinander liegende Teilchen werden nicht erkannt. Röntgenstrahlen liefern dagegen eine Auflösung von weniger als einem Mikrometer oder einem tausendstel Millimeter.

Kommt es auf eine möglichst hohe Auflösung an, greifen die Helmholtz-Forscher also doch wieder auf Röntgenstrahlen zurück. Aber nicht auf normale, sondern auf sogenannte Synchrotronstrahlung. Die stellen die Kollegen bei BESSY zur Verfügung (Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung), deren Institut zum 1. Januar 2009 mit dem HZB verschmolzen wird. Die Anlage in Berlin-Adlershof beschleunigt zunächst Elektronen auf nahezu Lichtgeschwindigkeit und lässt sie anschließend in einem Speicherring im

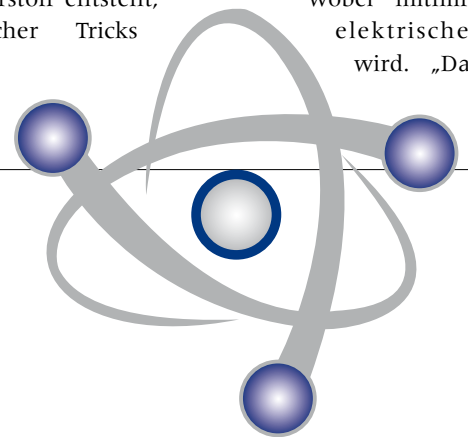


**EXPERIMENT** Dr. Nikolay Kardjilov bereitet eine Brennstoffzelle für die Untersuchung mit Neutronenstrahlen vor.

Vakuum kreisen. Werden die superschnellen Elektronen von einem Magnetfeld abgelenkt, entsteht die Synchrotronstrahlung. Diese ist nichts anderes als Röntgenstrahlung, die bis zu einer Million Mal intensiver ist als die Strahlung einer herkömmlichen Röntgenröhre.

### WAS GEHT IN BRENNSTOFFZELLEN VOR?

Die Energie dieser Synchrotronstrahlung lässt sich einstellen. Strahlen mit der relativ geringen Energie von zehn oder 15 Kilo-Elektronenvolt eignen sich durchaus, um Wasser zu beobachten, wie es in einer Brennstoffzelle aus Wasserstoff und Sauerstoff entsteht, wobei mithilfe einiger technischer Tricks elektrischer Strom erzeugt wird. „Das



### SPINPOLARISIERTE NEUTRONEN

## Wie Kompassnadeln

HZB-Forscher zeigen Magnetfelder in Supraleitern.

>> So winzig ein Neutron auch ist, hat es doch einige Eigenschaften, die es charakterisieren. Eine davon nennen Physiker „Spin“ und meinen damit die Drehung des Neutrons um seine eigene Achse. Diese Drehung kann es links- oder rechtsherum ausführen, sodass es genau zwei solcher Spins gibt. In einem Magnetfeld verhalten sich die Neutronen dann wie winzige Kompassnadeln und richten ihren Spin gleichmäßig zum Magnetfeld aus. Mit solchen spinpolarisierten Neutronen lassen sich umgekehrt auch Magnetfelder untersuchen, wenn diese nämlich die Ausrichtung der Mini-Kompassnadeln verändern. Da Neutronen die meisten

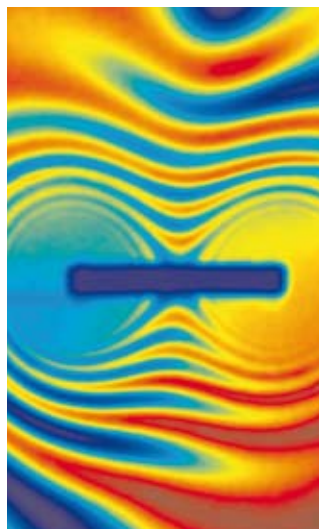
Metalle gut durchdringen, ohne absorbiert oder abgelenkt zu werden, konnten die Forscher am Helmholtz-Zentrum Berlin mit ihren spinpolarisierten Neutronen kürzlich zum ersten Mal Magnetfelder innerhalb von Festkörpern messen. „Wir haben mit dieser Methode bereits Magnetfelder in Supraleitern untersucht“, freut sich Dr. Nikolay Kardjilov. Solche Supraleiter leiten elektrischen Strom praktisch ohne Widerstand und stehen daher seit einigen Jahren im Brennpunkt der Forschung. PONTO oder Polarized Neutron TOMography nennt Professor Wolfgang Treimer von der Technischen Fachhochschule Berlin den Apparat, den er mit Finanzie-

rung des Bundesforschungsministeriums zurzeit am HZB für solche Magnetfeldmessungen baut. „Damit können wir zum ersten Mal der Quantenmechanik direkt zuschauen“, begeistert sich der Forscher aus Wien, der seit 1977 in Berlin arbeitet und am damaligen Hahn-Meitner-Institut die Grundlagen der Neutronentomographie entwickelt und – unterstützt durch das BMBF – deren Machbarkeit demonstriert hat.

RHK



**DR. INGO MANKE,**  
Gruppenleiter Tomographie  
am HZB



**MAGNETISMUS** Das magnetische Feld eines Dipolmagneten, sichtbar gemacht mithilfe von polarisierten Neutronen.

Wassermanagement ist eines der größten Probleme bei der Herstellung von effektiven Brennstoffzellen“, erläutert Dr. Ingo Manke vom HZB die Motivation seiner Forschungen. Für die Tomographie-Untersuchungen hat er in die Wand einer Brennstoffzelle ein Loch gebohrt, durch das die Synchrotronstrahlung von BESSY eindringen kann. Kleinste Wassertröpfchen, die kleiner sind als der tausendste Teil eines Millimeters, werden dadurch sichtbar. „Wir schauen den Wassertröpfchen in einer Brennstoffzelle praktisch beim Entstehen zu“, freut sich Ingo Manke.

Allerdings funktioniert dies nicht bei laufendem Betrieb, denn man benötigt das gebohrte Loch. Neutronenstrahlen dagegen kann man nutzen, um in einer völlig intakten Brennstoffzelle das Entstehen und Abfließen des Wassers zu beobachten. Neutronen ignorieren nämlich den Edelstahl in der Wand der Brennstoffzelle. Sie gelangen ohne Loch ins Innere der Zelle. „Drei Zentimeter Stahl durchstrahlen wir problemlos“, sagt Nikolay Kardjilov. Wasserstoff und Wasser im Inneren einer Brennstoffzelle „sieht“ also der Neutronenstrahl. Gemeinsam liefern so Synchrotron- und Neutronenstrahlung den Wissenschaftlern und Ingenieuren ein genaues Bild von den Vorgängen in einer Brennstoffzelle. Mithilfe dieses Bildes können sie die Effizienz ihrer Zelle verbessern.

#### DREIDIMENSIONALE BILDER AUS DEM COMPUTER

Um die Vorgänge noch genauer zu verstehen, hätten die Brennstoffzellenforscher aber gern eine dreidimensionale Darstellung der Zelle. Von der Radiographie will man also zur Tomographie kommen. Dafür nehmen sie erst ein Bild der Brennstoffzelle auf, drehen sie dann ein klein wenig und fertigen das nächste Bild an. Haben sie die Probe einmal um ihre Achse gedreht und dabei sehr viele Querschnittsbilder aus verschiedenen Richtungen erhalten, berechnen aufwändige Computerprogramme aus den Einzelbildern ein dreidimensionales Bild. Auf einer solchen Tomographie-Aufnahme sieht der Ingenieur, was in jedem einzelnen Winkel seiner Brennstoffzelle vor sich geht, und kann sie entsprechend verbessern.

Ersetzen die Forscher den Wasserstoff in einer solchen Brennstoffzelle im laufenden Betrieb durch schweren Wasserstoff – Deuterium –, verschwindet das Neutronenbild des entstehenden Wassers langsam, weil Neutronen zwar an Wasserstoff-Atomkernen, nicht aber an Deuteriumkernen gestreut werden. Leiten die Forscher anschließend wieder normalen Wasserstoff in die Zelle, sehen sie, wo sich im laufenden Betrieb das Wasser in der Brennstoffzelle bildet. Und das kann durchaus ein anderer Ort als beim Start der Brennstoffzelle sein. Genau diesen laufenden Betrieb wollen die Ingenieure vor allem verbessern.

#### DIESELABLAGERUNGEN AUF DER SPUR

Ingenieure sind ohnehin gute Kunden bei der Neutronen- und Synchrotrontomographie am Helmholtz-Zentrum Berlin. Sie beobachten zum Beispiel, wie sich der Klebstoff verteilt, wenn Bleche im Automobilbau verklebt werden. Die Information ist für die Haltbarkeit der Verbindung sehr wichtig. Nikolay Kardjilov untersucht mit der Neutronentomographie außerdem, wie sich Ruß in Automotoren ablagert. Mit solchen Informationen kann die Verbrennung verbessert und damit der Kraftstoff-Verbrauch verringert werden. Beobachtet der Forscher, wo sich Ruß in Diesel-Filtern von Kraftfahrzeugen ablagert, kann die Wirksamkeit dieser Bauteile verbessert werden.

Als ein Hersteller von Flugzeugtriebwerken Ablagerungen in Abgasentlüftungsrohren von Flugzeugturbinen untersuchen wollte und sich deswegen an das Hahn-Meitner-Institut wandte, war Professor Wolfgang Treimer von der Technischen Fachhochschule Berlin (TFH) gefragt, der ebenfalls am Helmholtz-



„BEI RUND EINEM VIERTEL DER MESSZEIT AM HZB BEOBACHTEN KOLLEGEN DIE VORGÄNGE IN BRENNSTOFFZELLEN.“

Dr. Ingo Manke, Wissenschaftler am HZB

Zentrum forscht. An einer von ihm aufgebauten Demonstrationsanlage konnten die Forscher mithilfe der Neutronentomographie an einem Triebwerk herausfinden, wo sich Ablagerungen festsetzen. Setzen sich die Leitungen zu, steigt der Druck und es kann zu Explosionen kommen, die einen Absturz verursachen können. Wissen die Triebwerks-Ingenieure, wo die Ablagerungen entstehen, können sie die Zuverlässigkeit der Triebwerke weiter verbessern.

#### BIOLOGEN UND ARCHÄOLOGEN ALS GÄSTE

Neutronenstrahlen „sehen“ aber auch das Element Lithium, das zum Beispiel in Batterien verwendet wird. Mit der Berliner Neutronentomographie lassen sich daher auch solche Minizellen verbessern, die nicht nur in den verschiedensten elektronischen Geräten eingesetzt werden, sondern auch in Herzschrittmachern. Bessere Lithiumzellen halten länger und der Patient muss seltener zum Batterietausch operiert werden, erläutert Ingo Manke ein Anwendungsgebiet seiner For-

schung in der Medizintechnik. Sein Kollege Kardjilov fügt so gleich hinzu, dass auch Biologen oder Agrarwissenschaftler Gäste der Neutronentomographie sind. „Sie wollen Pflanzen beim Trinken beobachten“, schmunzelt er. Weil Neutronen an Wasserstoffkernen gestreut werden, könne sein Apparat sehr schön beobachten, wie Pflanzenwurzeln Wasser aufnehmen.

Gern kommen auch Archäologen zu den Berliner Forschern und untersuchen wertvolle Schwerter aus grauer Vorzeit. Mit Röntgenstrahlen entdecken sie eingelegetes Silber, die Neutronentomographie verrät, wo der Wasserstoff und damit organisches Material wie zum Beispiel Holz steckt. Und wenn die Forscher des Berliner Museums für Naturkunde wieder mal mit einem 30 Zentimeter langen und 270 Millionen Jahre alten Reptilienschädel am HZB auftauchen, durchleuchtet Nikolay Kardjilov auch dieses Fossil mit seinen Neutronenstrahlen. „Auch wenn wir die gesuchten Gehörknöchelchen nicht entdecken konnten, war die Analyse doch sehr aufschlussreich“, erinnert sich der Forscher.

#### INTERVIEW

## Erkenntnisse aus der Datenflut ziehen

SICHTBAR im Gespräch mit Professor John Banhart über die Möglichkeiten moderner Tomographie.

**SICHTBAR:** Herr Banhart, die Tomographie kennt man vor allem als bildgebendes Verfahren aus der Medizin. Wie unterscheiden sich die tomographischen Methoden, die Sie für die Materialwissenschaften nutzen?

**Banhart:** Vor allem in der Auflösung und dem Strahlenfluss. In der Materialforschung haben wir es mit massiven Stoffen zu tun, die die auftreffende Strahlung viel stärker blockieren als biologische Organismen. Außerdem benötigen wir eine viel höhere Auflösung und deshalb insgesamt einen viel größeren Strahlenfluss. Es ist eine ganz andere Welt als in der Medizin.

**S:** Mit welchen Problemen kämpft man heute in der Tomographie?

**B:** Zum einen ist die Messmethode sehr anspruchsvoll, etwa beim Gestalten der Strahlführung oder der Genauigkeit, mit der die Drehachse des Untersuchungsobjekts eingestellt werden muss. Bei den Neutronen wiederum kommt es vor, dass diese nicht fokussiert genug aus dem Strahlrohr treten. Das Hauptproblem betrifft aber die Frage, wie man aus der gewaltigen Datenmenge eine physikalische Information extrahiert. Es nützt ja wenig, nur schöne Bilder zu haben. Vielmehr muss man aus den Bildern sinnvolle Parameter bestimmen, um eine vorgegebene Fragestellung zu beantworten.

