

# INSIDER

HZDR



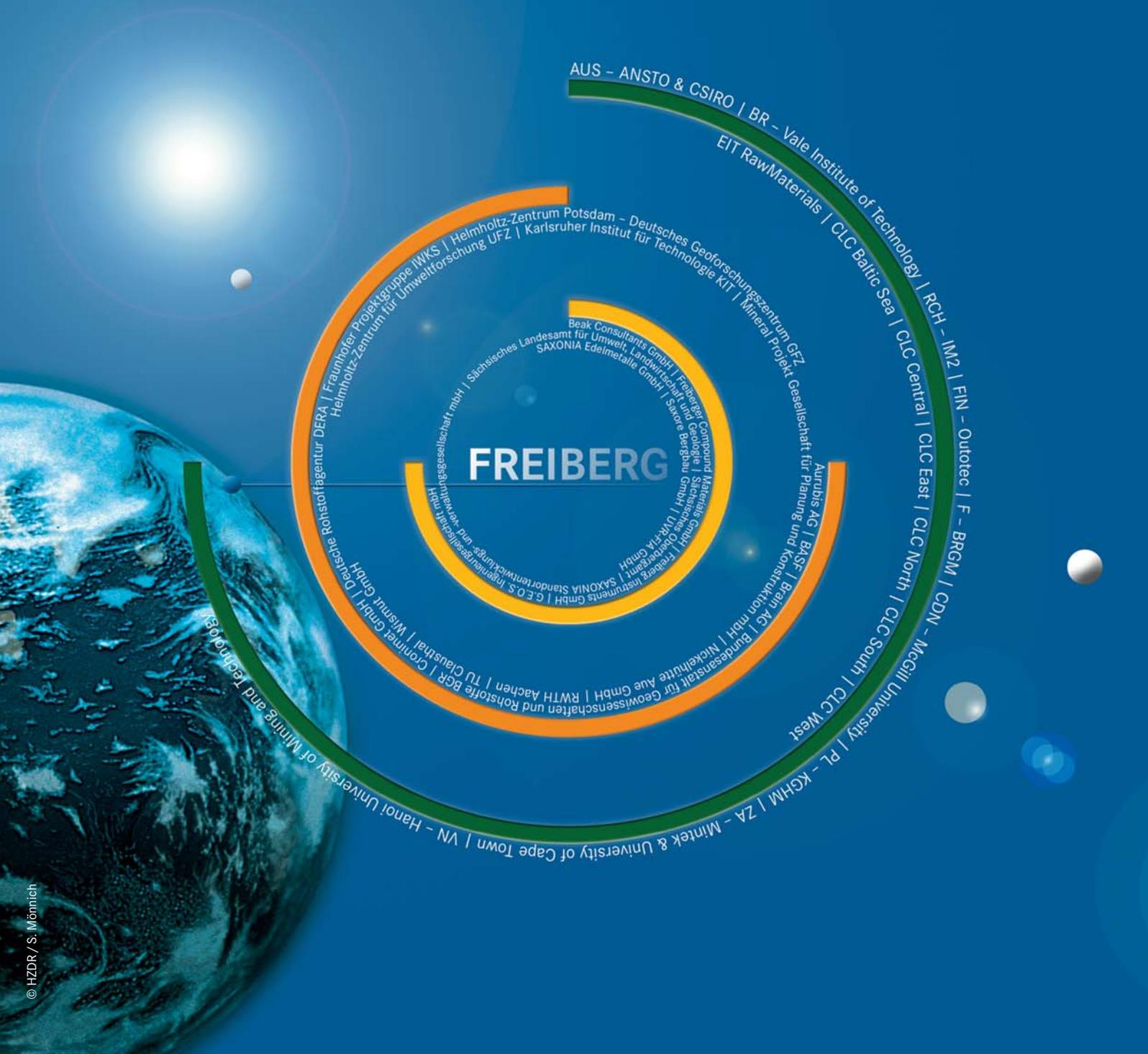
HELMHOLTZ  
ZENTRUM DRESDEN  
ROSSENDORF

AUSGABE 21/August 2016

## Auf dem Weg zum nationalen Ressourceninstitut

Vor fünf Jahren wurde das Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF) gegründet. Eines der ersten Förderprojekte hat die Wertstoffe in heimischen Bergbauhalden untersucht.

> Lesen Sie den ganzen Artikel auf Seite 8.





### LIEBE LESERINNEN UND LESER,

vor wenigen Wochen konnten wir den neuen Standort für unser Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF) in der Chemnitzer Straße 40 einweihen. Seit nun bereits fünf Jahren entwickeln unsere Wissenschaftler in der Silberstadt innovative Methoden, um mineralische und metallhaltige Rohstoffe effizienter abzubauen, zu verarbeiten und umweltfreundlich zu recyceln. Gemeinsam mit der TU Bergakademie Freiberg spielt das HIF eine

tragende Rolle in der Rohstoff-Strategie Deutschlands und des Freistaats. An seinem neuen Standort, in den insgesamt rund 24 Millionen Euro von Bund, Freistaat und Stadt fließen, verfügt das Helmholtz-Institut über exzellente Bedingungen, um die erfolgreiche Arbeit fortzusetzen und sich als führendes Ressourceninstitut zu etablieren. Entscheidend ist hierbei die Verzahnung mit unserem Hauptstandort in Dresden-Rossendorf. So betreibt ein Team des HIF an unserem Ionenstrahlzentrum ein Massenspektrometer, das zahlreiche auswärtige Forscher zu uns führt.

Dank solcher Kooperationen gelangen dem HIF außergewöhnliche wissenschaftliche Entdeckungen auch auf Feldern, die bisher nicht zu den Kernbereichen des HZDR gehörten. Mit dem Aufbau des größten Rohstoff-Netzwerkes in Europa – der EIT RawMaterials – hat das HIF aber auch gezeigt, dass es die Ziele, die ihm bei

seiner Gründung mit auf den Weg gegeben wurden, umgesetzt. In Zeiten, in denen politische Entscheidungen zunehmend wissenschaftliche Netzwerke belasten, sind solche Leuchtturmprojekte, die die unterschiedlichsten Akteure aus verschiedenen Ländern zusammenbringen, besonders wichtig.

Die großen Herausforderungen unserer Zeit können wir nicht alleine lösen. Sie enden auch nicht an Landesgrenzen. Umso bedeutender sind deshalb belastbare Kooperationen, die einen permanenten Erkenntnisaustausch und -zugewinn ermöglichen. Das fängt im Kleinen an – zum Beispiel zwischen unserem HIF und seinem wichtigsten Partner, der TU Bergakademie Freiberg – und setzt sich über den gesamten Globus fort. In diesem Sinne freuen wir uns auf die nächsten wissenschaftlichen Erfolge.

**Roland Sauerbrey und Peter Joehnke**

**13.293** Stunden liefen im vergangenen Jahr die Anlagen am Ionenstrahlzentrum (IBC) des HZDR. Rund 70 Prozent fielen dabei auf externe Forschergruppen, die sich für die Strahlzeit beworben hatten. Als internationales Nutzerzentrum bietet das IBC Service und Know-how Wissenschaftlern aus aller Welt an. Diese Möglichkeit bringt auch viele Forscher an das Hochfeld-Magnetlabor Dresden (HLD) und das Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen ELBE. Hier nutzten Wissenschaftler aus den unterschiedlichsten Bereichen die

vielfältigen Strahlungsarten für insgesamt 3.745 Stunden. Am HLD feuerten die Wissenschaftler währenddessen an der weltgrößten Kondensatorbank bei insgesamt 80 Messkampagnen über 2.800 Magnetpulse ab.

Diese Kooperationen führten zu zahlreichen Publikationen – beispielsweise in der Fachzeitschrift *Nature Physics*. Gemeinsam mit Forschern des Max-Planck-Instituts für Chemische Physik fester Stoffe entdeckten Wissenschaftler des HLD einen etwa 10.000-fachen Anstieg des Riesenmag-

neto-Widerstands in einer neuartigen Verbindung: Niobphosphid. Der Grund für die drastische Änderung sind sogenannte relativistische Elektronen – superschnelle Ladungsträger, die sich mit rund 300 Kilometern pro Sekunde fortbewegen. Das Metall könnte sich daher für neue Anwendungen in der Informationstechnologie eignen. Die Studie sowie weitere Daten – zum Beispiel die Anzahl der veröffentlichten Publikationen – stellen wir in unserem Online-Jahresbericht 2015 vor:

[www.hzdr.de/jahresbericht](http://www.hzdr.de/jahresbericht)

### Kooperation für die Kreislaufwirtschaft

Südafrika gilt als einer der weltweit wichtigsten Produzenten von Industriemetallen und metallischen Rohstoffen. Das wirtschaftliche Wachstum des Landes hängt stark vom effizienten und nachhaltigen Abbau der Erze ab. Die Universität Kapstadt hat deswegen 2007 die Initiative „Minerals to Metals“ (MtM) gestartet, die die komplette Aufbereitung in ökonomischer, ökologischer und sozialer Hinsicht optimieren will. Einen geeigneten Partner hat die südafrikanische Hochschule im Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF) erkannt.



Besonders die Vision einer Kreislaufwirtschaft, die HIF-Direktor Prof. Markus Reuter (vorne rechts) anstrebt, haben die Sprecherin der MtM-Initiative, Prof. Dee Bradshaw (hinten links), und die Fakultätsdekanin für Ingenieurwissenschaft und Raumplanung, Prof. Alison Lewis (hinten rechts), überzeugt. Um Kooperationen zwischen dem HZDR-Institut und der Universität zu ermöglichen, haben die beiden Einrichtungen Anfang Mai ein *Memorandum of Understanding* unterzeichnet. Auf dieser Basis soll sich eine Zusammenarbeit in den Bereichen Forschung und Ausbildung entwickeln.

