

# entdeckt

DAS FORSCHUNGSMAGAZIN AUS DEM HZDR

// AUSGABE 01.2013

hzdr.de

TITELTHEMA

## Extreme Materie

### ROHSTOFFE UNTER DEM MIKROSKOP

Freiberger Forscher untersuchen alte Bergbauhalden im Erzgebirge

### PREMIERE IM SCHÜLERLABOR DELTAX

HZDR-Schülerlabor startet neue Experimentierstrecke zur Radioaktivität

### UND DIE FORSCHUNG GEHT WEITER

Sicherheit und innovative Brennstoffzyklen für neue Kernreaktoren

**HZDR**

 **HELMHOLTZ**  
ZENTRUM DRESDEN  
ROSSENDORF

**TITELBILD . IM DEFEKT GELANDET:** Trifft ein Positron auf ein Elektron, lösen sich beide in Energieblitze auf, die als harte Strahlung in verschiedene Richtungen davonsausen.  
Schema: AlFilm



## LIEBE LESERINNEN UND LESER,

im Zentrum dieser Ausgabe von *entdeckt* steht die ELBE, allerdings fließt in unserer ELBE im Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf – anders als beim gleichlautenden Fluss – kein Wasser, sondern hier flitzen Elektronen mit 99,9 Prozent Lichtgeschwindigkeit durch Rohre, Schikanen und Anlagen. Wie auf einem Rangierbahnhof werden die leichten, elektrisch geladenen Teilchen vom Beschleuniger in eines der vielen Labore geschickt, wo sie als Treiber für unterschiedliche Strahlenquellen fungieren. So lässt sich unsichtbares Infrarotlicht im begehrten Terahertz-Bereich erzeugen, außerdem Röntgen- und Gammastrahlung sowie die Teilchensorten Neutronen und Positronen. Das Herz unseres erheblich erweiterten Experimentierzentrums ist der ELBE-Beschleuniger (**E**lektronen-**L**inearbeschleuniger mit hoher **B**rillanz und geringer **E**mittanz), aber auch moderne Hochleistungslaser können Elektronen und Protonen auf Trab bringen. Im ELBE-Gebäude entsteht in den nächsten Jahren das Petawatt-Lasersystem PENELOPE und der vorhandene Laser DRACO wird derzeit

auf eine Leistung von 500 Terawatt getrimmt. Unser neues Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen vereint diese unterschiedlichen Anlagen; aus Tradition sind wir dem Namen ELBE treu geblieben.

Alle Geschichten unter dem Titel „Extreme Materie“ beschreiben Großgeräte und handeln davon, dass Materie und Materialien extremen Bedingungen ausgesetzt werden, also intensiver Strahlung, hohen Drücken, tiefsten Temperaturen oder enormen Magnetfeldern. Maschinen sind jedoch immer nur Mittel zum Zweck, denn exzellente Wissenschaft wird von besonders begabten Menschen gemacht. Wir stellen Ihnen beispielhaft einige der Gesichter zu unseren drei großen Nutzeranlagen vor.

Lernen Sie Liz Green kennen, eine junge Physikerin aus den USA, die als lokaler Kontakt im Hochfeld-Magnetlabor Dresden Messgäste wie zum Beispiel Cedimir Petrovic betreut. Ein „alter Hase“ dagegen ist Wolfhard Möller. Im Interview berichtet er über SPIRIT und dass dieses EU-Projekt den Fortbestand des Ionenstrahlzentrums im HZDR sichern half. Davon profitiert heute Andreas Kolitsch, Geschäftsführer der HZDR Innovation GmbH, kann er doch so der Industrie einzigartigen Service auf der Grundlage von Ionenstrahlen anbieten.

Dass auch für ein Experiment das Attribut „extrem“ keine Übertreibung ist, verrät das Interview über die Forschungsplattform mit flüssigem Natrium namens DRESDYN. Die beiden Interviewpartner Frank Stefani und Peter Kaefer gewähren spannende Einblicke in all die unerwarteten Hindernisse und gigantischen Herausforderungen, die mit deren Planung und Bau verbunden sind. Anders als die ELBE oder das Hochfeld-Magnetlabor Dresden, die derzeit im Rahmen unserer Zukunftsprojekte wesentliche Erweiterungen erfahren, muss DRESDYN zunächst komplett neu erfunden, gerechnet, simuliert und schließlich gebaut werden. Eine Aufgabe, die schlaflose Nächte mit einschließt.