**S:** Wo sehen Sie die größten Potenziale der Tomographie für die Materialwissenschaften?

**B:** Vor allem mit Synchrotronstrahlen erreichen wir Auflösungsbereiche, die für Materialuntersuchungen sehr interessant sind. Und die technischen Entwicklungen gehen so weit, dass wir an der ESRF, der stärksten europäischen Quelle, sogar schon Echtzeit-Tomographie machen können. Erst kürzlich haben wir so

unsere Metallschäume untersucht und gemessen, wie lange es dauert, bis eine Schaumblase platzt. 40.000 Bilder haben wir dabei pro Sekunde erzeugt und so Bewegtbilder erhalten.

**S:** Wie sieht es mit der breiten Anwendung aus, wissen normale Ingenieure um die Methoden und wie man sie anwenden kann?

**B:** Das volle Spektrum der Methoden ist tatsächlich nicht bekannt. Die Synchrotron-Tomographie schon eher, die Neutronen-Tomographie dagegen kaum. Wir betreiben deshalb auch aktives Marketing. Wir suchen immer wieder nach neuen Anwendungsfeldern, halten Vorträge und sprechen die Leute an. Die Brennstoffzellen sind ein gutes Beispiel dafür. Ein Problem ist allerdings, dass man nicht immer und schon gar nicht schnell ausreichend Strahlzeit bekommt.

ina



**PROFESSOR JOHN BANHART** leitet die Abteilung Werkstoffe am HZB.



**TOMOGRAPHIE-BUCH** John Banhart hat ein Buch über moderne Tomographie-Verfahren veröffentlicht.



●● Kooperation von BESSY und PTB

# Eine neue Lichtquelle für die Metrologie

„Nein, es waren nicht die vielen **Sonntagsschichten**“, lacht Dr. Roman Klein, Leiter der PTB-Arbeitsgruppe „Synchrotronstrahlungsquellen“, als er erklärt, warum die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) einen eigenen kleinen Elektronenspeicherring benötigt. „Als die Planungen für den neuen Speicherring anfangen, waren die Schichtpläne bei BESSY II noch gar nicht erstellt“, so Klein. Die PTB ist ein BESSY-Nutzer der ersten Stunde. „Wir nutzen BESSY II als eine Art ‚Standardkerze‘“, erläutert Klein. Mit ihr

könne man andere Lichtquellen und Detektoren kalibrieren, zum Beispiel für die Raumfahrt. Möglich ist dies, weil sich das bei BESSY erzeugte Licht – genauer, die elektromagnetische Strahlung – berechnen lässt.

Aber auch optische Elemente wie Spiegel können sehr gut charakterisiert werden – etwa Spiegel für die EUV-Lithographie, mit deren Hilfe die womöglich übernächste Mikrochipgeneration gefertigt werden soll.

## EXZELLENT ZUSAMMENARBEIT

Die Kalibrier- und Messmethoden hat die PTB in den letzten 25 Jahren immer weiter verfeinert, wobei der Übergang von BESSY I zu BESSY II eine echte Umstellung war. Insbesondere fehlte nach der Schließung von BESSY I Synchrotronstrahlung im weichen Spektralbereich. So reifte der Plan, neben BESSY II eine eigene Lichtquelle für die Metrologie zu errichten, die Metrology Light Source (MLS).

Die MLS ist nun eine der wenigen Quellen weltweit, die für einen kontinuierlich verfügbaren Spektralbereich zwischen dem Extremen Ultraviolett (EUV) und der Terahertzstrahlung optimiert wurde – speziell für die Messungen der PTB. Mit Tera-

hertzstrahlung forscht die PTB nun unter anderem in der Sicherheitstechnik. Für präzise Messungen nutzt die PTB eine spezielle Betriebsart des Speicherrings mit sehr wenigen – einer zählbaren Anzahl – Elektronen sowie niedrige Elektronenenergien. Der Großteil der Nutzer benötigt möglichst viele Elektronen (mehr als tausend Milliarden) und hohe Energien, da so viel intensivere und energiereichere Strahlung erzeugt wird. Die Anforderungen an diese Lichtquelle sowie das Geld für die Errichtung und den Betrieb kommen von der PTB. Das Design des Niederenergiespeicherrings stammt von den Spezialisten von BESSY, die die MLS auch aufgebaut haben und jetzt betreiben und weiterentwickeln.

Nach vierjähriger intensiver Bauzeit nahmen am 23. Juni 2008 Professor Ernst O. Göbel, Präsident der PTB, und Professor Eberhard Jaeschke, Geschäftsführer von BESSY, gemeinsam mit Gästen aus Politik und Forschung die MLS in einem feierlichen Akt in Betrieb. Damit gibt es in Berlin-Adlershof nun zwei „Standardkerzen“ für die PTB. „Die Zusammenarbeit mit BESSY war immer exzellent“, so Roman Klein, und dies wünscht er sich auch für die Zukunft.

*Sandra Heinze*



**EIN STARKES TEAM** Mitarbeiter der PTB und von BESSY arbeiten eng bei der Errichtung und dem Betrieb der MLS zusammen.

HZB-Teams am Start

## Firmenlauf und Marathon



**FIRMENLAUF IN BERLIN** Ein Teil des 86 Läuferinnen und Läufer umfassenden Helmholtz-Teams am Brandenburger Tor.

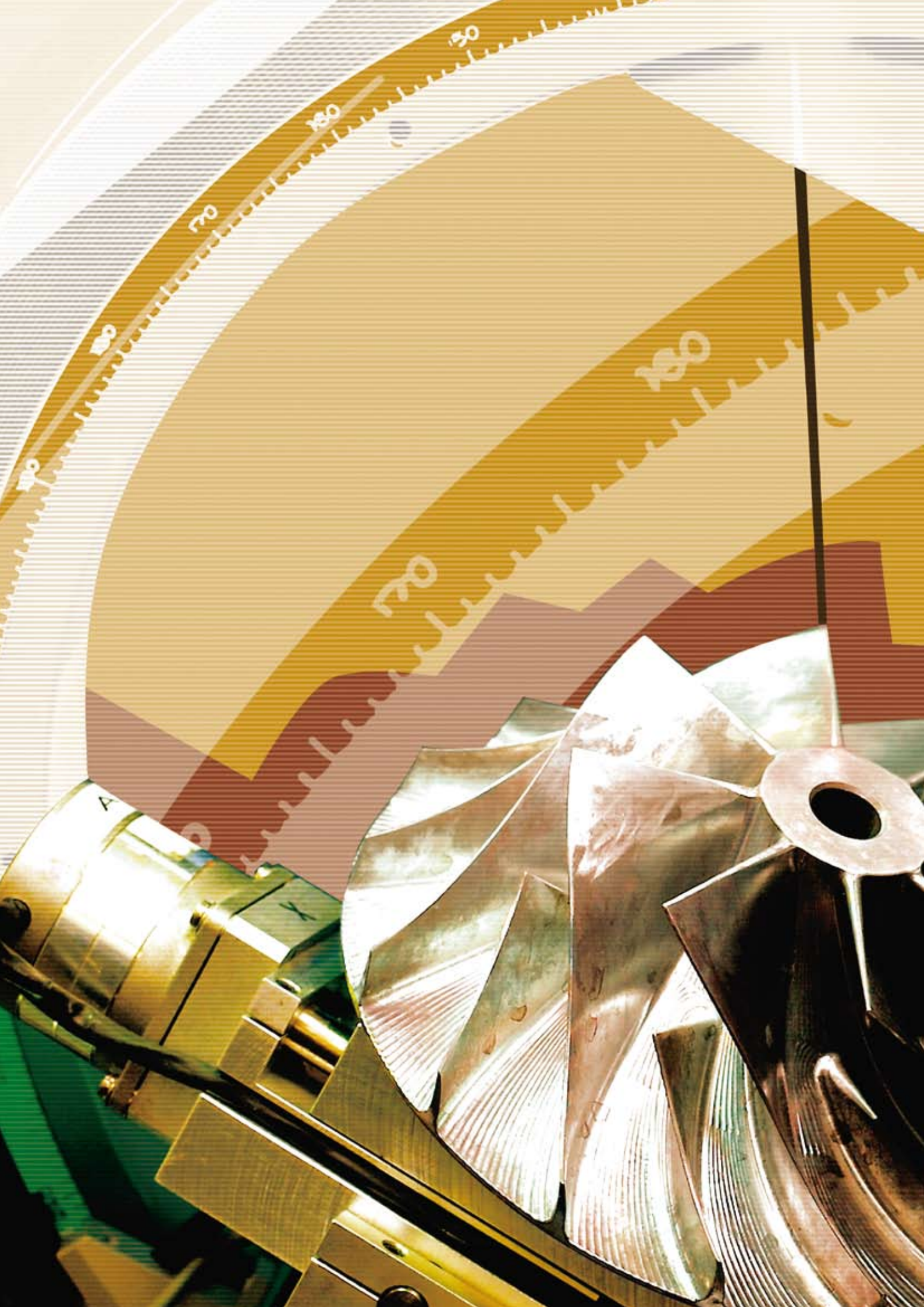
**Der Berlin-Marathon** – seit vielen Jahren zieht er Zehntausende Läuferinnen und Läufer aus aller Welt an. Die eindrucksvollen historischen Gebäude entlang der Strecke und die vielen begeisterten Zuschauer machen eine Teilnahme am Berlin-Marathon besonders reizvoll.

Auch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des HZB haben sich am 28. September der Herausforderung gestellt, nachdem zuvor, am 9. Juli, bereits 41 HZB-Läuferinnen und Läufer am Berliner Firmenlauf teilgenommen haben. Zusammen mit Kolleginnen und Kol-

legen aus dem Berliner Max-Delbrück-Zentrum, dem Geoforschungszentrum Potsdam sowie der Helmholtz-Geschäftsstelle bildeten sie das 86 Personen starke Helmholtz-Team, das den dritten Platz in der Mannschaftswertung belegte.

Für alle, die mitliefen, war es trotz des beim Start einsetzenden Regens ein wunderbares Ereignis. Und sportlicher Ehrgeiz, Teamgeist und vor allem die Ausdauer jedes Einzelnen trugen dazu bei, dass alle mit guten Zeiten im Ziel ankamen.

*js*



50 Jahre Forschungsreaktor

# Festakt in Berlin

Das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie blickt auf ein halbes Jahrhundert erfolgreiche Forschung zurück.

Text: Paul Piwnicki

## RÜCKBLICK

Professor Michael Steiner, wissenschaftlicher Geschäftsführer des HZB, skizzierte in seinem Grußwort die Entwicklung der Neutronenforschung in Berlin.



Vor 50 Jahren, am 24. Juli 1958, begann die Erfolgsgeschichte der Berliner Forschung mit Neutronen: An diesem Tag ging der erste Forschungsreaktor in Berlin-Wannsee in Betrieb. Dieser Reaktor und sein in den 70er-Jahren errichteter Nachfolger liefern Neutronenstrahlen, mit denen wichtige Erkenntnisse auf den Gebieten Physik, Chemie, Biologie und Werkstoffwissenschaften, aber auch Kunstgeschichte und Archäologie erzielt werden. Am 14. und 15. Juli 2008 wurde das Jubiläum mit einem Festkolloquium am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB, ehemals Hahn-Meitner-Institut) gefeiert.

Wissenschaftler des HZB und Referenten aus allen wichtigen Forschungseinrichtungen der Welt blickten auf die Entwicklung der Neutronenforschung in Berlin zurück und präsentierten aktuelle wissenschaftliche Entwicklungen auf dem Gebiet. Dr. Hans-Gerhard Husung, Berliner Staatssekretär für Wissenschaft und Forschung, sagte in seinem Grußwort die fortgesetzte Unterstützung des Berliner Senats für die Neutronenforschung in Berlin zu. Vertreter von acht Neutronenforschungszentren aus dem In- und Ausland beglückwünschten die Berliner Kollegen zu ihrem Jubiläum.

## WAS MACHEN DIE ATOME?

„Neutronen blicken in das Innenleben von Stoffen und liefern Antworten auf zwei Fragen: Sie sagen, wo sich die Atome befinden und was sie tun.“ Mit diesen Worten aus der

Präsentationsrede für den Physik-Nobelpreis 1994 umriss Andrew Taylor, Direktor des englischen Neutronenstreuencentrums ISIS, in seinem Festvortrag die Bedeutung der Neutronen für die Wissenschaft. Taylor machte deutlich, wie die Wissenschaft in den letzten Jahrzehnten immer besser gelernt habe, die Möglichkeiten der Neutronen zu nutzen. So hat man sie vor vierzig Jahren genutzt, um den Aufbau von Kristallen zu bestimmen, heute kann man Quantenphänomene mit ihrer Hilfe beobachten, Wasserbewegungen in biologischen Materialien studieren, Spannungen in industriellen Bauteilen bestimmen und Vorgänge in vielen anderen komplexen Systemen erforschen.