## > Zwei Länder, zwei Eingänge, ein Zentrum

Nationales Centrum für Tumorerkrankungen bekommt zweiten Standort in Dresden

Zusammen mit dem Uniklinikum Carl Gustav Carus, der Medizinischen Fakultät der TU Dresden und dem Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) will das HZDR in Dresden eine der weltweit modernsten Krebsforschungseinrichtungen aufbauen: das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT). Als Partnerstandort zum bereits bestehenden NCT in Heidelberg soll es den Transfer der Forschungserkenntnisse in die klinische Anwendung beschleunigen und die personalisierte Tumorbehandlung verbessern. *insider* hat sich mit Prof. Michael Baumann, dem Direktor des NCT und des HZDR-Instituts für Radioonkologie, über den derzeitigen Stand unterhalten.

**insider: Herr Baumann, warum fiel die Wahl für den zweiten NCT-Standort gerade auf Dresden?**

**Michael Baumann:** Das NCT in Heidelberg wurde ja schon vor mehr als zehn Jahren vom DKFZ, dem dortigen Universitätsklinikum und der Medizinischen Fakultät der Heidelberger Universität gegründet. Mindestens genauso lange gibt es auch eine enge Zusammenarbeit in der Krebsforschung zwischen Dresden und Heidelberg. Dadurch konnten sich starke Verknüpfungen entwickeln, die jetzt einen belastbaren Wissensaustausch garantieren. Wir sehen uns deswegen als ein Zentrum mit zwei Eingängen – einer in Heidelberg und einer in Dresden.

**Wie sieht die Kooperation dabei konkret aus?**

Wir wollen die jeweiligen Stärken der beiden Standorte miteinander verzahnen, um Synergien auszunutzen. Heidelberg verfügt zum Beispiel auf dem Feld der Genetik und der Neuroonkologie über einen unglaublichen Wissensschatz. Es wäre nun unsinnig, diese Strukturen in Dresden zu kopieren. Dafür haben wir starke Kompetenzen bei der Bildgebung und der physikalischen Grundlagenforschung – beispielsweise bei der Laserteilchen-Beschleunigung, die ja bei der Strahlentherapie noch eine wichtige Rolle spielen könnte.

**Sind das gleichzeitig Brücken zum HZDR?**

Absolut. Wir richten zum Beispiel auch eine Professur für Translationale Bildgebung ein. Diese Stelle könnte sich sehr gut mit den Kenntnissen der HZDR-Kollegen am Institut für Radiopharmazeutische Krebsforschung ergänzen. Während dort die Basis gelegt wird – also die aufwendige Entwicklung neuer Arzneimittel bis zu den ersten Versuchen mit Tieren –, übernimmt das NCT anschließend den nächsten Schritt, die klinischen Studien. Dadurch wollen wir den Transfer vom Labor in die Klinik beschleunigen.

**Ein Bereich, in dem es bislang noch hakt.**

Das stimmt leider. Der Übergang von neuen Ergebnissen der Krebsforschung in die Anwendung bei Patienten ist generell noch schleppend. Wir müssen deswegen Strukturen schaffen, um Grundlagenwissen schnell in die Praxis zu bringen. Im NCT verfolgen wir den Ansatz, Forschung, Prävention und Behandlung unter einem Dach zu verbinden, um dadurch einen Kreislauf zu etablieren. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse fließen direkt in die Therapie ein, die Erfahrungen aus der Behandlung wiederum in die Forschung. Dabei müssen wir aber auch zunehmend die individualisierte Medizin beachten.



© A. Wirsig

> Prof. Michael Baumann

**Warum spielt dieser Bereich eine immer wichtigere Rolle?**

Bislang werden Tumore der gleichen Art mit den gleichen Methoden behandelt. Die biologischen Unterschiede bei den Patienten haben allerdings einen großen Einfluss darauf, ob das Verfahren wirksam ist. Es geht nun darum, die Therapie genau an die individuellen Zelltypen anzupassen. Das hat jedoch wiederum Auswirkungen auf die Studien, die vor der Einführung einer neuen Methode nötig sind, da die untersuchten Gruppen zu klein werden. Wir brauchen deswegen standortübergreifende Studien. Das NCT könnte hier den Kern solcher Netzwerke bilden.

**Was benötigt das NCT-Dresden dafür noch?**

Zunächst einmal geht es darum, die grundsätzlichen Strukturen weiter aufzubauen. In diesem Jahr wollen wir noch drei neue Professuren besetzen, von denen zwei am HZDR angesiedelt sind. Insgesamt sollen es fünf werden. Gleichzeitig entsteht auf dem Gelände des Uniklinikums ein Neubau, in den das NCT ziehen wird. Baubeginn dürfte hier ebenfalls noch 2016 sein. Auf lange Sicht ist es unser Ziel, in den nächsten zehn Jahren zu einem der führenden Krebsforschungszentren weltweit aufzusteigen.

Das Interview führte Simon Schmitt.

Für seine Leistungen auf dem Gebiet der translationalen Strahlentherapiefor schung haben die Stadt Remscheid und das Deutsche Röntgen-Museum Ende April Prof. Michael Baumann die Röntgen-Plakette 2016 verliehen. Die Jury beeindruckte „die Entwicklung von Bestrahlungsschemata, die eine höhere Tumorzerstörung bei besserer Schonung des Normalgewebes bewirken“. Die internationale Auszeichnung wird seit 1951 einmal pro Jahr verliehen. Sie erinnert an den Entdecker der Röntgenstrahlung, Wilhelm Conrad Röntgen, der in Remscheid zur Welt kam.

## Warm werden mit warmer dichter Materie

„High Potential“ Dr. Jan Vorberger bringt neues Forschungsgebiet ans HZDR



> Dr. Jan Vorberger

Schon lange beschäftigt sich Dr. Jan Vorberger mit der Theorie warmer dichter Materie (WDM) – so lange, dass das junge Forschungsgebiet noch einen anderen Namen trug, als er vor etwas mehr als zehn Jahren seine Doktorarbeit in Greifswald abschloss. Von stark gekoppelten Plasmen war damals noch die Rede: Eine Bezeichnung, die etwas mehr über den exotischen Materiezustand verrät. Wird ein Festkörper extrem großem Druck und hoher Temperatur ausgesetzt, bildet sich ein Plasma, ein Gemisch wild umherfliegender Atome, Ionen und Elektronen, wie es zum Beispiel im Inneren der Sonne der Fall ist. Im Gegensatz dazu sind die Atome in Festkörpern aneinander gebunden und sitzen auf festen Gitterplätzen.

Der Zustand der WDM bildet den fließenden Übergang zwischen den beiden Extremen, der vor allem in der Astrophysik eine bedeutende Rolle spielt, zum Beispiel bei großen Gasplaneten wie Saturn oder Jupiter. Und nicht nur im Weltall gibt es die WDM. Auch hoch-

präzise Materialbearbeitung mit Lasern und sogar Fusionsexperimente lassen sich nur verstehen, wenn dieser Übergangszustand berücksichtigt wird. Mit dem Neuzugang Vorberger werden solche Fragestellungen nun auch in Rossendorf zum Forschungsthema. Der Physiker bringt dafür viel Erfahrung mit, die er am Geophysical Laboratory in Washington D.C., am Centre for Fusion, Space & Astrophysics der englischen Universität Warwick und am Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme in Dresden gesammelt hat.

### Aussicht auf einzigartige Forschungsmöglichkeiten

Ein ausgewiesener Experte also, den im September letzten Jahres das HZDR in das Programm High Potentials aufnahm. Dabei sind es vor allem die experimentellen Möglichkeiten, die Vorberger gelockt haben. Um WDM beobachten zu können, sind nämlich ultrastarke Laserpulse notwendig, die nur wenige Anlagen weltweit erzeugen können – so zum Beispiel der Hochleistungslaser DRACO am HZDR sowie die *Helmholtz International Beamline for Extreme Fields* (HIBEF), die das Zentrum zusammen mit DESY am europäischen Röntgenlaser XFEL aufbaut. „Das sind optimale Rahmenbedingungen, um meine Theorien im Labor direkt zu überprüfen“, freut sich Vorberger.

Momentan beschäftigt sich der Theoretiker unter anderem mit einem Material namens Lonsdaleit, einer sehr seltenen und extrem harten Form von Kohlenstoff, die nur in der Nähe besonders starker Meteoriteneinschläge zu finden ist. Erst kürzlich gelangen dem HZDR-Wissenschaftler Dr. Dominik Kraus am Stanford National Accelerator Laboratory (SLAC) in Kalifornien Versuche, die einen fundamentalen Einblick in die Entstehung dieses ungewöhnlichen Minerals liefern. Die Rechnungen dazu lieferte Jan Vorberger, der nun mit Spannung die ersten Experimente bei DRACO und HIBEF erwartet. MF

## Mit „Schläfern“ gegen den Krebs

BMBF unterstützt Verbundprojekt „TurbiCAR“ mit Millionenförderung

Das Immunsystem des Menschen kann allein Tumore nicht vernichten. Forschern aus Dresden um die Professoren Michael Bachmann und Gerhard Ehninger ist es nun aber gelungen, Abwehrzellen so genetisch zu verändern, dass sie gezielt den Krebs angreifen. Das Besondere an dem Konzept: ein innovativer Ein- und Ausschalter, mit dem sich die Zellen steuern lassen. Um die neue Methode möglichst schnell in die klinische Anwendung zu bringen, fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung das Projekt „TurbiCAR“ ab Juni 2016 für vier Jahre über das Programm „Innovationen für die individualisierte Medizin“ mit 2,6 Millionen Euro.