Eine aufmunternde Lektüre wünscht Ihnen

Christine Bohnet  
Abteilung Kommunikation und Medien im HZDR

# INHALT

## TITEL

Extreme Materie

- 04 Die neue ELBE
- 06 Defekte für die Zukunft
- 09 Klein und brillant: Die neue Röntgenquelle am HZDR
- 12 Superstrahlende Terahertz-Quelle
- 14 Ultraschnelle Detektoren für FAIR
- 18 Gebündelte Strahlkraft
- 22 Eine Ausgründung mit Modellcharakter
- 25 Taumelnde Erde im Experiment
- 31 Von Florida nach Rossendorf



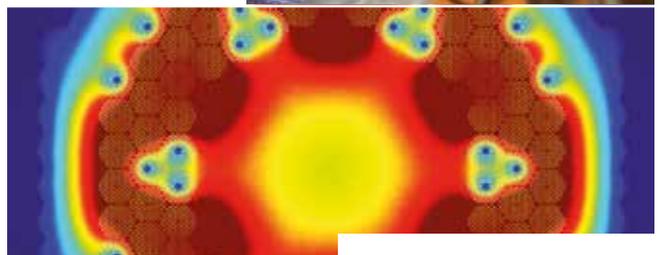
## KOOPERATION

- 34 Hand in Hand in der Materialforschung
- 36 Rohstoffe unter dem Mikroskop
- 38 Teilchenstrahlen sichtbar machen
- 40 „Das Zukunftskonzept gemeinsam umsetzen“



## PORTRÄT

- 42 Krebs mit „neuen“ Strahlen besser behandeln
- 43 Von der Chemie über die Physik zur Materialforschung
- 44 Und die Forschung geht weiter



## WISSENSWERT

- 47 Forschen für eine lebenswerte Zukunft
- 47 Das HZDR auf der Leinwand
- 48 Girls' & Boys' Day 2013 voller Erfolg
- 48 Verstärkung im Schülerlabor DeltaX
- 48 Erste Lehrerfortbildung in Freiberg
- 49 HZDR-Schülerlabor startet neue Experimentierstrecke zur Radioaktivität
- 50 Endspurt für den Protonentherapie-Bau
- 50 Endlager im Verbund erforschen
- 51 Impressum



// Quanten, Antiteilchen, Neutronen und mehr



**DAS HERZ DER ELBE:** Um die Experimentiermöglichkeiten im neuen Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen zu erweitern, müssen die Elektronenpulse des seit mehreren Jahren im Betrieb befindlichen Elektronenbeschleunigers gleich um eine ganze Größenordnung verkürzt und intensiviert werden. Die Elektronen werden als Treiber für die beiden Freie-Elektronen-Laser, zwei neue Terahertz-Quellen sowie die Anlagen zur Erzeugung von Gamma- bzw. Röntgenstrahlung, Positronen und Neutronen genutzt. Foto: Frank Bierstedt

## DIE NEUE ELBE

\_TEXT . Roland Knauer

Bekannt ist der Fotoeffekt bereits seit dem 19. Jahrhundert und niemand geringerer als Albert Einstein hat ihn 1905 auch theoretisch erklärt: Wenn ein Lichtteilchen nur genügend Energie hat, kann es aus Atomen Elektronen herausschlagen. Kaum ahnen aber konnte der wohl bekannteste Physiker aller Zeiten, dass dieser Fotoeffekt später einmal riesige Großgeräte für die Wissenschaft ermöglichen würde. Eine dieser spektakulären Forschungsmaschinen heißt ELBE (Elektronen-Linearbeschleuniger für Strahlen hoher Brillanz und niedriger Emittanz) und ist eine der tragenden Säulen des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf. Am Anfang der Anlage werden

durch das Licht eines Lasers Elektronen aus einem Halbleiter herausgeschleudert und mit enorm starken elektrischen Feldern bis nahezu auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigt. Die Elektronen erzeugen dann ihrerseits eine ganze Reihe verschiedener Strahlungsarten von Positronen und Neutronen über Infrarotlicht bis hin zu Gammastrahlen. Und weil der Elektronenbeschleuniger Supraleiter-Technik nutzt, können Pausen zum Abkühlen entfallen. Stattdessen liefert die Anlage ununterbrochen Pulse aus jeweils einer halben Milliarde Elektronen in einem eng gebündelten Strahl, der dadurch einzigartige Forschungsmöglichkeiten bietet. →