## EXTREME PROBENUMGEBUNGEN

Professor Michael Steiner, wissenschaftlicher Geschäftsführer des HZB, würdigte in seinem Rückblick speziell die Berliner Neutronenforschung. Sie leiste seit vielen Jahren, insbesondere seit dem von Professor Hans Dachs initiierten Ausbau des Reaktors BER II, einen wichtigen Beitrag zum Erforschen immer komplexerer Systeme mit Neutronen. Steiner machte deutlich, dass es auch mit einer Neutronenquelle nur mittlerer Leistung möglich ist, Forschung von Weltrang zu betreiben. Der Grund dafür seien die Instrumente, an denen die eigentlichen Versuche durchgeführt werden. Diese gehörten zu den weltbesten und werden am HZB permanent auf hohem Niveau weiterentwickelt.

FESTAKT IN BERLIN  
Aus aller Welt

Zum 50-jährigen Jubiläum der Neutronenforschung in Berlin kamen Forscher und Wissenschaftler aus aller Welt ans HZB.



Ein Beispiel für die herausragende Instrumentierung am Berliner Reaktor sind die extremen Probenumgebungen: In den Kryostaten können Substanzen extrem starken Magnetfeldern ausgesetzt und zugleich bei sehr tiefen Temperaturen mit Neutronen bestrahlt werden – ein Andas unter anderem auf dem Supraleitung bedeutende Ergebnisse möglich gemacht hat und das viele externe Wissenschaftler nach Berlin lockt. Da die Anlagen um den Forschungsreaktor seit 1992 zu rund 70 Prozent Forschern anderer Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden, ist die Nachfrage bei den Nutzern ein wichtiges Maß für die Qualität der Forschungsmöglichkeiten.

Verbesserte Messmöglichkeiten für besonders nachgefragte Themengebiete wie biologische Materialien oder Quantenmagnetismus und insbesondere der neue Hochfeldmagnet, der ab 2011 das weltweit stärkste Magnetfeld für Neutronenexperimente erzeugen wird – das sind einige der ehrgeizigen Pläne des HZB, von denen Professor Alan Tennant, Leiter der Abteilung Magnetismus, berichtete. Sie sollen den hohen wissenschaftlichen Standard der Neutronenforschung in Berlin sichern.

In seinem Schlusswort betonte Professor Steiner, dass die komplexen Fragestellungen, die die moderne Forschung zu beantworten versucht, Untersuchungen mit verschiedenen Methoden nötig machen. Die Vision, verschiedene sich ergänzende Methoden innerhalb des Hahn-Meitner-Instituts zu

nutzen, habe bereits Professor Hans Dachs, Begründer der Neutronenstreuung in Berlin, gehabt. So betraute er Jochen Schneider, den späteren für „Forschen mit Synchrotronstrahlung“ zuständigen DESY-Direktor, damit, am HMI die Gamma-Beugung als ergänzende Methode zur Neutronenstreuung zu bearbeiten.

FUSION ALS MEILENSTEIN FÜR DIE FORSCHUNG  
Endgültig Wirklichkeit werde die Vision von Professor Dachs mit der Fusion des ehemaligen Hahn-Meitner-Instituts mit der Berliner Synchrotronstrahlungsquelle BESSY zum neuen Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB). Hier werden Forscher die Möglichkeit haben, Untersuchungen mit Neutronen und Synchrotronstrahlung im Rahmen eines Instituts durchzuführen und so die Synergien zwischen den beiden Strahlenarten besonders effizient zu nutzen.

FUSION ALS MEILENSTEIN FÜR DIE FORSCHUNG

Hinweis: Im nächsten Jahr wird das HZB ein Sonderheft zum Thema „50 Jahre Neutronen in Berlin“ veröffentlichen.

VISIONÄRER VORDENKER Professor Hans Dachs (rechts), Begründer der Neutronenstreuung in Berlin.

VISIONÄRER VORDENKER Professor Hans Dachs (rechts), Begründer der Neutronenstreuung in Berlin.



PROFESSOR ALAN TENNANT, wissenschaftlicher Leiter des Hochfeldmagnetprojekts.

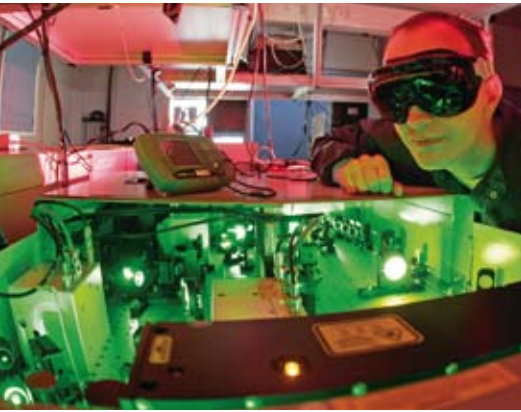


„MIT DEM NEUEN HOCHFELDMAGNETEN KÖNNEN WIR AB 2011 DAS WELTWEIT STÄRKSTE MAGNETFELD FÜR NEUTRONEN-EXPERIMENTE ERZEUGEN.“

Professor Alan Tennant, Leiter der Abteilung Magnetismus am HZB

●● Forschungszentrum Dresden-Rossendorf

# Willkommen bei Helmholtz



**HOCHLEISTUNGSLASER** Im FZD wird eine neue Technologie erprobt, die kompaktere Anlagen zur Strahlentherapie ermöglicht.

**Anfang Juli** hat der Wissenschaftsrat empfohlen, das Forschungszentrum Dresden-Rossendorf (FZD) in die Helmholtz-Gemeinschaft aufzunehmen. Das FZD entwickelt und betreibt seit Jahren große und komplexe Forschungsinfrastrukturen wie beispielsweise die Strahlungsquelle

ELBE (Elektronenlinearbeschleuniger), ein Ionenstrahlzentrum oder das Hochfeldmagnetlabor, die auch von externen Nutzern beansprucht werden können. „Die FZD-Schwerpunkte Materialwissenschaft, Krebs und nukleare Sicherheit passen perfekt in die Forschungsbereiche der Helmholtz-Gemeinschaft“, sagt dazu Professor Jürgen Mlynek, Präsident der Gemeinschaft. Dennoch müssten die nächsten Schritte sorgfältig geplant werden. Bisher ist das FZD nämlich Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft und wird daher zur Hälfte vom Sitzland und zur Hälfte vom Bund finanziert. Als Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft würde es dagegen zu 90 Prozent durch den Bund getragen, das Sitzland finanziert nur noch 10 Prozent. „Das Helmholtz-Budget muss nun entsprechend verstärkt werden, damit wir das neue Zentrum ohne Verlust für andere Helmholtz-Zentren aufnehmen können“, so Mlynek.

ina

## HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT Newsticker

**Gründung** – Bei der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) in Darmstadt ist das „ExtreMe Matter Institute (EMMI)“ gegründet worden. Das Institut ist eine Allianz zwischen der GSI und zwölf weiteren Einrichtungen im In- und Ausland. Sie wird in den nächsten fünf Jahren von der Helmholtz-Gemeinschaft mit 18,75 Millionen Euro gefördert. Die Partner bringen weitere 54 Millionen Euro ein. Am EMMI werden rund 100 Wissenschaftler kosmische Materie untersuchen. Ihre Erkenntnisse sollen in das wissenschaftliche Programm am internationalen Beschleunigerzentrum FAIR einfließen. Mehr unter [www.helmholtz.de/gsi-emmi](http://www.helmholtz.de/gsi-emmi)

**Urlaub im Erdbebengebiet** – Wer seinen Urlaub in erdbeben- und tsunamigefährdeten Regionen plant, sollte sich vorab informieren, was im Ernstfall zu tun ist. Merkblätter mit Verhaltensregeln und Informationen bietet das Helmholtz-Zentrum Potsdam unter [www.gfz-potsdam.de](http://www.gfz-potsdam.de)

Euroscience Open Forum 2008

## 4000 Teilnehmer in Barcelona

**Vom 18. bis zum 22. Juli** fand in Barcelona die größte interdisziplinäre Wissenschaftskonferenz Europas statt. Das Euroscience Open Forum (ESOF) 2008 versammelte über 4000 Teilnehmerinnen und Teilnehmer in der katalanischen Hauptstadt. Auf 122 Veranstaltungen diskutierten Wissenschaftler, Wissenschaftsjournalisten, Forschungspolitiker und interessierte Laien über Themen wie Klima und die Energie der Zukunft, Ernährung und Fettleibigkeit,

Wissenschaft und Kunst und Europas Forschungspolitik. Zum ersten Mal standen außerdem der Technologietransfer und der Weg vom Labor in den Markt auf der Agenda.

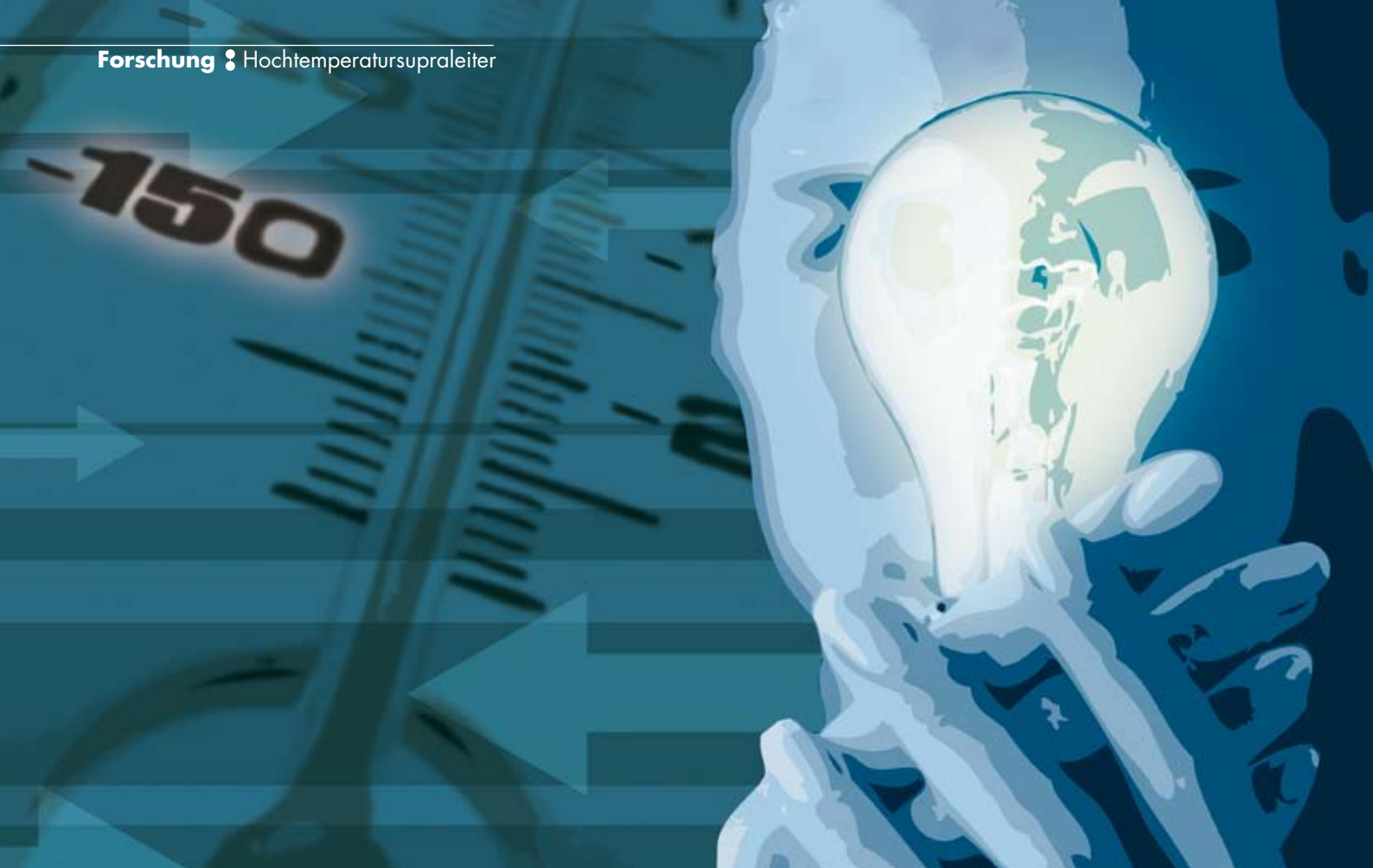
Mit Erfolg konnten sich auch Helmholtz-Wissenschaftler in verschiedene „Sessions“ der Konferenz einbringen: Hans-Harald Bolt (Forschungszentrum Jülich) zur Kernfusion, Bernhard Dieckmann und Margarete Pauls (Alfred-Wegener-Institut) zum Outreach-Programm des Internationalen Polarjahrs, Gerald Haug zum Klimawandel und Franz Ossing zu Wissenschaft und Kunst (beide Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum). Helmholtz-Senatorin Mary Osborn organisierte außerdem eine Diskussion über Frauen in der Wissenschaft. Gut besucht waren auch die

Workshops für junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Vor allem das Format „Tapas with the Prof“ (vor zwei Jahren in München als „Pretzel with the Prof“ eingeführt) gab Studierenden die Möglichkeit, mit 13 prominenten Wissenschaftlern, darunter zwei Nobelpreisträgern, über ihre Ziele und Entwicklungsmöglichkeiten zu sprechen.

Begründet wurde das Forum von der Organisation Euroscience, die nicht nur für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, sondern auch für interessierte Bürger offen ist. Das Treffen fand nach Stockholm (2004) und München (2006) zum dritten Mal statt. Die diesjährige Ausgabe stand unter dem Motto „Science for a better Life“ – Forschung für ein besseres Leben. Die nächste ESOF-Konferenz wird im Juli 2010 in Turin stattfinden.

ec





Materialforschung

# Stromfluss ohne Energieverlust

Dr. Klaus Habicht betreut am HZB das Instrument FLEX. Forscher, die dem Geheimnis der Hochtemperatursupraleiter auf die Spur kommen wollen, kommen aus der ganzen Welt, um an diesem Instrument zu experimentieren.