„Durch die Unterstützung können wir einen riesigen Schritt vom Labor in Richtung Klinik machen“, freut sich Prof. Michael Bachmann, Direktor am HZDR-Institut für Radiopharmazeutische Krebsforschung und Leiter des Bereichs Tumorummunologie am UniversitätsKrebsCentrum (UCC) des Uniklinikums Carl Gustav Carus. „Bei unserer Form der Krebstherapie werden dem Patienten Immunzellen aus dem Blut gefiltert und anschließend so genetisch verändert, dass sie die Krebserkrankung besser erkennen und wirksamer attackieren können. Nach zwei Wochen geben wir sie zurück ins Blut – allerdings noch im Ruhemodus.“

Denn diese „Schläfer“ greifen den Tumor erst an, wenn dem Patienten ein Präparat mit innovativen Antikörpern injiziert wird. Ist er zerstört, schalten sie sich von selbst wieder ab, erläutert der Erfinder der Technologie Bachmann. „Diese Möglichkeit, die Zellen gezielt zu aktivieren und zu deaktivieren, erhöht die klinische Anwendbarkeit des Verfahrens“, ergänzt Prof. Gerhard Ehninger, Direktor der Medizinischen Klinik I und des UCC. „Sollten sich später erneut Metastasen oder ein anderer Tumor bilden, können wir unsere Zellen mit einer Infusion wieder anregen. Der Schalter könnte es außerdem ermöglichen, Krebsarten zu behandeln, die sich nur gering von normalen Zellen unterscheiden.“

Neben dem Universitätsklinikum und dem HZDR beteiligen sich das Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin in Braunschweig sowie die Dresdner Privatfirmen Cellex Patient Treatment und GEMoaB Monoclonals an dem Projekt. Die beiden Unternehmen sind darauf spezialisiert, Forschungsergebnisse aufzugreifen und innovative Therapiekonzepte weiterzuentwickeln. Sie legen so die Basis für den Transfer der Grundlagenforschung in die Klinik.

## > Was passiert mit den Neutronen?

Helmholtz-Querschnittsthema beschäftigt sich mit Strahlenforschung



© B. Lutz

> Im Experimentiersaal am OncoRay-Zentrum messen Forscher des HZDR und der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt mit einem Bonnerkugel-Spektrometer das Neutronenfeld.

„Strahlung wird schon seit mehr als 100 Jahren in vielen Bereichen eingesetzt. Dennoch ist das Wissen über ihren Effekt auf lebende Zellen immer noch lückenhaft“, erzählt Prof. Wolfgang Enghardt. Der Forscher vom HZDR-Institut für Radioonkologie und dem OncoRay-Zentrum hat deswegen zusammen mit sechs weiteren Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft das Querschnittsthema „Strahlenforschung“ aufgesetzt. „So wollen wir die spezifischen Kompetenzen der einzelnen Akteure miteinander verzahnen, um unsere Kenntnisse zu vertiefen.“ Denn gerade aktuelle Entwicklungen bringen neue Fragen mit sich – zum Beispiel die Krebsbehandlung mit Protonen.

„Verglichen mit Röntgenstrahlung haben Protonen einen entscheidenden Vorteil“, erklärt Dr. Benjamin Lutz. „Sie durchdringen den Körper nicht vollständig, sondern kommen abhängig von der gewählten Ausgangsenergie in einer bestimmten Tiefe im Körper zum Stillstand. Erst hier geben sie den Großteil ihrer Energie ab. Das heißt, dass wir den Tumor gezielt bestrahlen können, das umliegende Gewebe aber schonen.“ Auf ihrem Weg zu den erkrankten Zellen lösen die Teilchen allerdings Kernreaktionen aus, bei denen Neutronen entstehen. „Da die Dosis relativ gering ist, ist das meistens kein Problem“, schätzt Lutz ein. „Bei speziellen Patienten, zum Beispiel bei Schwangeren, oder in sensiblen Bereichen sollte dieser Befund trotzdem berücksichtigt werden.“ Der Forscher vom HZDR-Institut für Strahlenphysik will deshalb das Neutronenfeld messen, das während einer Behandlung entsteht.

### Ein störendes Rauschen

Die Erforschung des Feldes ist auch deshalb wichtig, weil dadurch Messfehler behoben werden könnten. Denn viele Forscher arbeiten an Detektoren, um die Präzision des Protonenstrahls schon bei der Therapie genau zu überwachen. „Die Neutronen könnten dabei ein Hintergrundrauschen erzeugen, das die Messungen verzerrt“, gibt Benjamin Lutz zu Bedenken. „Wenn wir das Feld kennen, können wir diese Störsignale herausfiltern.“ Für seine Untersuchungen hat der Physiker zunächst die Nozzle – das Endstück der Protonentherapieanlage kurz vor dem Patienten – modelliert und den Neutronenfluss simuliert.

Mit Hilfe eines speziellen Neutronendetektors – einem Bonnerkugel-Spektrometers, das beteiligte Kollegen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt zur Verfügung stellten – überprüfte er seine Annahmen anschließend im Experimentiersaal und Behandlungsraum des OncoRay-Zentrums. „Für den Experimentiersaal hat

sich herausgestellt, dass die Simulation mit der Realität gut übereinstimmt“, beschreibt Benjamin Lutz die Ergebnisse. „Für den Behandlungssaal leider nicht, da der Raum zu komplex aufgebaut ist.“ Im nächsten Schritt will der HZDR-Forscher deshalb ein sehr genaues Modell des Zimmers konstruieren – „bis hin zur Betonzusammensetzung in den Wänden.“

Ideen und Anregungen für seine Untersuchungen konnte sich Lutz auch bei Partnern aus dem Querschnittsthema holen. So erforscht zum Beispiel das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt die Neutronenbelastung von Piloten und Astronauten. „Außerdem ist für uns ein Neutronendosimeter interessant, das Kollegen vom Helmholtz Zentrum München entwickelt haben“, gibt Benjamin Lutz einen Ausblick auf mögliche nächste Kooperationen. So könnte die bestehende Expertise der unterschiedlichen Akteure gebündelt Antworten auf neue Fragen liefern.

Um die Zusammenarbeit zwischen den Zentren in den Forschungsbereichen „Energie“ und „Gesundheit“ zu fördern, hat die Helmholtz-Gemeinschaft das Querschnittsthema „Strahlenforschung“ initiiert. Durch die Bündelung der Kompetenzen wollen die Partner Synergien aufdecken und gezielt ausnutzen. Außerdem soll über das Programm die Ausbildung von Studenten und Doktoranden unterstützt werden. Das Projekt umfasst die

Themen Strahlenbiologie und Strahlenschutz, Strahlentherapie und molekulare Bildgebung sowie Radioökologie. Neben dem HZDR sind die Helmholtz-Zentren München und Jülich, das Karlsruher Institut für Technologie, das Deutsche Luft- und Raumfahrtzentrum, das Umweltforschungszentrum Leipzig, die Gesellschaft für Schwerionenforschung sowie das Deutsche Krebsforschungszentrum beteiligt.

## > Vom Silicon Valley nach Sachsen

TU Chemnitz und HZDR berufen Speichertechnologie-Fachmann



> Prof. Olav Hellwig

Der Physiker Olav Hellwig blickt auf insgesamt 15 Jahre Industrienerfahrung in den USA zurück. Als Forschungsdirektor und Technologieexperte hatte er sich in San Jose mitten im Silicon Valley mit neuartigen Materialien für die Datenspeicherung beschäftigt. Seit kurzem ist er Inhaber der Professur „Magnetische Funktionsmaterialien“ an der TU Chemnitz sowie Gruppenleiter am HZDR. Die gemeinsame Berufung wird von der Helmholtz-Gemeinschaft über

ihr Rekrutierungsprogramm mit drei Millionen Euro für fünf Jahre unterstützt.

Prof. Hellwig kann auf mehr als 60 Patente und Patentanmeldungen verweisen. Auch sein wissenschaftlicher Output ist mit über 120 Publikationen hoch. Dabei zieht sich das Thema Magnetismus wie ein roter Faden durch seine Vita. „Den magnetischen Schaltprozess können wir nicht nur, wie landläufig bekannt, durch ein magnetisches Feld beeinflussen, sondern auch durch Licht, Wärme, Mikrowellen oder spinpolarisierte Ströme“, führt Hellwig aus.

Seine neue Gruppe „Magnetische Funktionsmaterialien“ wird sich, davon ist er überzeugt, besonders gut in die vorhandenen Themen und Strukturen am HZDR-Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung einfügen. Hellwig will auch das Ionenstrahlzentrum nutzen, um neuartige magnetische Nanostrukturen zu erzeugen. Sein Ziel: Schaltprozesse zu optimieren und damit zu leistungsfähigeren Datenspeichern einerseits und zur Energieeffizienz andererseits beizutragen.

### Immer kleinere Bits

„In meinen Anfangsjahren in den USA bei IBM in San Jose ging es um künstliche magnetische Schichtstrukturen. Später bei Hitachi GST und Western Digital habe ich mich hauptsächlich mit dem Schaltverhalten von lithographisch vordefinierten Bits beschäftigt, also damit, wie man sogenannte Bit Patterned Media so klein wie möglich und dennoch physikalisch stabil schreiben, speichern und auslesen kann“, erzählt Hellwig. Zuletzt untersuchte Hellwig Bits mit Korngrößen von sieben bis acht Nanometern: „Mithilfe von Laserlicht haben wir Bit für Bit in das gekörnte, magnetisch sehr harte Medium geschrieben. Nach dem Abkühlen sind die Daten dauerhaft gespeichert und können jederzeit wieder ausgelesen werden.“

Die gemeinsame Berufung gibt Olav Hellwig die Chance, sein Netzwerk in Forschung und Industrie auszubauen und damit Wege zu ebnen, auf denen neue Erkenntnisse in die industrielle Anwendung gelangen können. CB

## > Humboldt-Stipendiat erforscht Silizium-Nanodrähte



> Dr. Yonder Berencén

Der kubanische Wissenschaftler Dr. Yonder Berencén ist seit Juni 2016 als Humboldt-Stipendiat am Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung zu Gast. In den nächsten zwei Jahren wird er sich mit der Frage beschäftigen, wie sich Nanodrähte aus Silizium als Bausteine für elektronische und optoelektronische Anwendungen nutzen lassen. „Ich versuche eine Technik zu entwickeln, bei der Fremdatome in Silizium-Nanodrähte eingebracht werden, ohne dass dabei die ursprüngliche Materialstruktur

zerstört wird“, sagt der Physiker, der an der Universität von Havanna studierte und an der Universität Barcelona promovierte.