„Unser Elektronenstrahl kann zusätzlich mit einem Hochleistungslaser gekoppelt werden“, erklärt der Leiter von ELBE Peter Michel. Damit können die Forscher brillantes Röntgenlicht wie an modernen Synchrotronquellen erzeugen, allerdings auf deutlich weniger Platz. Laser sind aber auch in der Lage, Teilchen auf große Geschwindigkeiten und, so die Vision, hohe Energien zu bringen. Dadurch werden kompakte Laserbeschleuniger denkbar, die deutlich kleiner sind als herkömmliche Anlagen für die Bestrahlung von Krebspatienten. Das Prinzip: die HZDR-Wissenschaftler beschleunigen Wasserstoff-Kerne von der Oberfläche einer Folie. Die so erzeugten Protonen werden im Gewebe eines Organismus gebremst und setzen unmittelbar bevor sie stecken bleiben explosionsartig sehr viel Energie frei. Ärzte können die Strahlen so richten, dass nur der Tumor, nicht aber das oft unmittelbar in der Nähe liegende Gewebe empfindlicher, lebensnotwendiger Teile des Organismus wie zum Beispiel der Hirnstamm zerstört wird. Zwar laufen die Experimente im HZDR bisher nur an Zellkulturen. Sie liefern aber möglicherweise die Grundlagen für erhebliche Verbesserungen in der Krebstherapie. Solche Möglichkeiten konnte Albert Einstein aber wirklich nicht ahnen. —

**FREIE-ELEKTRONEN-LASER:** Forscher nutzen die intensiven Lichtblitze von zwei Freie-Elektronen-Lasern, um Materialzustände auf atomarer Ebene zu untersuchen.

Foto: Frank Bierstedt



#### KONTAKT

\_Institut für Strahlenphysik im HZDR  
Dr. Peter Michel  
p.michel@hzdr.de

## Per Knopfdruck gestartet

**Am 28. Februar 2013 weihte Sachsens Ministerpräsident Stanislaw Tillich die neue ELBE als Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen ein: „Ich wünsche dem neuen ELBE-Zentrum, dass die einzigartigen Experimentiermöglichkeiten zu herausragenden Forschungsergebnissen führen. Davon profitiert die Wissenschaftslandschaft in Dresden und Sachsen ebenso wie die Wirtschaft und somit wir alle.“**

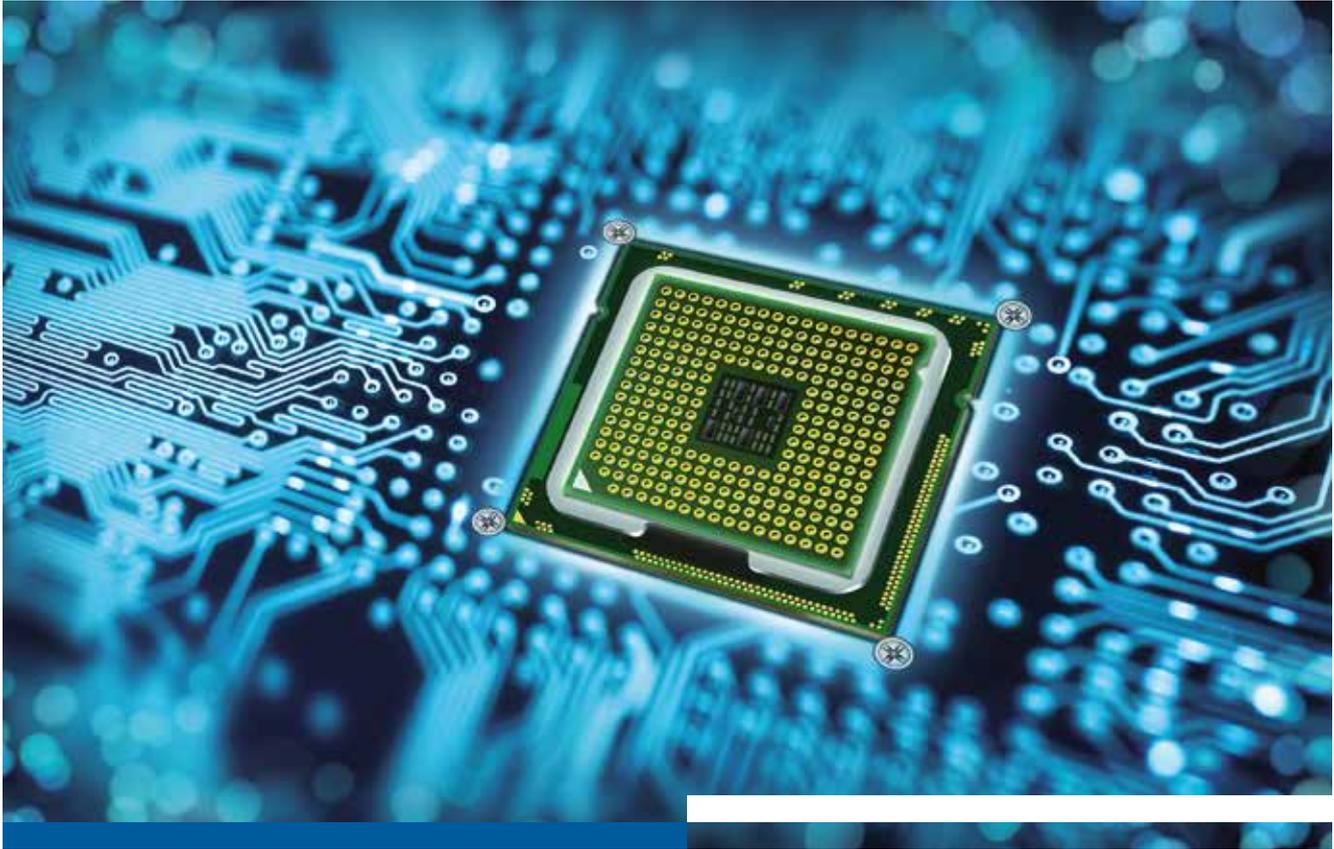
**In Anwesenheit der ELBE-Mitarbeiter gaben Ministerpräsident Tillich und Peter Michel, Leiter der ELBE, per Knopfdruck den Startschuss für die Forschung im erweiterten Gebäude. Rund 55 Millionen Euro fließen in die neue ELBE, 34 Millionen davon stellt der Freistaat Sachsen zur Verfügung.**