Text: Antonia Rötger/Paul Pivnicki

Als 1987 der Nobelpreis für die Entdeckung von Hochtemperatursupraleitern vergeben wurde, hoffte man, dass es schon in wenigen Jahren Materialien geben würde, die sogar bei Raumtemperatur verlustfrei Strom leiten. Doch diesen Wunderleiter gibt es bis heute nicht, schlimmer noch: Bisher versteht niemand genau, warum manche kompliziert aufgebauten Keramiken plötzlich bei minus 150 Grad supraleitend werden, obwohl sie bei Zimmertemperatur überhaupt keinen Strom leiten.

Einen neuen Einblick in die fundamentalen Prinzipien hinter der Hochtemperatursupraleitung haben nun Professor Stephen D. Wilson und Pengcheng Dai von der University of Tennessee zusammen mit Dr. Klaus Habicht vom Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie gewonnen. Sie

untersuchten Supraleiter, in denen die elektrische Leitfähigkeit durch „überzählige“ Elektronen getragen wird, die sie zuvor über Fremdatome eingeschleust hatten. Bislang werden Hochtemperatursupraleiter üblicherweise anders hergestellt, nämlich durch Dotieren der Grundsubstanzen mit „Elektronenmangel“-Atomen. Dotieren muss man generell, weil die Grundsubstanzen, aus denen Supraleiter bestehen, zunächst keinen Strom leiten. Erst wenn man Atome einbaut, die je ein Elektron mehr oder weniger haben als die Grundsubstanz, werden elektrisch geladene Teilchen erzeugt, die den Strom transportieren können. Dabei sind Proben mit Elektronenüberschuss schwieriger herzustellen als die üblichen Hochtemperatursupraleiter, in denen „Löcher“ den Strom leiten. Am Helmholtz-Zentrum Berlin haben die Forscher die Proben mit

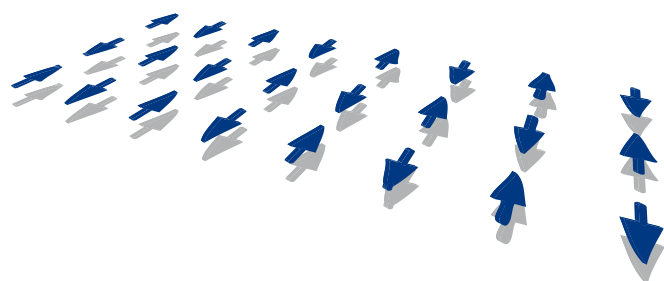
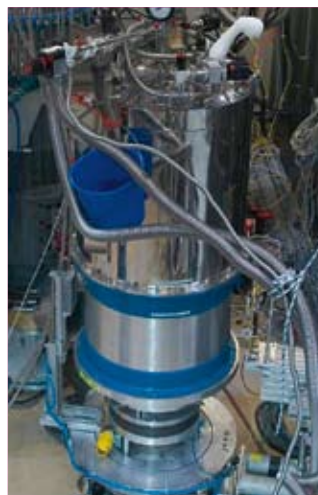
**DR. KLAUS HABICHT** untersucht am Instrument FLEX das Verhalten von Supraleitern bei wechselnden Temperaturen und Magnetfeldern.



INFO

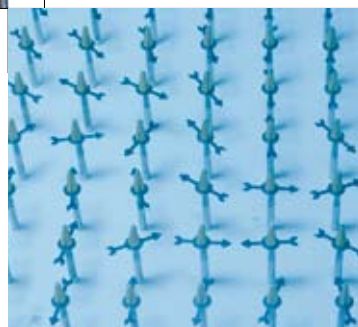
Supraleiter

Der Begriff Hochtemperatursupraleiter ist ein wenig irreführend, denn mit hohen Temperaturen sind solche gemeint, die höher sind als die, bei denen die länger bekannten klassischen Supraleiter ihren Widerstand verlieren. Im Vergleich zu minus 269 Grad Celsius ist minus 150 ja eine hohe Temperatur.



AUSRICHTUNG

In Supraleitern gibt es keine magnetische Ordnung (rechts). Zerstört ein starkes Magnetfeld die Supraleitung, bekommt man eine antiferromagnetische Ordnung (links).



Neutronen durchleuchtet und die magnetische innere Ordnung bei verschiedenen Temperaturen und äußeren Magnetfeldern beobachtet. Sie wollten wissen, wie die winzigen Elementarmagnete im Inneren der Probe ausgerichtet sind. Solange die Probe voll supraleitend war, gab es keine innere magnetische Ordnung. Zerstörte aber ein starkes äußeres Magnetfeld die Supraleitung, entstand im Inneren der Probe eine antiferromagnetische Ordnung – die Elementarmagnete im Inneren richten sich in diesem Zustand abwechselnd in entgegengesetzter Richtung aus. Dies führt dazu, dass die Probe nach außen hin unmagnetisch ist, im Inneren aber trotzdem einem bestimmten Muster folgt.



„WIR HABEN GRUNDSÄTZLICHE PHÄNOMENE VON SUPRALEITERN AUFGEDECKT.“

Dr. Klaus Habicht, Forscher am HZB

RESONANZ ALS ELEMENTARTEILCHEN IM SUPRALEITER

Magnetische Ordnung einerseits und Supraleitung andererseits – diese Konkurrenz zweier Ordnungsphänomene ist der Wissenschaft bekannt von Supraleitern, in denen Löcher den Strom leiten. „Dass sich in den elektronendotierten Kristallen der gleiche Effekt zeigt wie in lochdotierten Proben, war überraschend“, sagt Habicht. „Es muss sich also um ein grundsätzliches Phänomen der Hochtemperatursupraleitung handeln, da es unabhängig vom Vorzeichen der Ladungen auftritt, auch wenn sich die elektronendotierten Supraleiter deutlich von den lochdotierten unterscheiden.“

Hinter dem Ordnungsphänomen steckt eine Erscheinung, die die Wissenschaftler „Resonanz“ nennen – eine bestimmte Art und Weise, in der Elektronen kollektiv schwingen. Diese Resonanz kann gewissermaßen als Elementarteilchen im Supraleiter aufgefasst werden. Sie verschwindet, wenn ein äußeres Magnet-

feld den supraleitenden Zustand zerstört. Womöglich, so vermuten die Forscher, ist die Resonanz der Grund dafür, dass sich Elektronen zu Paaren zusammenfinden, was Voraussetzung für die Supraleitung ist. Sobald die Supraleitung zusammenbricht, geht die Probe in den antiferromagnetischen Zustand über.



**SCHWEBENDER MAGNET** Supraleiter mögen kein Magnetfeld in ihrem Inneren. Deswegen stößt die Supraleiterfläche den Magneten ab und lässt ihn schweben.

Dreidimensionale Strukturen

# Aktive Proteinkristalle

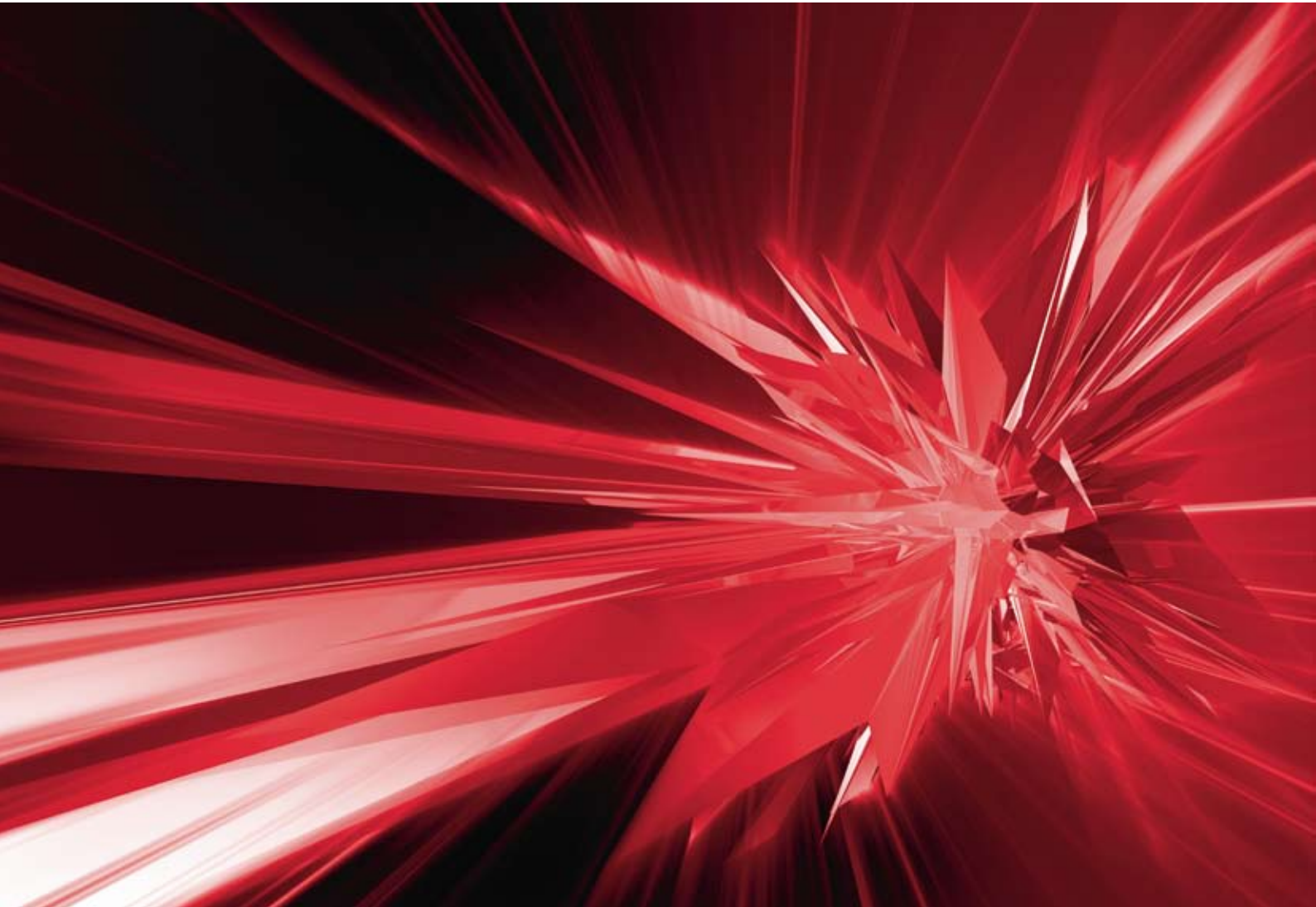
Der Biophysiker Patrick Scheerer untersucht mit Synchrotronstrahlung Rhodopsin in der sogenannten aktivierten Form.

Text: Uta Bilow

Gerade eben hat sich Patrick Scheerer von seinem koreanischen Kollegen verabschiedet, der nach einem Forschungsauf den auf den Bildschirm. Auf dem schwarzen Hintergrund erscheint eine farbige Animation, auf den ersten Blick einem Knäuel bunter Luftschlangen nicht unähnlich. Scheerer deutet enthusiastisch auf die Darstellung: „So sieht es aus, das Rhodopsin in seiner aktivierten Form.“ Die Begeisterung von Patrick Scheerer gilt einem Eiweißstoff. Gemeinsam mit Kollegen aus Berlin und Korea hat er die 3D-Struktur des Proteins entschlüsselt. Das Besondere daran: Das Rhodopsin ist in einem Zustand, von

dem noch nie zuvor jemand ein Bild anfertigen konnte, in der sogenannten aktivierten Form. Nicht zuletzt die Pharmaforschung interessiert sich deshalb für das bunte Bild.

Der Eiweißstoff Rhodopsin befindet sich in den lichtempfindlichen Stäbchen-Rezeptoren unserer Netzhaut. Seine Aufgabe ist es, Lichtquanten in Nervenimpulse umzuwandeln, die das Hirn verarbeiten kann. „Inmitten des Rhodopsins ist ein kleiner Ligand verankert“, erklärt Patrick Scheerer. „Dieses Retinal liegt in der sogenannten 11-cis-Form vor. Fällt jedoch ein Lichtquant auf den Liganden, verändert er seine Gestalt und geht in die All-trans-Form über. Daraus bil-







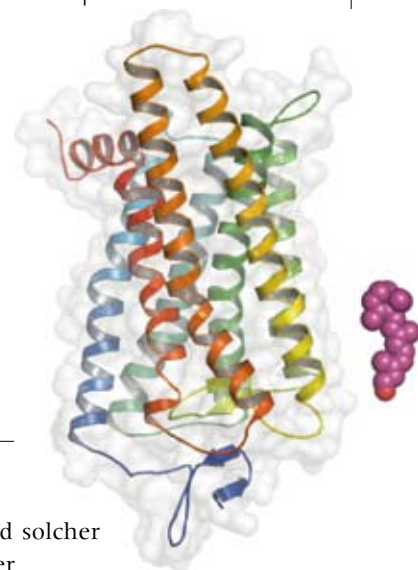
#### GEMEINSAME FORSCHUNG

Das deutsch-koreanische Forscherteam hat erstmals dreidimensionale Aufnahmen der Rhodopsin-Struktur erstellt.