Für das Institut ist die Zusammenarbeit mit Berencén überaus interessant, schließlich beschäftigt sich seine Forschung mit der Kopplung von Elektronen-Spins und Kernspins in hyperdotierten Silizium-Nanodrähten, einem Schlüsselprozess bei der Entwicklung von Quantencomputern. „Unsere Grundlagenforschung könnte künftig sehr schnelle Rechenprozesse ermöglichen und damit die Entwicklung von äußerst leistungsfähigen Kernspin-Quantencomputern vorantreiben. Noch sind Quantencomputer der breiten Öffentlichkeit kaum bekannt. Sie könnten aber zum Technologietreiber des 21. Jahrhunderts werden“, betont Wolfgang Skorupa, Abteilungsleiter und Materialforscher am Helmholtz-Zentrum, der den Anstoß für die Bewerbung als Humboldt-Stipendiat gab. „Wir sind insofern schon sehr zufrieden mit Yonder Berencén, da er bereits im ersten Monat selbstständig Kontakt zu einer Gruppe am University College London aufgenommen hat.“

Für Yonder Berencén ist mit der Zusage ein langgehegter Wunsch in Erfüllung gegangen. „Es ist eine große Auszeichnung, ein solches Stipendium zu erhalten. Ich bin sehr froh, dass ich hier forschen darf. Es bieten sich viele Möglichkeiten, Netzwerke im Bereich der Wissenschaften aufzubauen.“ Seit dem Abschluss seiner Promotion hat er an sechs internationalen Forschungsprojekten mitgearbeitet und rund 40 wissenschaftliche Beiträge in Fachzeitschriften und Büchern veröffentlicht. Die Mikro- und Nano-Technologie zieht sich dabei als roter Faden durch seine Vita. In Barcelona und Havanna forschte er im Bereich der Silizium-basierten Photonik und Optoelektronik, unter anderem zu LEDs und zu MOS-Transistoren. Für den kubanischen Halbleiter-Experten ist es nicht der erste Besuch in Dresden. Bereits 2012 war er zu Gast am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf. Auch damals schon im Bereich Halbleitermaterialien bei Wolfgang Skorupa. SP

## > EU CALLing

### Gemeinsame Forschung mit modernsten Lichtquellen

Um immer weiter in den Nanokosmos vorzudringen, gibt es auf europäischem Boden eine Vielzahl von Forschungseinrichtungen, die dafür elektromagnetische Strahlung nutzen. Dabei kommen vor allem zwei Arten von Lichtquellen zum Einsatz: Auf der einen Seite optische Laser, mit denen ultraschnelle Prozesse in neuen Materialien untersucht werden. Auf der anderen Seite Beschleuniger-basierte Quellen wie Freie-Elektronen-Laser oder Synchrotrons, die intensive, extrem kurzweilige Strahlung im Röntgenbereich erzeugen können. Dadurch wird es möglich, hochauflösende Bilder aufzunehmen.

Bislang verlief die Entwicklung der beiden Forschungsfelder weitgehend separat, obwohl sie dieselbe Nutzergemeinschaft bedienen und sich mit ähnlichen Proble-

men konfrontiert sehen. Das soll sich nun ändern. Im Oktober letzten Jahres wurde das von der EU finanzierte 7-Millionen-Euro-Projekt *European Cluster of Advanced Laser Sources* (EUCALL) aufgesetzt. Ziel des Netzwerkes ist es, gemeinsame technische Herausforderungen zu bewältigen und sich ergänzende Forschungsmöglichkeiten für Nutzer optimal zu koordinieren. Das HZDR steuert dafür seine Expertise auf dem Gebiet der Laserteilchen-Beschleunigung bei.

Dabei katapultieren extrem starke Laserpulse Elektronen und Atomkerne aus Targets heraus. Die schnellen geladenen Teilchen könnten zukünftig zur Strahlentherapie von Tumoren eingesetzt werden. Das HZDR stellt den Projektpartnern detaillierte Simulationen und Datenanalyse-Verfahren

zur Verfügung, die für Versuche am Hochleistungslaser DRACO entwickelt wurden. Eine wichtige Rolle spielen hier auch die Kenntnisse der Dresdner Forscher bei der Target-Positionierung. Auf einem Workshop Ende August am HZDR-Institut für Strahlenphysik wollen die Partner über die Herstellung und Charakterisierung geeigneter Target-Materialien diskutieren.

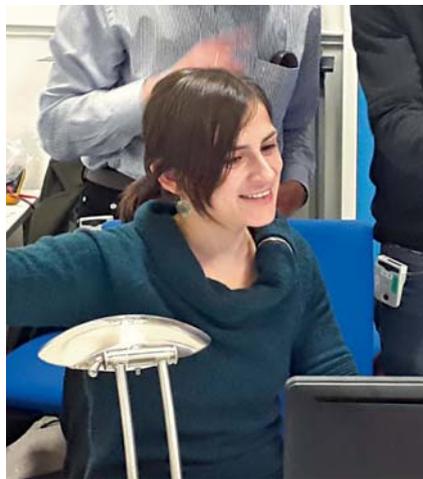
Das Projekt soll außerdem von der hochpräzisen Charakterisierung von Laserpulsen profitieren. Dies ist für das genaue Verständnis zeitaufgelöster Experimente von entscheidender Bedeutung. Hier wurden an der Forschungsanlage TELBE neue Methoden entwickelt, die auch auf Elektronenpulse angewendet werden können.

MF

## > Gefragte Experten, erfolgreicher Nachwuchs

Das brandenburgische Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur hat Ende Juni **Prof. Jens Pietzsch** vom Institut für Radiopharmazeutische Krebsforschung in den wissenschaftlichen Beirat des Gesundheitscampus Brandenburg berufen. Ziel der neu eingerichteten Institution ist, universitäre Forschung und Ausbildung in den Bereichen Medizin und Gesundheit durch einen überregional sichtbaren Verbund zu stärken. Der Beirat fungiert als unabhängiges Beratungsgremium. Jens Pietzsch vertritt an der Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften der TU Dresden das Lehrgebiet Pathobiochemie. Am HZDR leitet er die Abteilung Radiopharmazeutische und Chemische Biologie, die radioaktive Substanzen und Sonden für die Diagnostik und Therapie von Krebserkrankungen entwickelt und charakterisiert.

Für ihren Vortrag „Functional oxynitride films for sustainable development“ hat **Irene Heras-Peréz** bei der Frühjahrstagung der *European Materials Research Society* einen Nachwuchswissenschaftlerpreis erhalten. In ihrer Präsentation stellte die gebürtige Spanierin Ergebnisse vor, die sie unter anderem über das EU-RISE-Projekt *Friends<sup>2</sup>* gewonnen hatte. Darin arbeiten Forscher der britischen Universität Cranfield sowie der Firmen *Abengoa Research S.L.* und *Metal Estalki S.L.* zusammen mit



> Irene Heras-Peréz

dem HZDR an der nächsten Generation langlebiger Solarbeschichtungen. Irene Heras-Peréz hat kürzlich ihre Promotion eingereicht, bei der sie Dr. Ramón Escobar Galindo von Abengoa und Dr. Matthias Krause vom Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung betreut haben. Ab September tritt sie eine Post-Doc Stelle am *Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble* an.

Anfang Juli hat **Garima Singh** den DRESDEN-concept Science Slam gewonnen. Bei dem wissenschaftlichen Kurzvortragsturnier hat die *NanoTracking-*



> Garima Singh

Doktorandin ihre Forschung an multifunktionellen Nanopartikeln präsentiert. Mit ihren Kollegen vom Institut für Radiopharmazeutische Krebsforschung entwickelt Garima Singh ultrakleine Teilchen, die verschiedene Methoden zum Aufspüren erkrankter Zellen kombinieren. So sollen sie neben zielsuchenden Einheiten, die sich an den Tumor binden, auch Elemente zur optischen und nuklearmedizinischen Bildgebung enthalten. Dadurch wird es möglich, sowohl Krebszellen tief im Inneren des Körpers als auch in der Nähe der Haut zu entdecken und zu charakterisieren.

## Auf dem Weg zum nationalen Ressourceninstitut

Neuer HIF-Standort eingeweiht

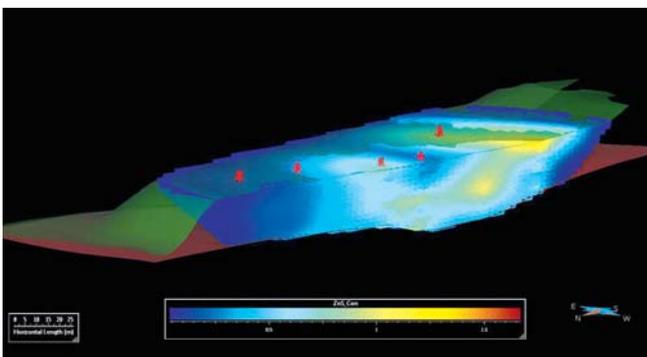


© HZDR/D. Müller

➤ Zusammen mit den beiden HIF-Direktoren, Prof. Markus Reuter (erster v.l.) und Prof. Jens Gutzmer (zweiter v.r.) erklären die Recyclingexperten Prof. Christiane Scharf (zweite v.l.) und Philipp Rådecker (vierter v.l.) der Sächsischen Forschungsministerin, Dr. Eva-Maria Stange (dritte v.l.), dem Vertreter des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Dr. Michael Stötzel (dritter v.r.), und Freibergs Oberbürgermeister, Sven Krüger (erster v.r.), bei der Einweihung des neuen HIF-Standortes die Solvent-Extraktion.