#### INFO

### Rhodopsin

Das Protein Rhodopsin ist in den lichtempfindlichen Stäbchen-Rezeptoren der Netzhaut enthalten und sorgt dort für die Umwandlung von Lichtquanten in Nervenimpulse.



#### 3D-STRUKTUR

Wie bunte Luftschlangen sieht die nur schwer herstellbare aktivierte Form des Proteins Rhodopsin aus.



„WIR HABEN ES GESCHAFFT, KRISTALLE VON EINEM AKTIVIERTEN OPSIN ZU ZÜCHTEN.“

Patrick Scheerer, Forscher am Institut für Medizinische Physik und Biophysik der Charité

det sich die aktivierte Form des Rhodopsins, die strukturell verändert ist.“ Folge dieser Strukturveränderung: Rhodopsin stößt das Retinal aus und ist anschließend bereit, erneut einen Liganden aufzunehmen. Dieses aktivierte und „leere“ Protein – auch als Opsin bezeichnet – haben die Forscher wie auf einem Schnappschuss festgehalten.

#### KRISTALLE AUS AKTIVIERTEM OPSIN

„Vor wenigen Jahren, als ich in der Arbeitsgruppe angefangen habe, da galt so etwas noch als unmöglich“, erzählt Patrick Scheerer. Denn das Membranprotein Rhodopsin ist eine heikle Substanz, die ungern Kristalle bildet. Kristalle aber brauchen die Wissenschaftler, um die räumliche Anordnung der Atome im Rhodopsin-Molekül entschlüsseln zu können. „Dank der Expertise unserer koreanischen Kollegen Jung Hee Park und Professor Hui-Woog Choe haben wir es geschafft, Kristalle von einem aktivierten Opsin zu züchten“, berichtet der Proteinforscher. Die besten Exemplare wurden Anfang dieses Jahres am BESSY mit Röntgenstrahlung untersucht. Aus den gewonnenen Daten konnte schließlich die 3D-Struktur des aktivierten Opsins ermittelt werden. Eine Premiere, die in Fachkreisen hoch bewertet wird – und sogleich in dem angesehenen Wissenschaftsmagazin „Nature“ publiziert wurde.

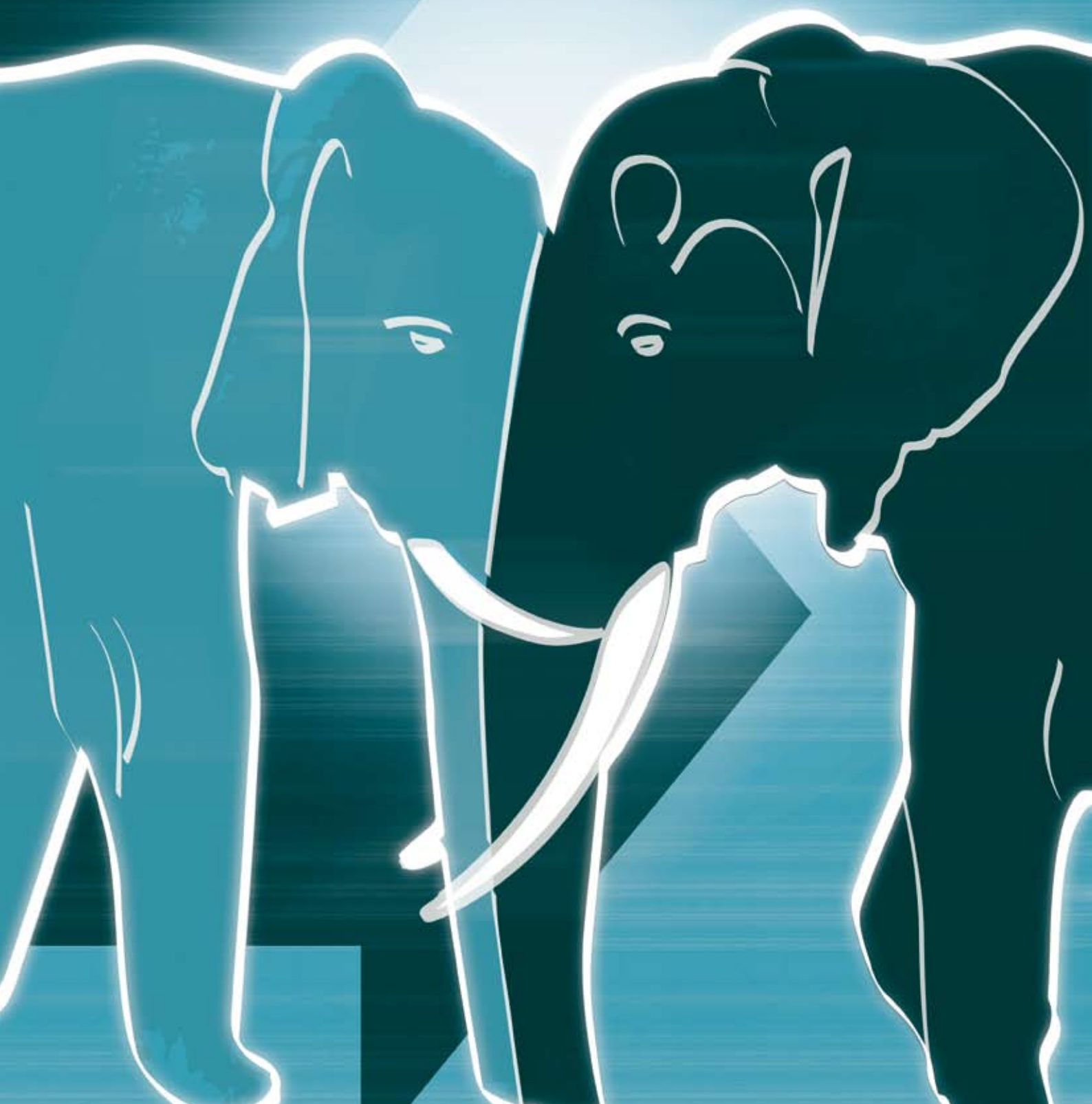
An Proteinen wie dem Rhodopsin beißen sich die Forscher schon seit langem die Zähne aus. Denn diese Eiweißstoffe enthalten bis zu 100.000 Atome, von denen meistens lediglich die Abfolge bekannt ist. Was fehlt, ist die Kenntnis der räumlichen Struktur, also wie sich die langen Ketten fal-

ten und knäueln. Erst anhand solcher Bilder, wie sie Patrick Scheerer auf seinem Computer zeigt, lässt sich verstehen, wie ein Protein seine Funktion erfüllt.

#### EINFLUSS AUF PHYSIOLOGISCHE PROZESSE

Vor allem die Wirkstoff-Forschung interessiert sich für solche 3D-Daten. Denn Membranproteine wie das Rhodopsin sind sogenannte Rezeptoren: Sie empfangen Signale aus der Umwelt – etwa Licht, Hormone oder Duftstoffe – und leiten ein Signal in das Zellinnere weiter. Dadurch wird eine Vielzahl physiologischer Prozesse in der Zelle ausgelöst. Wegen ihrer zentralen Bedeutung im Organismus sind die Membranproteine wichtige Zielmoleküle für pharmazeutische Wirkstoffe, die bestimmte Signalwege aktivieren oder blockieren sollen. „Die Entschlüsselung der Struktur des aktivierten Rhodopsins ist von großem Stellenwert“, unterstreicht Professor Klaus Peter Hofmann, Direktor des Instituts an der Charité, der das Projekt zusammen mit Dr. Oliver P. Ernst leitet. „Nun wissen wir, wie das Protein geformt ist, wenn es zur Aufnahme eines Liganden bereit ist.“

Mit diesem Wissen dürfte es leichterfallen, einen räumlich exakt passenden Wirkstoff maßzuschneidern. Und da Rhodopsin zu einer großen Familie von Proteinen gehört, die vom Aufbau her sehr ähnlich sind, lassen sich die Ergebnisse auch auf andere Eiweißstoffe übertragen.



 Strukturforschung

# Druckvolle Nachforschungen

Aminosäuren sind wichtige Bausteine des Lebens. Wie ihre Strukturen und Eigenschaften zusammenhängen, ist schwierig zu klären. Auf der Suche nach Antworten haben Forscherinnen und Forscher des HZB sie wortwörtlich unter Druck gesetzt.

Text: Ranty Islam

**W**er bei Eiweiß gleich an Milch und Eier denkt, hat nicht Unrecht. Doch Eiweiße (oder Proteine) sind mehr, viel mehr – sie sind der Stoff, aus dem das Leben ist. Proteine sind eines der wichtigsten und sicherlich das komplizierteste Baumaterial von Zellen in Menschen, Tieren und Pflanzen.

Doch während der Bauplan des Lebens – die DNA – heute in beinahe jedem Detail beschrieben werden kann, geben die Baustoffe – die Proteine – immer noch Rätsel auf. Das hängt damit zusammen, dass Proteine in ihrer Struktur viel komplizierter sind: die DNA besteht im Wesentlichen aus einer Kombination von vier sogenannten Basen. Proteine dagegen zählen rund zwanzig Grundbausteine – Aminosäuren. Wobei die Proteine nur eine Gruppe aus der Vielzahl der möglichen Aminosäure-Kombinationen umfassen. Aminosäuren sind auch in der chemischen und pharmazeutischen Industrie von entscheidender Bedeutung. Die Struktur der Proteine zu entschlüsseln und zu interpretieren, ist eine schwierige Herausforderung.

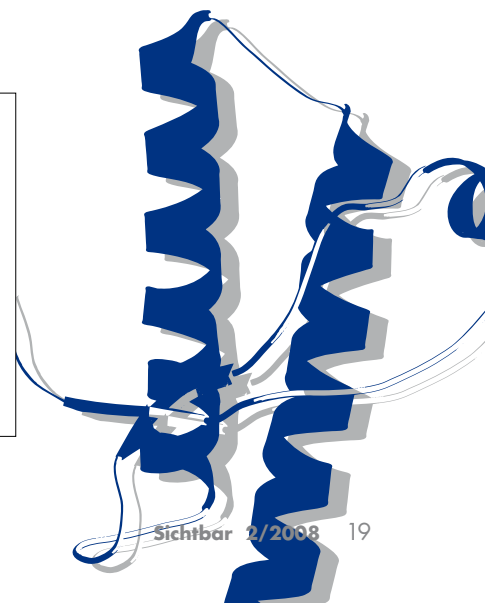
Dr. Heloisa Bordallo vom Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie und Elena Boldyreva vom Institut für Festkörperchemie der Uni Novosibirsk haben sie angenommen. Sie sind der kleinsten Aminosäure, Glyzin, mit einem neuen Experiment zu Leibe gerückt, um Antworten zu erhalten. Glyzin-Moleküle können sich miteinander zu verschiedenen kristallinen Formen verbinden. Unter diesen sogenannten Polymorphen werden je nach Struktur drei Klassen unterschieden: Alpha-, Beta- und Gamma-Glyzin. Diese Polymorphe können sich je nach Temperatur verändern. „Tatsächlich sind aber Druckeffekte wohl wichtiger“, beschreiben die Forscherinnen das Problem.

## EISKALT UND ERDRÜCKEND – GUTE MESSBEDINGUNGEN

Gerade dies war daher Gegenstand von Bordallos und Boldyrevas Untersuchungen. Sie haben mithilfe der „inkohärenten inelastischen Neutronenstreuung“ IINS (siehe Kasten) die Struktur der drei Polymorphe untersucht und dabei Temperatur und Druck variiert. Das Ergebnis: Die internen

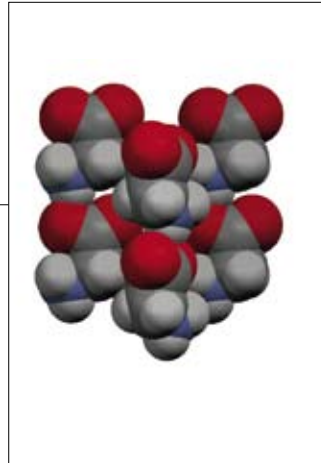
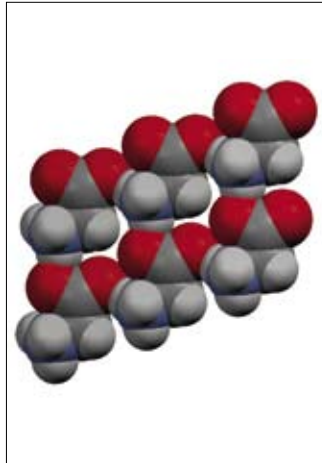


**PROF. DR. HELOISA BORDALLO** erforscht Aminosäuren unter Druck





Schwingungen – das Schaukeln der Moleküle – innerhalb der Polymorphe verändern sich beinahe schlagartig, sobald die Temperatur von nahe dem absoluten Nullpunkt bis knapp über minus 123 Grad Celsius steigt. Wenn die Drücke ansteigen, gibt es noch spannendere Phasenumwandlungen, darunter eine un erwartete:



**STRUKTUREN,** zu denen sich Glyzin-Moleküle zusammenfinden können. Dabei hat Gamma-Glyzin (rechts) mehr Bewegungsmöglichkeiten als Alpha- (und Beta-)Glyzin (links)

Steigt der Druck auf das 8000-fache des Atmosphärendrucks am Boden, wird aus der Gamma-Form ein weiterer Polymorph – die seltenere Delta-Form. „Das ist das Einzigartige an unserer Studie“, sagt Bordallo. Mit anderen bisher verwendeten Methoden, etwa der Untersuchung mit Röntgenstrahlen, können bei diesen Drücken keine Umwandlungen beobachtet werden. Mit Raman-Spektroskopie und Röntgendiffraktion wurde diese Phasenumwandlung erst ab 35.000 Atmosphären registriert. „Damit ergänzt unser Ansatz die anderen Methoden“, erläutert sie.

Die entscheidende Erkenntnis der Forscher ist, dass die dynamischen und strukturellen Veränderungen in erster Linie auf die Stärke der Wasserstoff-Brücken in den Molekülen zurückgehen. Das sind Kräfte, die im Gegensatz zu den chemischen Bindungen innerhalb eines Moleküls von Molekül zu Molekül wirken. Deshalb werden sie als Brückenbindung bezeichnet.

#### GRUNDSÄTZLICHE ERGEBNISSE

Die Ergebnisse, die die Forschergruppen gefunden haben, sind von weitreichender Bedeutung. Denn Wasserstoff-Brücken kommen in vielen Molekülen vor, auch in größeren Aminosäuren und in Molekülen, die aus mehreren Aminosäuren in kompliziertester Weise zusammengesetzt sind. Und wenn die allgemeinen Charakteristika der Moleküle einmal bekannt sind, können sie besser von den spezifischen Eigenschaften abgegrenzt werden, die jedes Molekül individuell auszeichnen. Bordallos Erkenntnisse helfen damit nicht nur, Proteine besser

» „MIT UNSEREM ANSATZ KÖNNEN UMWANDLUNGEN BEOBACHTET WERDEN, DIE VORHER VERBORGEN BLIEBEN.“

Dr. Heloisa Bordallo, Forscherin am HZB

zu verstehen. „Auch die Dynamik von Polymorphen etwa in der Medikamentenforschung kann so besser abgeschätzt werden“, erklärt sie.

Glyzin als einfaches Spielobjekt, das Grundsätzliches auch über kompliziertere Aminosäuren und ihre Kombinationen verrät? Das klingt ein wenig wie die Experimente mit den genetisch so einfach gestrickten Fruchtfliegen. „Genau!“, sagt Bordallo. Auch hier hat die Untersuchung der Fliegen fundamentale Erkenntnisse über Gene und ihre Eigenschaften zutage gefördert.

Einen weiteren wichtigen Beitrag hat die Arbeit der Helmholtz-Forscher geleistet: Mit ihrer Methode haben sie gezeigt, dass Strukturuntersuchungen an Aminosäuren auch unter stark variierendem Druck durchgeführt werden können. Mit Erfolg: Temperaturen bis nahe dem absoluten Nullpunkt und Drücke bis zu 10.000 Mal höher als in unserer Atmosphäre – die Extrembedingungen haben auch die komplexen Moleküle überzeugt, ein paar Geheimnisse mehr preiszugeben.

#### STRUKTURFORSCHUNG

## Messbare Strahlenechos

So funktioniert die Inkohärente Inelastische Neutronenbeugung (IINS).

» Sogenannte Streuexperimente können Aufschluss über die innere Struktur von Kristallen geben. Dabei wird Strahlung mit genau dosierter Energie auf die zu untersuchende Materialprobe gerichtet.

Die einfallenden Strahlen werden dort an Atomkernen gebrochen und in anderen Winkeln zurückgeworfen. Die Messung dieses „Strahlenechos“ lässt Rückschlüsse auf Typ und Anordnung der Atome zu.

Die Helmholtz-Forscher wählten Strahlen aus kalten Neutronen. Diese reagieren in ihrem „Echo“ besonders empfindlich auf die Dynamik der Wasserstoff-Brückenbindungen – der in Glyzin so wichtigen zwischenmolekularen Kräfte.

ry

●● DFG Science TV

# Forschung im Internet

**Lola rennt.** Allerdings bisher nur im Computer. Wie der Laufroboter Lola das Laufen lernt und ob Killer-Shrimps bald den Bodensee beherrschen – dies kann man auf dem neuen Internetportal „DFG Science TV“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft herausfinden. Insgesamt zehn aktuelle Forschungsprojekte sind in Form von Filmtagebüchern dokumentiert worden und stehen seit Juni 2008 im Internet unter [www.dfg-science-tv.de](http://www.dfg-science-tv.de) zum Abruf bereit. Ziel der DFG ist es, die Faszination für Wissenschaft und Forschung vor allem bei Jugendlichen zu wecken.

Das Besondere an dem Portal ist die Art der Dokumentation: Die Forscher selbst haben ihr Team bei der Arbeit ge-

filmt. Die Aufnahmen wurden dann von einer Produktionsfirma zu dreiminütigen Kurzfilmen zusammengeschnitten. Pro Forschungsprojekt wurde zwischen April und Juni 2008 wöchentlich ein Film hochgeladen. So entstanden Serien aus je zwölf Folgen, die die tägliche Arbeit der Wissenschaftler zeigen: ihre persönlichen Erfolgserlebnisse, Hindernisse und Forschungsmethoden im Labor, in Kamobdscha oder auf der offenen See.

Die Betreiber der Internetseite meldeten bereits im Juni 36.000 Besucher, und obwohl die Evaluationsphase noch läuft, wird das Portal bereits als großer Erfolg bei Schülern, Lehrern, Medien und Wissenschaft gewertet. Sollte sich die Rentabilität des innovativen Projekts



**LOLA LERNT LAUFEN**  
Demnächst geht der Laufroboter Lola an den Start.

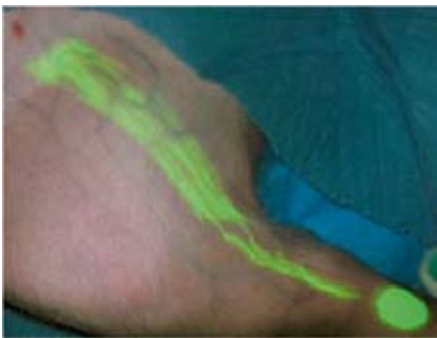
bestätigen, folgen bald weitere Filmtagebücher von neuen Forschungsarbeiten. Bereits jetzt hätten zahlreiche Medien und Internetportale ihr Interesse an einer Zusammenarbeit bekundet, so DFG-Präsident Professor Matthias Kleiner.

cms



Tumorchirurgie

## Sichtbare Strukturen



**FARBliche MARKIERUNGEN** sollen künftig Tumoroperationen erleichtern, indem das befallene Gewebe sichtbar gemacht wird und vollständig entfernt werden kann.

Eine futuristische Visualisierungstechnik lässt auf Verbesserungen der operativen Tumorbehandlung hoffen. Eine Forschergruppe um John Frangioni vom Beth Israel Deaconess Medical Center in Boston stellte die Methode auf einem Kongress der American Chemical Society vor. FLARE (Fluorescence-Assisted Resection and Exploration) soll Tumorzellen im Kör-

per farbig visualisieren und damit einen präzisen Eingriff ohne Tumorrückstände ermöglichen. Dazu werden dem Patienten neuartige Farbstoffe gespritzt, die sich direkt in den betroffenen Zellen festsetzen und bei Schwarzlicht fluoreszieren. „Die Methode macht es erstmals möglich, Strukturen, die normalerweise unsichtbar sind, während der Operation für den Chirurgen sichtbar zu machen“, so Projektleiter Frangioni.

Es ist den Forschern bereits gelungen, Organe und Lymphgefäße in Mäusen und Schweinen zu markieren. Damit die Technologie erfolgreich sein kann, müssten nun spezielle Wirkstoffe entwickelt werden, mit denen Tumore, Gefäße und Nerven in unterschiedlichen Farben dargestellt werden können.

cms

## ●● KITA-SPEKTROSKOPIE ●● Echtzeit-Beobachtung

**Ein Bild pro Millisekunde** – eine derartige „Verfilmung“ eines Vorgangs im Terahertz-Bereich haben Forscher der Ruhr-Universität Bochum ermöglicht, indem sie die KITA-Spektroskopie entwickelt haben. Die neue Methode – Kinetic Terahertz Absorption Spectroscopy – haben Chemiker um Professor Martina Havenith und Martin Gruebele genutzt, um erstmals die Interaktion von Wasser und Proteinen in Echtzeit zu beobachten. Bisher waren mit der Terahertz-Spektroskopie nur Aufnahmen von Beginn und Ende des Proteinfaltungsprozesses möglich, Kleinstschritte gaben dagegen Rätsel auf. Die Forscher beobachteten, dass der Proteinfaltungsprozess in zwei Schritten abläuft: Zuerst kollabiert das Protein innerhalb weniger Millisekunden. Nach einer knappen Sekunde schließlich nimmt es seine gefaltete, finale Struktur an. „Jetzt erst sehen wir sozusagen das ganze Stück und nicht mehr nur die Eröffnungsszene und den Schlussapplaus“, sagt Martina Havenith. Veröffentlicht wurde die Arbeit in der August-Ausgabe des Magazins „Angewandte Chemie“.

cms



● Helmut Tributsch

# ● Der Sonnenfänger

Professor Helmut Tributsch, einer der maßgeblichen Wegbereiter der Solarzellenforschung am HZB, ist in den Ruhestand gegangen.

Text: Joachim Lewerenz

● VITA  
● Prof. Tributsch

Der renommierte Wissenschaftler Professor Helmut Tributsch war seit den 80er-Jahren am damaligen Hahn-Meitner-Institut tätig. Zum 1. Juli 2008 wurde er in den Ruhestand verabschiedet.

Viele interessante Geschichten haben ihren Anfang in der Kinderzeit. Diese hier beginnt in einer anderen „Kinderzeit“: der Zeit, als am Fritz-Haber-Institut alles neu, aufregend und spannend war, als Institutsdirektor Professor Heinz Gerischer mit seiner Neugier uns junge Wissenschaftler infizierte. Zu denen gehörte schon zu seinen Münchner Zeiten, Ende der 60er-Jahre, Helmut Tributsch, der in seiner Diplomarbeit am Thema Farbstoff-Sensibilisierung gearbeitet hat. Damals hatte er es bereits auf die Titelseite von „Bild der Wissenschaft“ gebracht. Womit? Wer ihn kennt, ahnt bereits, dass es etwas mit der Natur zu tun hatte: Es hat ihn gewundert, dass die Tölpel (natürlich die Vögel!) beim Fischen mit hoher Geschwindigkeit ins Wasser tauchen und dabei nicht zerschellen. In einer Fotoserie hat er den Sturzflug der Tölpel auf den Galapagos-Inseln festgehalten und beobachtet, dass sich die Vögel in eine Eigenrotation versetzen, die ihre Flugbahn stabilisiert. Währenddessen munkelte man bereits am Fritz-Haber-Institut, was wohl passieren würde, wenn die Bakterien, die Helmut Tributsch eingeschleppt hat, freikämen und was sie wohl alles fressen würden.

An Abenteuern hat es nie gemangelt: Weder zur Zeit des Vietnamkrieges, als Tributsch Postdoc bei Professor Calvin in Berkeley war, noch bei seiner Flucht aus Chile mit einem Ruderboot während des Sturzes von Salvador Allende. Während der zweijährigen Arbeit für die Entwicklungshilfe in Südamerika kamen besagte Bakterien für das Auslaugen von Kupferlagerstätten zum Einsatz, bei denen sich der mechanische Abbau wegen zu geringer Erz-Konzentration nicht mehr lohnte. Das große Erdbeben in seiner Heimat Südtirol führte zu dem populärwissenschaftlichen Buch „Wenn die Schlangen erwachen“, in dem Helmut Tributsch die Erdbebenvorwarnung durch Tiere beschreibt und analysiert. Dann gibt es noch die Geschichte von der Bäreninsel, wo er sich mit einer Flinte bewaffnet zwei Wochen aussetzen ließ. Fragen Sie seine Mitarbeiter nach Näherem!

## ANFÄNGE AUF DEM FLUR IM C-GEBÄUDE

Aber besonders in der Fotoelektrochemie hat Helmut Tributsch wesentliche Impulse gesetzt, vor allem durch die

Einführung der halbleitenden Schichtgittermaterialien, deren Bandstruktureigenschaften Resistenz gegen die notorious Fotokorrosion erlaubten. Damit war zum ersten Mal ein Weg zu stabilen fotoelektrochemischen Systemen vorgezeichnet worden, ein Thema, das uns heute immer noch umtreibt. Diese schönen, interdisziplinären Arbeiten konnte er mit einem Heisenberg-Stipendium in Paris fortsetzen. Den Ruf ans HMI erhielt er dort, und wieder begann eine aufregende Zeit: Wissenschaft selbstverantwortlich betreiben und gestalten. Zu Beginn waren die Widerstände der Alteingesessenen recht groß, sodass unsere Doktoranden trotz verfügbarer Räume auf den Fluren des C-Gebäudes des HMI ihre Büroplätze mit Schreibtisch hatten. Kurz nach der Gründung des Schwerpunkts „Grenzflächen und Energieumwandlung“ zu Beginn der 80er-Jahre, gemeinsam mit Professor Arnim Henglein, besserten sich dann endlich diese Verhältnisse. Aus der anfänglich kleinen Gruppe von drei Wissenschaftlern, vier Doktoranden und zwei Technikern wurde, gefördert durch das HMI und das Bundesministerium für Forschung und Technologie, bald eine

» DER TOD IST NUR DIE MITTE IM LEBEN  
DES WISSENSCHAFTLERS.«  
Professor Helmut Tributsch

gut ausgestattete Abteilung, in der eigene Materialentwicklung betrieben wurde und die eine für die Großforschung typische Größe von über 50 Mitarbeitern besaß.