Vor fünf Jahren wurde das Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF) gegründet. An einem neuen hochmodernen Forschungsstandort betrachten die Wissenschaftler die gesamte Rohstoffkette. Eines der ersten Förderprojekte hat die Wertstoffe in heimischen Bergbauhalden untersucht.

Am Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF) gibt es in diesem Sommer gleich mehrere Gründe, um sich zu freuen. Am 29. August feiert das HZDR-Institut, das eng mit der TU Bergakademie Freiberg kooperiert, fünften Geburtstag. Parallel dazu konnten die Forscher ihr neues Quartier beziehen. In den vergangenen drei Jahren wurde das denkmalgeschützte Gebäude an der Chemnitzstraße, in dem sich auch das Finanz- sowie Grundbuchamt der Stadt Freiberg befinden, aufwendig saniert.



➤ Querschnitt durch die dreidimensional modellierte Davidsschacht-Halde in Freiberg vom Nordwesten aus. Er zeigt die Konzentration des Minerals Sphalerit im Haldenkörper in Gewichtsprozent. Sphalerit ist das wichtigste Zinkerz. Neben dem Metall Zink befinden sich darin auch Indium und Gallium. Das grüne Areal visualisiert die heutige Geländeoberfläche, der rote Bereich die alte vor Aufschüttung der Halde.

Hochmoderne physikalische und chemische Labore wurden eingebaut. Abgesehen von den zwei HIF-Arbeitsgruppen in Dresden-Rossendorf ist der Großteil der Freiburger Mitarbeiter nun endlich an einem Ort. An seinem alten Standort betreibt das Institut weiterhin zwei Labore für Analytik.

Die sächsische Wissenschaftsministerin Dr. Eva-Maria Stange sowie Vertreter des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und der Stadt Freiberg weihten den neuen Forschungsstandort am 17. Juni offiziell ein. Die Voraussetzungen könnten also nicht besser sein, um innovative Technologien und Systeme zu entwickeln, mit denen sich strategische Rohstoffe wie Gallium, Indium oder die Metalle der Seltenen Erden nachhaltig gewinnen und im Sinne einer Kreislaufwirtschaft auch wiederverwerten lassen. Die Wirtschaft, und ganz besonders Zweige wie die Elektronik-, Automobil- oder Energiebranche, sind auf diese Stoffe permanent angewiesen. Die wertvollen Ressourcen werden aber nicht vollständig genutzt, sondern scheiden beispielsweise als Abfall aus der Rohstoffkette aus, sei es bei der Gewinnung und Aufbereitung von Erzen oder bei der Weiterverarbeitung zu Metallen.

Ein weiteres Problem sind die fehlenden Recyclinglösungen für viele Hightech-Metalle, weil sie in einer ganzen Reihe von Produkten nur in geringen Mengen auftreten. Sowohl um diese sogenannten sekundären Ressourcen geht es am HIF, als natürlich auch um die primären Rohstoffe direkt aus der Erde. Dafür müssen die Forscher gar nicht weit schauen, ist die Stadt Freiberg doch durch den Bergbau groß geworden. In der Landschaft hat er viele Spuren hinterlassen. Schon von weitem ist die massive Flanke der Davidsschacht-Halde sichtbar. Sie enthält Rückstände aus dem Abbau und der Aufbereitung von Blei und Zink. Für die HIF-Wissenschaftler ist die Halde interessant, weil darin noch andere Wertstoffe wie Indium und Kupfer liegen, die in der Industrie heute eine wichtige Rolle spielen. Aber auch die Schadstoffe Cadmium und Arsen kommen vor.

## Alte Bergbauhalden - Umweltproblem und Schatzkiste

„Wir wollen langfristig ein Konzept entwickeln, um solche Halden nachhaltig zu sanieren sowie gleichzeitig Wertstoffe zu gewinnen“, erklärt Projektmanager Philipp Büttner. Vor vier Jahren startete das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützte Projekt SMSB in Kooperation mit der TU Bergakademie Freiberg, der SAXONIA Standortverwaltungs- und -verwertungsgesellschaft mbH Freiberg sowie der G.E.O.S. Freiberg Ingenieurgesellschaft mbH – eines der ersten Förderprojekte am HIF. Der Titel SMSB steht für „Gewinnung strategischer Metalle und Mineralien aus sächsischen Bergbauhalden“. Neben der Davidschacht-Halde steht die Tiefenbach-Halde in Altenberg im Erzgebirge im Mittelpunkt. „Beide haben ein erhebliches Potenzial an Wertstoffen“, erzählt Büttner. Die Projektpartner führten dort zwanzig Probebohrungen durch, insgesamt mehr als 200 Materialproben wurden danach chemisch und mineralogisch untersucht.

In der rund vier Millionen Tonnen mächtigen Altenberger Halde sind noch 0,2 Prozent Zinn enthalten. Das entspricht der Hälfte des einst dort abgebauten Rohstoffs. Ein Großteil ist mit konventionellen Technologien heute gewinnbar. „Ob sich das lohnt, hängt vom Marktwert ab“, erläutert Büttner. „Was die Davidschacht-Halde in Freiberg angeht, sind die Kosten wahrscheinlich höher als der Erlös aus der Gewinnung von Indium, Kupfer, Zink und Blei. Allerdings haben unsere Projektpartner erfolgreich biologische Verfahren getestet, mit denen man neben den Wertmineralen auch Schadstoffe abtrennen kann. Beides kommt im Gestein eng zusammen vor. Die Sanierung der Halde, die langfristig notwendig ist, könnte also zumindest teilweise refinanzierbar sein“, fährt Büttner fort.

## Kreislaufwirtschaft etablieren

Wie Wert- und Schadstoffe in den Bergbauhalden verteilt sind und wo ein Bergbau nach dem Bergbau („Re-Mining“) sinnvoll ist, das machen dreidimensionale Modelle sichtbar. Sie sind in enger Zusammenarbeit mit der von Dr. Richard Gloaguen geleiteten Abtei-



> HIF-Forscher untersuchen auf einer Halde in Altenberg Proben.

lung Erkundung am HIF entstanden. Solche digitalen Verfahren sind heute ein fester Bestandteil der modernen Rohstoffforschung. „Sie können uns helfen, eine Kreislaufwirtschaft zu etablieren, in der wir so ökologisch nachhaltig und ökonomisch effizient wie möglich mit unseren Rohstoffen umgehen“, schätzt HIF-Direktor Prof. Markus Reuter ein.

Dafür müsse aber gerade das Recycling komplexer heimischer Ressourcen, zu denen auch Abfälle und Altprodukte gehören, viel mehr erforscht und ausgebaut werden. Am HIF gibt es dazu zahlreiche Projekte. Ebenso spiele die intelligente Vernetzung aller Glieder in der Rohstoffkette eine entscheidende Rolle, beschreibt Prof. Jens Gutzmer, der zusammen mit Reuter das HIF leitet: „Wir wollen alle diese Themen für die Gesellschaft vorantreiben und forschen deshalb entlang der gesamten Rohstoff-Wertschöpfungskette. Nach fünf Jahren haben wir jetzt exzellente Labore und wollen uns im internationalen Kontext positionieren.“ AW



## > Zukunft entdeckt

### Großer Andrang am Tag des offenen Labors

Bei strahlendem Sonnenschein lockten mehr als 100 Stationen rund 3.400 Gäste Ende Mai an den Forschungsstandort Dresden-Rossendorf. Das HZDR, der VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung sowie die ROTOP Pharmaka GmbH boten bei ihrem Tag des offenen Labors einen Blick hinter die Kulissen. So konnten die Besucher in den Laboren des HZDR die ganze Bandbreite moderner Forschung entdecken. Fragen rund um den Rückbau kerntechnischer Anlagen und die Entsorgung radioaktiver Abfälle standen beim VKTA im Mittelpunkt. Über die Herstellung von Arzneimitteln für die Nuklearmedizin informierte die ROTOP Pharmaka GmbH.



Ein Zeichen für die Zukunft: Während die ersten Besucher bereits die zahlreichen Labore am Forschungsstandort erkunden, enthüllt die Sächsische Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst, Dr. Eva-Maria Stange, das Werk „Strahlen“ am Zentrum für Radiopharmazeutische Tumorforschung. Die Fassade spiegelt in künstlerischer Form somit die Arbeit in dem neuen Gebäude wider. Ab dem Jahr 2017 entwickeln HZDR-Wissenschaftler hier neue Methoden und Arzneimittel, um Krebserkrankungen mit Hilfe von Strahlung besser erkennen, diagnostizieren und heilen zu können.



Ein Klassiker, der immer wieder fasziniert: Anhand schwebender Objekte erklären die Forscher am Hochfeld-Magnetlabor Dresden moderne Supraleiter und magnetische Phänomene.



So gut ist sie selten zu sehen: Denn normalerweise schwebt die Aibot-Drohne des Helmholtz-Instituts Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF) mehrere Meter über dem Boden. Solch unbemannte Luftfahrtsysteme könnten eine sanfte Erkundung von Rohstoffen ermöglichen. Ohne aufwendige Bohrungen, die massiv in die Landschaft eingreifen, liefert der Hexakopter erste Hinweise auf mögliche Vorkommen unter der Erde. Am Tag des offenen Labors lenkte die Drohne auf jeden Fall schon viele Blicke in den Himmel.



Passend zur Fußball-Europameisterschaft in Frankreich haben Wissenschaftler vom Institut für Strahlenphysik eine Anlage entwickelt, mit der sich Tore per Laserkraft erzielen lassen. Auf diese Weise veranschaulichen sie ihre Forschung: die Teilchenbeschleunigung per Laserlicht.



An einer Handschuhbox am Institut für Ressourcenökologie können junge Forscher ihre Geschicklichkeit testen. Für gewöhnlich untersuchen hier die Wissenschaftler des HZDR chemische Verbindungen.