Der nächste Wachstumsschub kam von außen: Der Spontanbesuch des Forschungsministers Heinz Riesenhuber und sein Eindruck von der Innovativität der Arbeiten führte zum Bau des B-Gebäudes, bei dessen Planung Herbert Wetzler, jetzt Professor an der TFH Berlin, maßgeblich mitwirkte. In dieser Phase war inzwischen die Mikrowellenelektrochemie eingeführt, es wurden amorphe Silizium-Schichten hergestellt und mit zeitaufgelöster Mikrowellenleitfähigkeit unter Verwendung einer Evolutionsstrategie als Rückkopplungsmechanismus vermessen. Außerdem wurden Schichtgittermaterialien und Chalkopyrite auf Kupferindium-Sulfid-Basis weiterentwickelt, neue fotoelektrochemische und fotoelektrokatalytische Systeme wurden vorgestellt und schon früh wurde die Wichtigkeit der Ladungstrennung an Grenzflächen erkannt.

#### ABSCHIED IN DER MITTE DES LEBENS

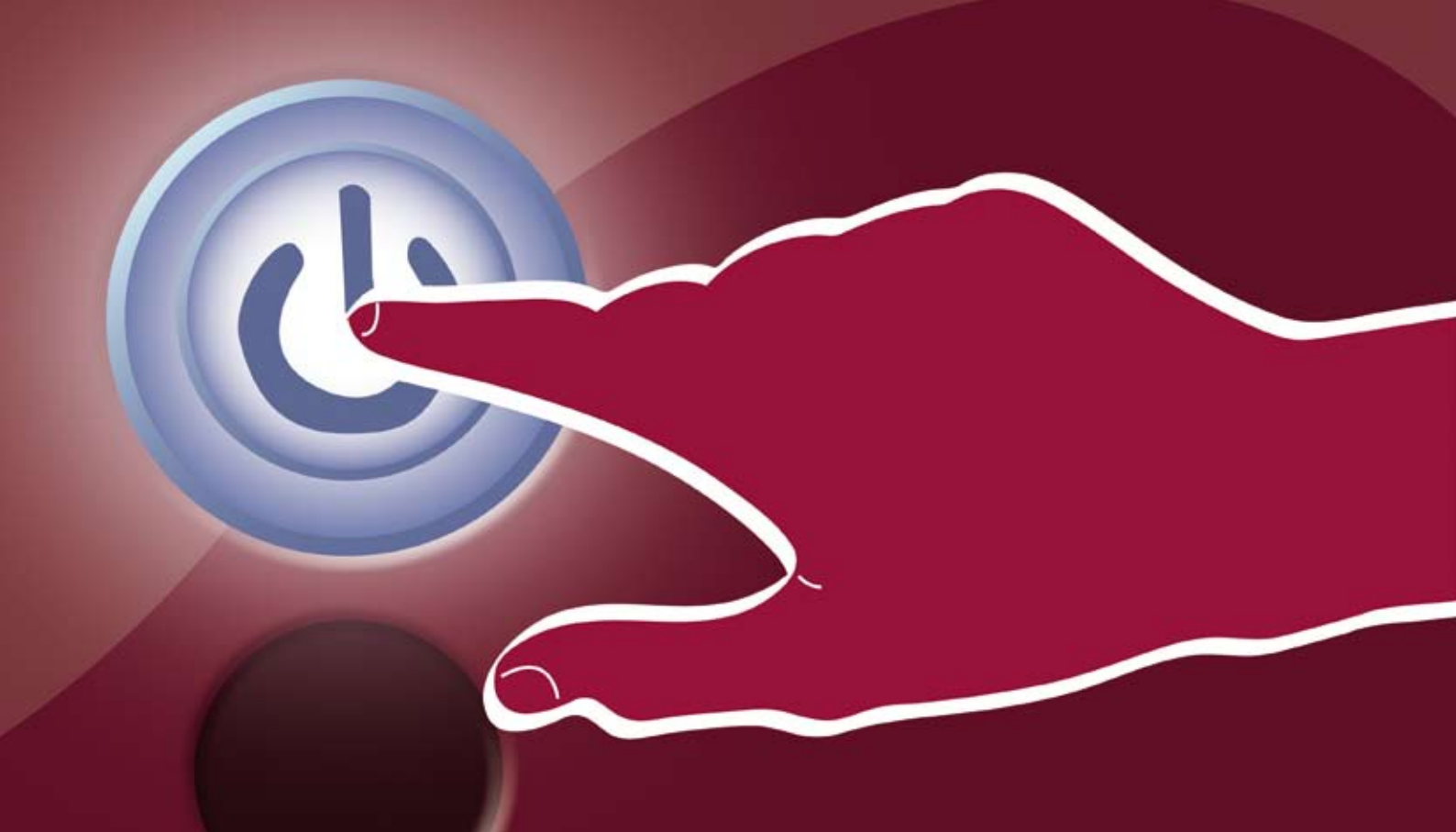
Wie misst man die Leistung eines Wissenschaftlers? Nimmt man den sogenannten Hirsch-Faktor, dann ist Helmut Tributsch mit Sicherheit ein Zwölfender. Nimmt man die Zahl der Publikationen, dann auch. Es sind über 400, umrahmt von zahllosen Vorträgen. Welches sind die wichtigsten Veröffentlichungen? Die meistzitierten? Oder besonders innovative, kaum zitierte Arbeiten, die sich erst durchsetzen müssen,

bevor sie in der „wissenschaftlichen Community“ wahrgenommen werden? Diese Antwort kann jetzt noch nicht gegeben werden, dafür ist er oft zu weit vorausschauend gewesen. Helmut Tributsch hat einmal den Satz formuliert: „Der Tod ist nur die Mitte im Leben des Wissenschaftlers“, wohl wissend, dass die wichtigen Arbeiten eines guten Wissenschaftlers das eigene Leben überdauern.

So wird die Zukunft zeigen, ob es den von ihm favorisierten simultanen Multielektronen-Transfer an der Halbleiter-Elektrolyt-Grenzfläche tatsächlich gibt. Inzwischen verdichten sich die experimentellen Hinweise aus den Studien über die Fotosynthese. Postuliert hat er dies vor über 15 Jahren. Wie erklärt sich die Wasserversorgung in hohen Bäumen? Hieran arbeitet er noch. Wieder eine andere Thematik betrifft Fragen der Thermodynamik innerhalb der Quantenphysik hinsichtlich des Zusammenhangs von Entropie und Information. Oder auch die Darstellung der Energie als Skalar in der Quantenphysik. Die Zahl der Patente, die Helmut Tributsch eingereicht hat, zeigt auch ganz besonders seine Kreativität und seine Fähigkeit, kreative technische Lösungen zu finden, die quasi einen Sprung außerhalb der reinen Fortführung eines Forschungs- und Entwicklungsprojekts bedeutet.

#### DEN SINN FÜR MÖGLICHES BEWAHRT

Zur Lebensleistung gehört natürlich auch die Betreuung von Studenten, Diplom- und Doktorarbeiten und die Fernwirkung durch die weitere wissenschaftliche Entwicklung der Absolventen. Es war oft seine ruhige, konzentrierte Art als Betreuer, immer gekennzeichnet vom Respekt für die andere Person, die letztendlich zu vielen guten Abschlussarbeiten geführt hat. In Robert Musils großem Roman „Der Mann ohne Eigenschaften“ werden Möglichkeitssinn und Wirklichkeitssinn gegenübergestellt. Auch hierfür ist das Wirken von Helmut Tributsch ein herausragendes Beispiel, hat er sich doch einen immer sehr ausgeprägten Sinn für Mögliches bewahrt, wenngleich die messbare Wissenschaft nur echte, „reale“ Ergebnisse akzeptiert. Und noch ein Thema: Wie verhält es sich mit analytischer Schärfe im Denken versus Kreativität? Die Gewichtung ist sogar innerhalb der westlichen Welt unterschiedlich und jeder muss die Antwort auf diese Frage für sich selbst finden. Solche Fragen stellen sich natürlich nur, weil hier ein interessanter, vielschichtiger Wissenschaftler am Hahn-Meitner-Institut so prägend gewirkt hat. Ohne ihn hätte es den Bereich Solarenergie höchstwahrscheinlich nicht gegeben und das neue Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie wäre nicht so interessant aufgestellt, wie es das jetzt ist. So tragen die jahrzehntelangen Arbeiten und die gewonnenen Kämpfe das Institut mit in seine neue Zukunft. Ich wünsche Helmut Tributsch – ganz sicher auch im Namen seiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter – im Ruhestand eine gesegnete Zeit mit seiner Liebe zur Natur, seinem Respekt vor dem Leben und vor der Individualität der Menschen. ●



● Erfolgreiche Umstellung

# Zehn Jahre Forschungs- betrieb bei **BESSY II**

Vor einer Dekade löste BESSY II seinen Vorgänger ab und erschloss so neue Forschungsthemen. Heute ist BESSY II Teil des Wissenschafts- und Wirtschaftsstandorts Adlershof

Text: Markus Sauerborn

**M**ensch, du bist aber groß geworden! So oder so ähnlich würden sich vielleicht die Beteiligten erstaunt äußern, wenn sie heute den Elektronenspeicherring BESSY II besuchten. Vor ziemlich genau 10 Jahren nahmen der damalige Forschungsminister Jürgen Rüttgers, Berlins Regierender Bürgermeister Eberhard Diepgen und die beiden Geschäftsführer, Eberhard Jaeschke und Wolfgang Gudat, die zu dem Zeitpunkt modernste Synchrotronstrahlungsquelle der Welt in Betrieb. Die Politik hegte die große Hoffnung, dass sich mit diesem „Highlight in der Forschungslandschaft Ostdeutschlands“ der Wissenschaftsstandort Adlershof schnell in die internationale Forschungslandschaft integrieren ließe.

Heute hat der Standort mehr als 13.000 Beschäftigte und beherbergt rund 20 Forschungsinstitute und 400 Hightech-Unternehmen, was den Standort zu einem Wirtschaftsmotor

in Berlin macht – mit weltweiter Ausstrahlung! BESSY wuchs schnell. Das Abschalten der „alten“ Quelle BESSY I in Wilmersdorf wurde zügig durch den Ausbau der Experimentiermöglichkeiten bei BESSY II kompensiert. Bereits zwei Jahre nach der Inbetriebnahme hatte BESSY II mehr Strahllinien in Betrieb genommen, als BESSY I im Endausbau vorweisen konnte.

## VIELFÄLTIGE FORSCHUNGSTHEMEN DANK NEUER SYNCHROTRONSTRAHLUNGSQUELLEN ERSCHLOSSEN

Auch die Vielfalt der Forschungsthemen änderte sich. Mit der harten Röntgenstrahlung, die jetzt durch den Einbau supraleitender Magnetstrukturen erzeugt werden konnte, waren nun Methoden verfügbar, die man vorher nur von anderen Synchrotronstrahlungsquellen kannte, beispielsweise Proteinkristallographie, Röntgentomographie und Röntgen-



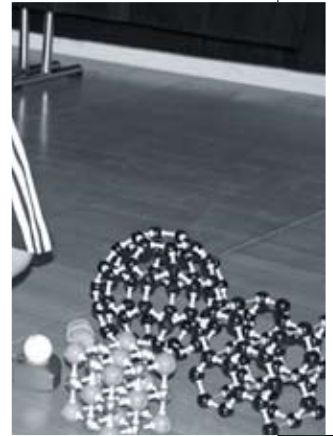
## FERIENPROGRAMM

# Physik zum Frühstück

Sommerferien-Physik in Adlershof kommt an.

>> Was ist eigentlich Licht? Und was kann man damit machen? An drei Sonntagen in den Sommerferien waren Kinder und ihre Eltern wieder einmal eingeladen, sich „Physik“ schon „zum Frühstück“ zu gönnen. Forscher erklären, wie sie Licht – genauer elektromagnetische Strahlung – nutzen, um Unsichtbares sichtbar zu machen und Phänomene wie Magnetismus zu untersuchen. Das Publikum durfte Wellen machen oder sich wie eine Festplatte fühlen. Am Ende gestatten die Forscher noch einen Blick in die Experimentierhalle am Speicherring BESSY II. Aber nicht nur für den Kopf war gesorgt, der Bauch durfte sich über viele kreisrunde Leckereien freuen, auch wenn es diesmal keine Express-Eiskreme gab, wie ein Stammgast mit leichtem Bedauern bemerkte. *ms*

„Physik zum Frühstück“, immer in den Sommerferien.  
Die nächsten Termine sind am 26. Juli, 9. und 23. August 2009 um 11.30 Uhr.



**PHYSIK ZUM ANFASSEN** An drei Sonntagen in den Sommerferien konnten sich Kinder und Erwachsene spielerisch mit Physik befassen.