Am Ionenstrahlzentrum erklärt Dr. Georg Rugel den Besuchern den Aufbau des internationalen Nutzerzentrums, das Forscher aus aller Welt anzieht.



## > Fit in Labor und Büro

### Positive Bilanz des betrieblichen Gesundheitsmanagements

Die Ergebnisse hatten es gezeigt: Viele Mitarbeiter des HZDR wünschen sich mehr Informationen zu gesunder Ernährung und Möglichkeiten, sich neben der Arbeit fit zu halten. So gab in der Mitarbeiterbefragung, die das Forschungszentrum 2013 durchgeführt hatte, eine relativ hohe Anzahl der Teilnehmer Nacken-, Schulter- und Rückenschmerzen an. Gemeinsam mit der Techniker Krankenkasse hat das HZDR deshalb das betriebliche Gesundheitsmanagement gestärkt. Die Zusammenarbeit, die seit April 2013 lief, fand nun ihren planmäßigen Abschluss.

Verwaltungschefin Andrea Runow zieht eine positive Bilanz: „Insgesamt konnten wir 17 Maßnahmen aufsetzen, die unsere Mitarbeiter durchweg positiv angenommen haben. Das Programm reichte von Vorträgen zu Stressbewältigung und gesunder Ernährung über Rückencoaching und Lauftraining bis hin zu einer

Kooperation mit einem Fitness-Center in Dresden.“ Neben den positiven Effekten für die Zufriedenheit und die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter sieht Runow im Gesundheitsmanagement auch einen weichen Faktor im Wettbewerb um die besten Köpfe.

„Gerade jüngere Bewerber achten verstärkt auf solche Angebote und lassen sie in ihre Entscheidung einfließen“, schätzt die Leiterin der Zentralabteilung Verwaltung ein. Aufbauend auf den bisherigen Erfahrungen will sie deswegen das betriebliche Gesundheitsmanagement nun verstetigen und ausbauen. Um dabei die Bedürfnisse der Mitarbeiter bestens abzudecken, soll es voraussichtlich im kommenden Jahr eine erneute Befragung geben. „Dadurch wollen wir mögliche Handlungsfelder erfassen, bei denen sich unsere Mitarbeiter Unterstützung wünschen.“

## > Viel Bewegung in der Kommunikationsabteilung

Drei neue Gesichter verstärken künftig das Team. Wobei eines den Kollegen sehr bekannt vorkommen dürfte. **Anja Weigl**, Referentin am Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF), ist zurück aus ihrer Elternzeit und übernimmt halbtags die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit für das HIF. Bereits seit 2013 arbeitet sie am Freiburger Institut, zuvor war sie viele Jahre in der zentralen HZDR-Kommunikation tätig.

Neue wissenschaftliche Redakteurin im Team von Dr. Christine Bohnet ist **Sabine Penkawa**. Ihr Hauptanliegen ist die interne Kommunikation. Sie wird sich vor allem um die Mitarbeiterzeitschrift und das Intranet kümmern – und freut sich darauf, viele spannende Geschichten erzählen zu können. Vor ihrem Wechsel arbeitete sie als Pressereferentin im Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr und war Pressesprecherin für verschiedene Wirtschaftsunternehmen in Sachsen.

Verstärkung gibt's auch für das Onco-Ray Zentrum. Hier bringt **Dr. Anna Kraft** seit Juni frischen Wind in die Kommunikation. Sie arbeitet zur Hälfte für das Institut für Radioonkologie sowie das OncoRay-Zentrum und zur Hälfte für das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) Dresden. „Ich begreife mich als eine Art Knoten, der verschiedene Fäden zusammenführt“, erzählt die promovierte Germanistin. Zu ihren Arbeitsschwerpunkten gehören neben der Pressearbeit vor allem die Betreuung der Websites, die Organisation von öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen und die interne Kommunikation zwischen den beteiligten Einrichtungen. Als Beraterin bei der Kommunikationsagentur Ketchum Pleon hat Anna Kraft in den vergangenen Jahren für verschiedene wissenschaftliche und medizinische Institutionen gearbeitet.



## > Den Energiefressern auf der Spur

Wie sich am HZDR Energie effizient nutzen und Ressourcen schonen lassen, darüber sprach *insider* mit dem Kaufmännischen Vorstand des HZDR, Prof. Peter Joehnk.

**Herr Prof. Joehnk, das HZDR hat im Jahr 2015 ein umfangreiches Energieaudit durchlaufen. Warum der Aufwand?**

Die EU hat mit der Novelle des Energiedienstleistungsgesetzes Forschungseinrichtungen und Unternehmen angehalten, Energieaudits durchzuführen und diese nach vier Jahren zu wiederholen. Zum Audit sind wir also gesetzlich verpflichtet. Dabei haben wir alle Energieträger, sämtliche Maschinen und Geräte sowie die jeweils

Budgets. Mit den Themen Nachhaltigkeit und Energieeffizienz beschäftigen wir uns aber schon seit 2002. Damals haben wir einen Masterplan für den Standort entwickelt, der seitdem unser Handeln bestimmt und der heute in seiner dritten Fortschreibung den Zeitraum bis 2020 umfasst.

**Was wurde schon optimiert?**

Der Wärmeverbrauch am HZDR ist gegenüber dem Vorjahr um knapp sieben Prozent gestiegen. Das liegt vor allem an den neu errichteten Gebäuden TOPFLOW+ und DRESDYN. Im gleichen Zeitraum sind die Gesamtkosten für den Wärmebezug jedoch gesunken.

brauchs verzeichnet das HZDR einen permanenten Anstieg der Medienverbräuche. Die Gründe dafür sind unter anderem die neu errichteten Gebäude und Labore; allein die Zahl der neuen Labore ist von knapp 2.900 im Jahr 2007 auf rund 4.100 im Jahr 2015 angewachsen. Durch diesen enormen Anstieg werden beim Stromverbrauch die geplanten Einsparungen überdeckt. Das hat natürlich erheblichen Einfluss auf die Betriebskosten unseres Zentrums. Es gibt aber noch deutlich Potenzial, die Verbrauchswerte zu senken.

**Wie könnte man noch stärkere Anreize für die Mitarbeiter zum Energiesparen schaffen?**

Aus den Reihen der Mitarbeiter kommen häufig gute Vorschläge zum Energiesparen. Da sind wir für jeden Hinweis dankbar. Aber es stimmt natürlich: Nicht nur die Technik entscheidet über den Energieverbrauch. Alle hier am Standort haben einen Einfluss und sind für einen effizienten Umgang mit den Ressourcen verantwortlich. Deshalb ist es wichtig, die Mitarbeiter zu motivieren, ressourcenschonend und energieeffizient zu arbeiten. Der kluge Umgang mit Energie ist immer noch die eleganteste Art, Ressourcen zu schonen.

**Welche weiteren Vorhaben streben Sie an?**

Die bisherige Entwicklung hat gezeigt, dass das HZDR mit seiner vorausschauenden Herangehensweise im Standortmanagement deutliche Einsparpotenziale in den Energiekosten erzielen konnte und somit dem stetig gestiegenen Energieverbrauch durch neue Forschungsausstattungen und zusätzliche Gebäude etwas entgegenzusetzen hat. Auch in Zukunft wird dem Energiemanagement eine hohe Bedeutung zukommen. Gemeinsam mit Kollegen aus anderen Helmholtz-Zentren arbeiten wir gerade im Projekt „Campus 2030“ an einem „Energiekonzept“. Ziel ist ein nachhaltiger und effizienter Energieeinsatz. Das HZDR trägt mit seiner detaillierten Energiedatenerfassung und den Erfahrungen aus einer Vielzahl baulicher und anlagentechnischer Maßnahmen mit dazu bei. Wir bewerten am Ende die Ergebnisse und setzen sie bei Passfähigkeit hier am Standort um.

Das Gespräch führte Sabine Penkawa.



verbrauchten Mengen an Strom, Gas, Wasser und Wärme erfasst. Diese Bedarfsanalyse bildet die Grundlage für unsere Energieplanung sowie für vielfältige strategische, organisatorische und technische Maßnahmen zur weiteren Optimierung des Energieverbrauchs.

**Welche Konsequenzen ergeben sich für das HZDR?**

Wir haben die Einführung eines zertifizierten Energiemanagements beschlossen, das dem HZDR klare Vorteile bringt: volle Transparenz über den Energiebedarf und die Optimierungspotenziale sowie geringere Kosten durch Energieeinsparungen. Denn nur wenn wir Energieverbrauch und -kosten laufend erfassen und überwachen, können wir unsere Kosten gezielt und nachhaltig senken. Damit leistet das HZDR einen wichtigen Beitrag zur Schonung von Umwelt und Ressourcen, vor allem aber unserer

**Warum ist das so?**

Weil die Wärmeversorgung des HZDR vorrangig durch erneuerbare Energien erfolgt. Wir arbeiten mit einer hocheffizienten Geothermie-Anlage, der größten in Sachsen übrigens, und einem eigenen Blockheizkraftwerk. Beide versorgen unser Zentrum mit Wärme, und das Blockheizkraftwerk auch mit Energie. Die gesetzliche Forderung, mindestens 50 Prozent des Wärmebedarfs bei Neubauten durch erneuerbare Energien zu decken, wird damit von uns sogar deutlich übererfüllt. Zudem haben wir bei der Sanierung von Gebäuden stets auf eine entsprechende Dämmung geachtet. Dadurch konnten wir bei vielen Gebäuden Wärmeeinsparungen von 55 bis 70 Prozent erzielen.

**Und wo besteht noch Handlungsbedarf?**

Trotz aller Bemühungen zur Steigerung der Effizienz und Reduzierung des Medienver-

## > Quantitativ und qualitativ stark

Zahl der abgeschlossenen Promotionen bleibt auf hohem Niveau



> Gemeinsam mit dem Wissenschaftlichen Vorstand des HZDR, Prof. Roland Sauerbrey (rechts), der Wissenschaftlichen Direktorin des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik, Prof. Sibylle Günter (links), und ihrem Betreuer, Prof. Michael Bachmann, freut sich Dr. Stefanie Koristka über den HZDR-Doktorandenpreis 2015.