## AUSSTELLUNG

### Arbeit präsentiert

„Links und rechts vom Regenbogen“ – unter diesem Motto zeigte das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie Forschungsmöglichkeiten am Elektronenspeicherring BESSY II auf der Ausstellung „Highlights der Physik“, die die Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) in der Zeit vom 14. bis 18. September 2008 in Halle veranstaltet hat. In den gezeigten Exponaten ging es um Fragen wie „Shampoo, Limonade oder Sprengstoff?“ oder „Woher kam das Gold auf der Himmelscheibe von Nebra?“ Können Terahertz- und Röntgenstrahlen darüber Auskunft geben? *ms*



fluoreszenzanalyse. So können Forschergruppen jetzt die Struktur von Proteinen und Werkstoffen bestimmen und zerstörungsfreie Materialanalysen (zum Beispiel an Kunststoffen) durchführen.

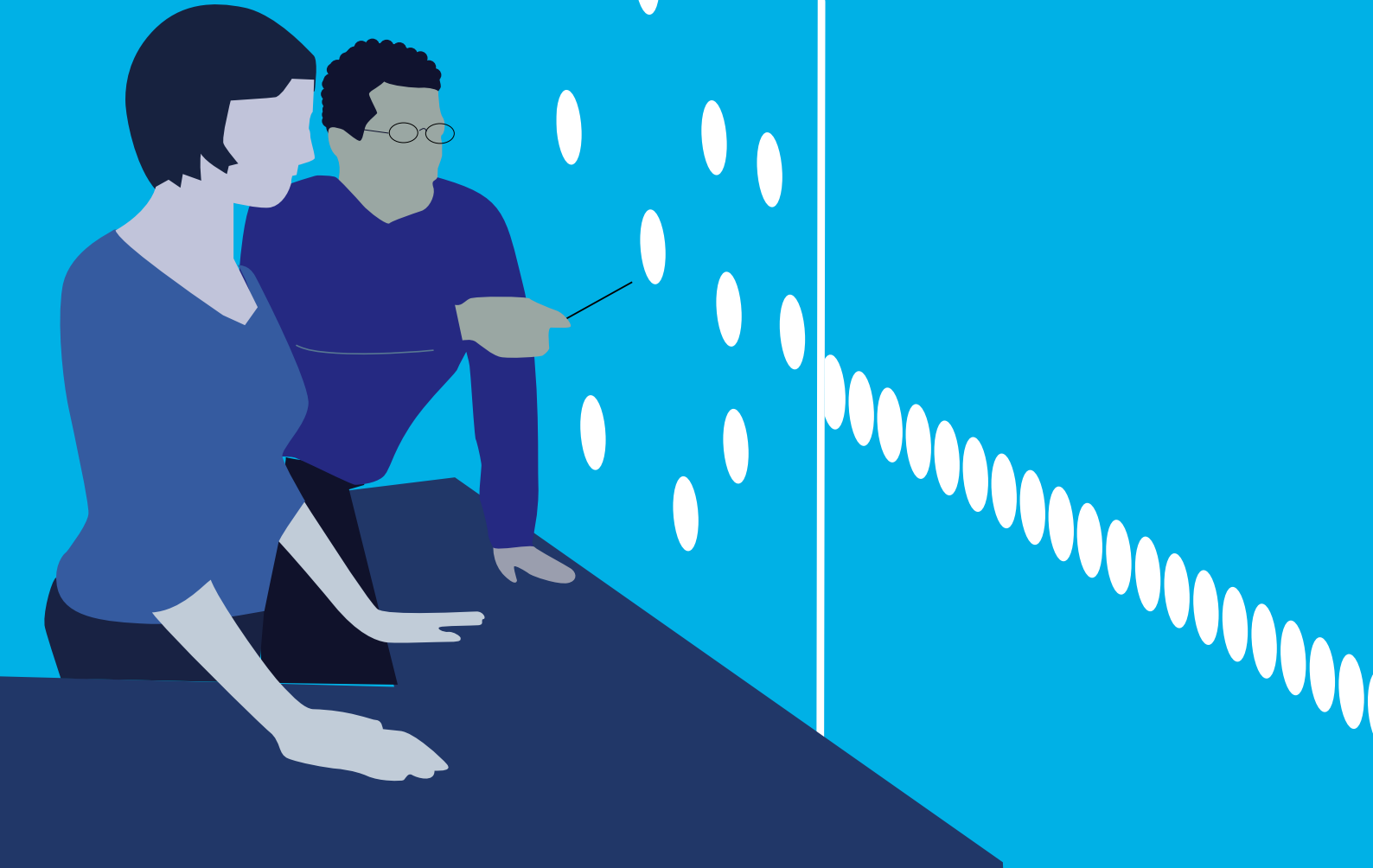
Aber auch auf der „anderen Seite des Regenbogens“ konnte BESSY II neue Akzente setzen. Begünstigt durch das besondere Design der „Maschine“, konnten BESSY-Forscher im Jahre 2003 als die Ersten weltweit kohärente Synchrotronstrahlung im Terahertz-Bereich erzeugen. Diese langwellige Strahlung bietet der Forschung an Hochtemperatur-Supraleitern und Dünnschicht-Solarzellen neue, unerwartete Perspektiven.

Natürlich werden die Maschine und die dazugehörigen Experimentiereinrichtungen fortlaufend weiter entwickelt, damit BESSY II auch in den nächsten zehn Jahren eine Erfolgsgeschichte für den Wissenschaftsstandort Berlin

bleibt. Ein neuer Spross dieser Entwicklung ist die neue Metrologie-Lichtquelle der PTB (lesen Sie mehr dazu auf Seite 9).

### AUS DER KOOPERATION VON BESSY MIT DEM HMI ENTSTEHT DAS HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN

Vor zehn Jahren wurde übrigens auch ein anderer Grundstein gelegt. BESSY und das Hahn-Meitner-Institut unterzeichneten einen Kooperationsvertrag über die Intensivierung der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit unter anderem, um die Strahlung von BESSY II für die Solarenergieforschung zu nutzen. Aus der Kooperation wurde eine Fusion. Als neues „Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie“ wird man ab 2009 gemeinsam Beiträge zur Lösung großer und drängender Fragen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft leisten. ●



● Neutronenstreuung

# ● Streuen für Anfänger

Der Einführungskurs des HZB für junge Forscher findet im Frühjahr 2009 zum 30. Mal statt.

Text: Paul Piwnicki

**N**eutronenstreuung kommt im Physik- oder Chemie-studium höchstens am Rande vor. In Pflichtpraktika sind in der Regel keine Neutronenexperimente dabei. So kann es jungen Forschern leicht passieren, dass sie auf eine Fragestellung stoßen, die sich am besten mit Neutronen untersuchen lässt, sie aber noch nie ein Neutronenexperiment aus der Nähe gesehen haben. Die Berliner Experten des HZB wollen dem entgegenwirken. Seit 30 Jahren bieten sie am Berliner Forschungsreaktor jährlich einen Neutronenstreakurs an. Fortgeschrittene Studenten der Naturwissenschaften können hier lernen, wie man an verschiedenen Geräten mit Neutronen experimentiert und für welche Fragestellungen sie geeignet sind.

Am Ende haben die Studenten eine Vorstellung, wie man etwa an der 16 Meter langen Kleinwinkelstreuanlage Nanostrukturen untersucht und warum das Drei-Achsen-Spektrometer, an dem man zur Hochtemperatursupraleitung forschen kann, über einem Tanzboden schwebt. „Der Berliner Neutronenstreakurs war der weltweit erste, bei dem die Teilnehmer selber an den Instrumenten experimentieren konn-

ten. In den Kursen an anderen Forschungszentren gab es damals nur Theorie“, erzählt Dr. Hans Anton Graf, der die Entwicklung der Kurse von Anfang an verfolgt hat. Professor Hans Dachs, Begründer der Neutronenstreuung am HMI und Initiator des Kurses, hatte ihn zunächst auch eher als Werbung für die Neutronenstreuung gedacht. Denn die Methode war damals kaum bekannt – außer am ILL in Grenoble gab es keine Nutzerdienste, sodass Neutronen in Deutschland eigentlich nur von den wenigen hundert Wissenschaftlern genutzt wurden, die an den Neutronenzentren arbeiteten.

## VERZÄHNUNG VON THEORIE UND EXPERIMENT

Professor Dachs war es auch, der die Struktur des Kurses begründet hat, wie sie sich bis zum 29. Kurs im Frühjahr 2008 hielt: Der Kurs dauerte von Montag bis Freitag, wobei der erste und der letzte Tag Vorlesungen gewidmet waren. Von Dienstag bis Donnerstag stand das Experimentieren auf dem Programm. An einem Abend feierten Dozenten und Studenten ein gemeinsames Fest. Und in den Anfangsjahren

wurde der Neutronenkurs mit einem weiteren Kurs über Röntgenstreuung kombiniert.

In guter Erinnerung hat Claudia Oppel, Chemie-Doktorandin an der Berliner TU, den Kurs, an dem sie im Frühjahr 2006 teilgenommen hat. „Mir hat gefallen, dass wir verschiedene Instrumente und Messtechniken kennenlernen durften. Besonders gut war, dass das Ganze nicht nur theoretisch stattgefunden hat, sondern wir in kleinen Gruppen Zutritt zu den Messstationen hatten“, sagt die junge Forscherin, die inzwischen an mehreren Neutronenzentren experimentiert hat. Kritisch fügt sie hinzu: „Die Theorie zu den jeweiligen Experimenten sollte man sich, falls man eigene Messzeit bekommt, aber lieber noch mal selbst aneignen.“

„Zu wenig Theorie“ war auch das Fazit einer Umfrage, die Professor Alan Tennant und Juniorprofessorin Bella Lake im Frühjahr 2007 unter den Kursteilnehmern durchgeführt haben. Die beiden HZB-Forscher hatten da gerade die Verantwortung für den Streukurs übernommen und wollten wissen, was sie in Zukunft besser machen könnten. Das Ergebnis ist, dass der Kurs im Jahr 2009 zum ersten Mal acht Tage dauern

wird. Damit bleibt genug Zeit, um die unterschiedlichen Experimentiertechniken in eigenen Vorlesungen vorzustellen, und zugleich verlängert sich die Experimentierzeit um einen halben Tag, sodass diesmal sieben Instrumente vorgestellt werden können. Insgesamt kann die Experimentierzeit effizienter genutzt werden, weil die Theorie des einzelnen Geräts schon aus der Vorlesung bekannt sein wird. Geplant sind außerdem zusätzliche Führungen, in denen beispielsweise der Reaktorbetrieb vorgestellt wird. Hier sollen die Teilnehmer verstehen, welchen Aufwand man treiben muss, um Neutronen für ihre Experimente zu erzeugen.

Bis zum 31. Oktober kann man sich im Internet für den Kurs im Frühjahr 2009 registrieren (siehe Infokasten), wobei insgesamt 30 Studenten teilnehmen können.

»  
»  
» „DER BERLINER NEUTRONENSTREUKURS WAR DER WELTWEIT ERSTE, BEI DEM DIE TEILNEHMER SELBER EXPERIMENTIEREN KONNTEN.“

Dr. Hans Anton Graf, wissenschaftlicher Sekretär am Berliner Neutronenstreuungszentrum.

● FAKTEN

● Informationen und Anmeldung

**Der 30. Neutronenstreukurs** dauert vom 26. März bis zum 3. April 2009 und findet am Lise-Meitner-Campus des HZB in Berlin-Wannsee statt. Die Teilnahme ist kostenlos. Auswärtige Teilnehmer können kostenlos im Gästehaus des HZB wohnen. In Einzelfällen kann es einen Zuschuss aus Fördermitteln der Europäischen Union für die Anreise geben. Weitere Informationen und ein Anmeldeformular finden Interessierte im Internet unter [www.helmholtz-berlin.de/nschool2009](http://www.helmholtz-berlin.de/nschool2009)

Wem der Neutronenstreukurs nicht genug Theorie bietet, dem sei die Vorlesung „Neutronen als Sonde zur Untersuchung kondensierter Materie“ empfohlen, die Professor Bella Lake zusammen mit ihrem Kollegen Dr. Konrad Siemensmeyer an der Technischen Universität Berlin hält. Der Kurs wird von NMI3, der Europäischen Initiative für Neutronenstreuung, finanziell unterstützt. *pp*

**TIEFE EINBLICKE**  
TU-Doktorandin Claudia Oppel erkundet das Innere eines Drei-Achsen-Spektrometers.

**THEORIE UND PRAXIS**

Bislang wurde die Theorie am Experiment erläutert. Ab 2009 wird es zu jedem Instrument eine Vorlesung geben.



# Jetzt abonnieren!

## SICHTBAR

Das Wissenschaftsmagazin  
des Helmholtz-Zentrums  
Berlin für Materialien und  
Energie

4x im Jahr aktuelle  
Informationen aus  
den Instituten  
gratis ins Haus



Sollten Sie noch nicht in unserem Verteiler sein, füllen Sie bitte den Bestellschein aus und senden Sie ihn an: Leserservice, Süddeutscher Verlag onpact GmbH, Isartalstraße 49, 80469 München. Oder E-Mail an: [info@helmholtz-berlin.de](mailto:info@helmholtz-berlin.de)

### BESTELLSCHEIN

Ja, ich abonniere SICHTBAR. Das Abo läuft unbefristet, ist kostenfrei und jederzeit schriftlich kündbar.

Vor- und Zuname

Straße, Hausnummer

PLZ, Wohnort

Datum

Unterschrift

- ✓ Aktuell
- ✓ Informativ
- ✓ Kostenlos
- ✓ Interessantes aus der Welt der Forschung
- ✓ Sie verpassen keine Ausgabe