Insgesamt 45 Nachwuchsforscher haben im vergangenen Jahr am HZDR und seinen Partnereinrichtungen ihre Doktorarbeit abgeschlossen. Damit hat sich ihre Anzahl im Vergleich zu 2014 um zwei erhöht. Von den Promotionen verteilen sich elf auf das Insti-

tut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung, neun auf das Institut für Ressourcenökologie, jeweils sechs auf die Institute für Radiopharmazeutische Krebsforschung und Strahlenphysik, fünf auf unser Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentech-

nologie, drei auf das Institut für Fluidynamik, zwei auf das Hochfeld-Magnetlabor Dresden sowie jeweils eine auf das Institut für Radioonkologie bzw. das OncoRay-Zentrum, die Verwaltung und die Abteilung Kommunikation und Medien.

Den HZDR-Doktorandenpreis 2015 erhielt Dr. Stefanie Koristka. Die Wissenschaftlerin vom Institut für Radiopharmazeutische Krebsforschung hat sich in ihrer Promotion mit regulatorischen T-Zellen oder auch Tregs beschäftigt. Diese Zellen können nach einer Krankheit die Produktion von T-Zellen, die der Immunabwehr im Körper dienen, unterdrücken. Koristka stattete Tregs gezielt mit speziellen Eigenschaften aus und hat damit eine wichtige Basis für neuartige Immuntherapeutika gelegt. Damit könnten in Zukunft Autoimmun- und Krebserkrankungen geheilt oder die Abstoßung von transplantierten Organen unterdrückt werden. Eine vollständige Liste aller Doktorarbeiten aus dem vergangenen Jahr gibt es in unserem Online-Jahresbericht unter [www.hzdr.de/jahresbericht](http://www.hzdr.de/jahresbericht).

## > Schülerlabor DeltaX feiert Jubiläum: 10.000ster Schüler



> Das Team des HZDR-Schülerlabors DeltaX, Dr. Matthias Streller, Florian Simon und Nadja Gneist (v.l.) begrüßt den Ehrengast Aaron Ickert.

Grund zur Freude hatte am 26. April das HZDR-Schülerlabor DeltaX. Aaron Ickert, Schüler am Werner-Heisenberg-Gymnasium in Riesa, war der 10.000 Besucher. Der Elftklässler und seine Mitschüler haben am Jubiläumstag magnetische Phänomene

erkundet. Am HZDR hat Aaron Ickert vor allem das Experimentieren im Labor sehr gut gefallen. Nach der Schule möchte er Physik oder Informatik studieren. Seit dem Start 2011 erfreut sich das Schülerlabor DeltaX immer größerer Beliebtheit. So

strömten im letzten Jahr rund 2.700 Schüler ans HZDR – nicht nur aus Dresden und Umgebung, sondern auch aus anderen Teilen Sachsens und Südbrandenburgs. Seit seinen Anfängen konnte DeltaX seine Besucherzahlen mehr als verdoppeln. SP

## > Staunend durch den Sommer

Erstmals Feriencamp am HZDR



> Die jungen Forscher des HZDR-Feriencamps untersuchen die Ausbeute ihrer Outdoor-Aktivitäten.

Mit dem HZDR in die unterschiedlichsten wissenschaftlichen Themen eintauchen. Das konnten 38 wissbegierige Jungen und Mädchen im Alter von sechs bis zwölf Jahren beim HZDR-Feriencamp. Vom 27. Juni bis 1. Juli stand für sie das Forschen und Experimentieren im Mittelpunkt. Auf dem HZDR-Campus konnten sie vieles ausprobieren, wozu im Unterricht oft keine Zeit bleibt. „Für Eltern mit Schulkindern sind Ferien eine besondere Herausforderung“, schätzt Franziska Hübner vom Organisationsteam ein. „Nicht immer stehen Hortbetreuungen oder Großeltern zur Verfügung.

Deshalb versuchen wir, Eltern mit diesem attraktiven Angebot bei der Betreuung zu unterstützen. Das Feriencamp ist zudem Teil des Audit-Verfahrens berufundfamilie der Hertie Stiftung, mit dem wir unsere familienfreundliche Personalpolitik weiter ausbauen möchten.“

Wählen konnten die jungen Forscher aus mehreren Programmschwerpunkten der Bereiche Chemie sowie Pflanzen- und Insektenkunde. Wie viele Beine hat ein Insekt? Wie entsteht ein Schmetterling? Wie ist das Insektenleben organisiert? Diesen und andere Fragen durften die

Nachwuchsforscher während einer Exkursion zu den Harthteichen auf dem HZDR-Campus nachgehen. Unter dem Mikroskop konnten sie die Insekten ganz genau betrachten. Parallel gab es viele weitere Angebote mit Abenteuerfeeling, dazu gehörten ein Besuch bei der Werksfeuerwehr, das Abschießen von Lufraketen, das Testen der Anziehungskraft von Magneten, das Bauen eines Wassermoleküls, das Basteln von Kränzen aus Waldgras, ein Picknick im Wald – und ganz viel Zeit für Spielen, Toben und Chillen.

Viele stolze und zufriedene Gesichter waren beim Abschlussfest zu sehen. Einig waren sich alle, dass es für die Jungen und Mädchen sehr spannende und wissensreiche Ferientage waren. Die jungen Forscher wurden mit einer Urkunde ausgezeichnet. Das Organisationsteam steht nun vor der Frage, wann der Wunsch, eine solche Veranstaltung zu wiederholen, erfüllt werden kann, wie Hübner mitteilt: „Das Feriencamp ist ein Novum. Wir sind überwältigt von dem großen Interesse. Innerhalb kürzester Zeit waren die Plätze ausgebucht. Wenn es die Möglichkeit gibt, 2017 wieder ein Feriencamp anzubieten, werden wir das tun. Wir hatten tolle Ferienkinder und danken allen, die mitgeholfen haben, das Camp zu organisieren.“ SP

## > Forschung zum Mitmachen

Neues Ferienprogramm zu Strahlenbiologie und Genetik

Sommer, Sonne, Science! DNA isolieren, die Auswirkungen von Röntgen- und ultravioletter Strahlung auf echte Krebszellen untersuchen, in verschiedenen Laboren des HZDR den normalen Forscheralltag kennenlernen – seit diesem Sommer gibt es für wissenschaftsbegeisterte Schüler ab 16 Jahren einen neuen spannenden Kurs am HZDR-Schülerlabor DeltaX.

Mit den Kollegen der Institute für Ressourcenökologie und Strahlenphysik hat das Schülerlabor ein Programm entwickelt, das sich speziell an biologisch interessierte Nachwuchsforscher richtet. Der Fokus liegt dabei auf der Strahlenbiologie und der Genetik.

„Bislang waren unsere Ferienangebote eher physikalisch geprägt“, erklärt Nadja Gneist vom DeltaX. „Dabei ist uns aufgefallen, dass die Schüler bei den Themen Radioaktivität und Strahlung oft Fragen zu den biologischen und medizinischen Auswirkungen gestellt haben.“ Wie reagieren Zellen, wenn sie ultraviolette Strahlen abbekommen? Wie muss man Röntgenkanonen einstellen, damit sie Krebszellen zerstören, aber gesundes Gewebe nicht schädigen?

Diesen und anderen Fragen gehen die Schüler im Sommerkurs Strahlenbiologie und Genetik nach – und dürfen dafür unter realen Bedingungen in verschiedenen

HZDR-Laboren arbeiten, zum Beispiel am Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen ELBE. Der Leiter des Schülerlabors, Dr. Matthias Streller, ist mit der Resonanz mehr als zufrieden: „Der neue Kurs kam extrem gut an. Viele Teilnehmer nutzten das Angebot, um sich selbst als Forscher auszuprobieren und sich dabei mit einem möglichen Studium in den Naturwissenschaften auseinanderzusetzen. Wir werden den Kurs deswegen im Sommer 2017 wieder anbieten.“ SP

[www.hzdr.de/deltax](http://www.hzdr.de/deltax)

## > Endlagerforschung: Zweimal Gold für HZDR-Film



Endlich sind sie da, die Trophäen. Gleich zwei Mal wurde der HZDR-Film über Endlagerforschung in diesem Jahr mit einem Gold-Award gekrönt, beim World Media Festival in Hamburg und beim Worldfest International Film Festival im texanischen Houston. Der Film erklärt, wie Chemiker, Physiker, Biologen und Geowissenschaftler an den HZDR-Standorten Dresden, Leipzig und Grenoble arbeiten. Ihre Forschung liefert wichtige Daten, mit denen Fachleute

und Politiker Endlagerstandorte bewerten. Für ihre Untersuchungen nutzen die Wissenschaftler moderne spektroskopische Methoden, um Prozesse auf molekularer Ebene zu entschlüsseln. Zudem setzen sie das bildgebende Verfahren der Positronen-Emissions-Tomographie ein. Produziert hat den Film die Dresdner Firma AVANGA. SP

Den kompletten Film sehen Sie hier: [www.hzdr.de/mediathek](http://www.hzdr.de/mediathek)

### > WIR GRATULIEREN GANZ HERZLICH ZUM

#### 60. Geburtstag

Stefan Köhler	FKTM	31.05.2016
Dr. Ronald Schwengner	FWKK	20.04.2016
Ulrich Skorupa	FWIK	11.04.2016
Dr. Andree Büchner	FWFE	23.03.2016
Michaela Roßner	FWIK-C	18.03.2016

## > Nicht verpassen: Welcome Day am HZDR

Am 18. August begrüßt das HZDR alle neuen Mitarbeiter erstmals mit einem Welcome-Day. „Wir freuen uns auf viele neue Gesichter und einen spannenden Informationsaustausch in ungezwungener Atmosphäre“, erzählt Verwaltungschefin Andrea Runow, die die Veranstaltung ins Leben gerufen hat. „Neue Kollegen sollten die Veranstaltung nicht verpassen. Sie haben die Möglichkeit, sich umfassend über

das HZDR zu informieren, Fragen zu stellen und natürlich die führenden Köpfe kennenzulernen.“ Nach einer kurzen Begrüßung durch den Vorstand erhalten die Newcomer einen Überblick über das Leistungsspektrum im wissenschaftlichen und kaufmännischen Bereich. Während der Veranstaltung haben sie außerdem die Gelegenheit, mit Vertretern der Zentralabteilungen Verwaltung und Technischer Service sowie der

Stabsabteilungen und dem Betriebsrat ins Gespräch zu kommen. SP

#### 18. August 2016, 10:00 Uhr, Hörsaal Gebäude 106

Ansprechpartnerinnen: Franziska Hübner ([f.huebner@hzdr.de](mailto:f.huebner@hzdr.de), Tel. 2277) / Ines Göhler ([i.goehler@hzdr.de](mailto:i.goehler@hzdr.de), Tel. 3029)

### > „Masoor Dal“ (Linsensuppe) von Aniruddh Das

#### Zutaten (für 3-4 Personen):

- 1 Teelöffel Panch Puren (Gewürzmischung aus Fenchelsamen, Schwarzer Senf, Schwarzkümmel, Bockshornkleesamen und Kreuzkümmel)
- 2 mittelgroße Zimtstangen
- 3 Gewürznelken
- 2 mittelgroße Lorbeerblätter
- 4 Esslöffel Olivenöl
- 1 große Zwiebel
- 4 Knoblauchzehen
- Ein kleines Stück Ingwer
- 2 Tomaten
- 1 Teetasse Rote Linsen
- 400 Gramm Buttergemüse (Feinfrost)
- 2 Teelöffel Salz
- 1 Teelöffel Schwarzer Pfeffer
- ¼ Teelöffel Gelbwurzpulver
- ¼ Teelöffel Chilipulver (rot)
- ¼ Teelöffel Garam Masala

#### Zubereitung:

In einer tiefen Pfanne Olivenöl erhitzen und Gewürzmischung Panch Puren hinzugeben. Auf hoher Stufe erhitzen, bis die Samen knistern, danach auf mittlere Stufe zurückstellen. Zimt, Lorbeerblätter und Gewürznelken hinzufügen. Ingwer und Zwiebeln in kleine, Knoblauch in sehr kleine Stücke schneiden und in den Mix geben. So lange anbraten, bis die Zwiebeln glasig sind. Gelbwurzpulver, Chilipulver sowie Garam Masala hinzugeben und alles 2 Minuten unter Rühren schmoren. Anschließend die geschnittenen Tomaten hinzufügen, umrühren und 3 Minuten zugedeckt kochen. Buttergemüse hinzufügen, aufkochen und 2 Minuten zugedeckt kochen lassen. Danach die Linsen gründlich waschen und hinzugeben, Suppe mit Salz und Pfeffer würzen. So viel Wasser hinzugeben, bis der Pfanneninhalt

die doppelte Menge erreicht. Auf kleiner Stufe 15 bis 20 Minuten kochen lassen. Falls die Suppe zu dickflüssig wird, am Schluss noch etwas Wasser hinzugeben, aufkochen lassen. Schmeckt am besten mit Basmati-Reis.

**Aniruddh Das** arbeitet am Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung an seiner Doktorarbeit. Der gebürtige Inder untersucht die Bruchzähigkeit von ODS-Stahl. Aufgrund seiner hohen Temperaturbeständigkeit wird dieses Material vor allem für die künftige Generation von Kernkraftwerken entwickelt. In unserem HZDR-Blog *ResearchIn' the World* erklärt Aniruddh Das, warum Dresden für ihn eine königliche Stadt ist.

[blogs.helmholtz.de/researchintheworld/en/](http://blogs.helmholtz.de/researchintheworld/en/)

## > Pressespiegel

### Per Laserkraft auf Hochgeschwindigkeit

Für das Fachmagazin *IEEE Spectrum*, das das *Institute of Electrical and Electronics Engineers* – ein weltweiter Berufsverband für Ingenieure – herausgibt, hat sich Neil Savage im April mit dem Petawatt-Lasersystem beschäftigt, das Forscher am HZDR-Institut für Strahlenphysik aufbauen. Während einer Pressereise zu ausgewählten ostdeutschen Forschungszentren, die der Deutsche Akademische Austauschdienst organisiert hatte, erfuhr der US-amerikanische Journalist, dass die Wissenschaftler zu dieser Zeit bei der Hälfte ihres Ziels, 500 Terawatt, standen. Wie Neil Savage schreibt, könnte diese Forschung den Kampf gegen Krebs mit Protonen vereinfachen. Bislang sind große Beschleunigeranlagen notwendig, um die Teilchen zu erzeugen, was sich nur wenige Krankenhäuser leisten können. Die Beschleunigung per Laser könnte dieses Problem lösen, da die Anlagen dadurch kompakter werden. [spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/devices/giant-german-laser-will-zap-brain-tumors-one-day](http://spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/devices/giant-german-laser-will-zap-brain-tumors-one-day)

### Starke Däumlinge

Mit dem Einsatz von Nanopartikeln bei der Tumorbehandlung hat sich Caroline Ring für die Internetseite der Helmholtz-Gemeinschaft auseinandergesetzt. Dank ihrer geringen Größe können diese Teilchen „in Regionen vordringen, die sonst nur schwer gezielt angesteuert werden können.“ Eine spezielle Weiterentwicklung fand die Wissenschaftsjournalistin am Institut für Radiopharmazeutische Krebsforschung. Hier arbeiten Forscher an Nanopartikeln, die noch wesentlich kleiner sind. Oder wie Ring formuliert: „Wenn man sich ein ‚normales‘ Nanopartikel als Spaziergänger in der Frankfurter Innenstadt vorstellt, wäre ein ultrakleines Nanopartikel demnach ein kleiner Hund, der ihn begleitet.“ Auf diese Größen geschrumpft, könnten die Teilchen mit einer ganzen Reihe wichtiger Elemente besetzt werden – neben dem Wirkstoff zum Beispiel mit Diagnosemitteln und Medikamenten. Zielgenauere und schonendere Behandlungsverfahren könnten so möglich werden. [www.helmholtz.de/gesundheit/per-taxi-zum-tumor-6065/](http://www.helmholtz.de/gesundheit/per-taxi-zum-tumor-6065/)

## > Helmholtz-Nachrichten

**Befragt.** Ein steigendes Interesse an Forschung stellt das Wissenschaftsbarometer in seiner diesjährigen Umfrage fest. Die Initiative Wissenschaft im Dialog hat insgesamt 1.000 Personen zu ihrer Meinung interviewt. Die Mehrheit (70 Prozent) schätzt die Wissenschaft als nützlich ein. Die Aussagen der Forscher werden dabei allerdings sehr unterschiedlich bewertet. So vertrauen im Bereich der Grünen Gentechnik nur 17 Prozent der Befragten in die Wissenschaft. Bei den erneuerbaren Energien sind es dagegen mehr als die Hälfte. 46 Prozent würden sich außerdem einen stärkeren Einbezug der Öffentlichkeit in die Entscheidungen über Wissenschaft und Forschung wünschen. Die ausführlichen Ergebnisse gibt es unter [www.wissenschaft-im-dialog.de/projekte/wissenschaftsbarometer/](http://www.wissenschaft-im-dialog.de/projekte/wissenschaftsbarometer/)

**Bestaunt.** Beim Projekt Uhrwerk Ozean entführt das Helmholtz-Zentrum Geesthacht Besucher auf eine einmalige Entdeckungsreise. In einer 9-minütigen animierten Fulldome-Produktion taucht der Betrachter an Fischen und Quallen vorbei, erlebt den Einsatz eines Forschungszeppelins und verfolgt Wissenschaftler bei ihrer Arbeit. Der Film bringt so die Suche nach kleinen Meereswirbeln nahe, die einen großen Einfluss auf die Ozeanzirkulation und das weltweite Klima haben könnten. Ende Juni kam dabei auch ein mit Spezialkameras bestückter Zeppelin zum Einsatz. Dadurch konnten die Geesthachter Forscher erstmals den gesamten Prozess von der Entstehung bis zum Zerfall eines Wirbels nachverfolgen. Weitere Informationen: [www.uhrwerk-ozean.de/index.html.de](http://www.uhrwerk-ozean.de/index.html.de)

## > Termine

- 16.08., 7-13 Uhr, Blutspende, HZDR
- 18.08., 10-13 Uhr, Welcome Day, HZDR
- 24.08., 19 Uhr, Vortrag von Sherwan Ahmad Alkasem: „Wissen im Exil - Die Dokumentarfilmindustrie in Zeiten des Krieges“, Deutsches Hygiene-Museum
- 29.-30.08., Workshop „Targets for Advanced Light Sources“, HZDR
- 07.09., 13 Uhr, Vortrag von Prof. Mechthild Krause: „Frauen in der Wissenschaft – Karrierewege“, HZDR
- 29.09., 19 Uhr, Eröffnung Ausstellung 800 Jahre Kreuzchor, Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek

### IMPRESSUM

#### Herausgeber:

Vorstand  
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V.  
Bautzner Landstr. 400, 01328 Dresden

**Redaktion:** Simon Schmitt/SI, Wissenschaftsredakteur,  
Kommunikation und Medien

An dieser Ausgabe haben Dr. Christine Bohnet/CB, Anja Weigl/AW,  
Sabine Penkawa/SP, Dr. Markus Fehrenbacher/MF mitgewirkt.

**Redaktionsschluss:** 25.07.2016

**Papier:** Druck auf FSC-zertifiziertem Papier