Sachsens Ministerpräsident Stanislaw Tillich weiht gemeinsam mit dem Wissenschaftlichen Direktor des HZDR, Roland Sauerbrey (re.), dem Kaufmännischen Direktor, Peter Joehnk (li.), und dem Leiter der ELBE, Peter Michel (2.v.li.), das neue Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen ein. Foto: Oliver Killig

**Der Ministerpräsident nutzte die Gelegenheit und warf einen Blick in die neuen Labore, etwa in jenes der neuen Terahertz-Quelle, die nicht nur dem HZDR erweiterte Forschungsmöglichkeiten bieten wird. Für die Besichtigung des Hochleistungslasers DRACO musste er, ebenso wie die anderen Gäste, Schutzkleidung anlegen, denn an die empfindliche Laser-Optik darf möglichst kein Stäubchen gelangen.**

**Beim anschließenden Jahresempfang des HZDR hob Stanislaw Tillich die Vielseitigkeit der ELBE hervor, die zugleich das größte Forschungsgerät in Sachsen ist. Mit ihrem Ausbau sei die internationale Ausstrahlung des Zentrums weiter gewachsen. Sachsen wiederum brauche genau diese Spitzenforschung, die Anziehungskraft auf die besten Forscher aus aller Welt besitze.**



**SCHNELLE PROZESSOREN:** Winzige Defekte beschleunigen Schaltprozesse in Computern und Handys enorm. Solche Löcher oder Fehlstellen lassen sich mit der Positronenquelle EPOS sehr gut untersuchen, um wichtige Hinweise zur Verbesserung moderner Materialien zu erhalten. Foto: Edelweiss – fotolia.com

## DEFEKTE FÜR DIE ZUKUNFT

\_TEXT . Roland Knauer

// Positronenquelle EPOS misst Unregelmäßigkeiten in Halbleitern, Solarzellen und Co.

Wenn Andreas Wagner vom Institut für Strahlenphysik im HZDR erzählt, dass er sich für Defekte interessiert, erntet er bei Laien schon einmal verwirrte Blicke. Festkörperphysiker dagegen wissen sofort, wovon die Rede ist: Von winzigen Fehlern in Feststoffen, bei denen zum Beispiel einzelne Atome verschwunden sein können. Solche Defekte beeinflussen die Eigenschaften von Materialien wie zum Beispiel Solarzellen enorm, lassen sich jedoch oft nur schwer untersuchen. Andreas Wagner aber ist für die Positronen-Anlage EPOS verantwortlich, mit der sich solche Feststoffe sehr gut unter die Lupe nehmen lassen.

Um diese Methode zu verstehen, hilft ein Blick auf die Struktur von Atomen. Diese besitzen einen Kern, der wiederum aus Protonen mit positiver elektrischer Ladung und den ungeladenen Neutronen besteht. In sehr großer Entfernung

hüllen die erheblich kleineren Elektronen mit ihrer negativen elektrischen Ladung diesen Atomkern ein. Da normalerweise genau so viele Elektronen um den Atomkern kreisen wie dort Protonen stecken und die beiden Ladungen sich exakt ausgleichen, sind Atome insgesamt elektrisch neutral.

Verschwindet nun bei einem Defekt ein Atom aus einem Feststoff, fehlt nicht nur der positiv geladene Atomkern, sondern verteilen sich auch die Elektronen anders. In der Umgebung dieser Leerstelle gibt es daher ein wenig mehr Elektronen als in den ungestörten Bereichen. „An solchen Defekten fehlt somit eine winzige positive elektrische Ladung, was auf Positronen wie ein Staubsauger wirkt“, erklärt Andreas Wagner. Positronen sind nämlich die Schwesterteilchen der Elektronen und haben praktisch genau die gleichen Eigenschaften, tragen aber statt einer negativen eine positive elektrische Ladung. →

Weil sich aber entgegengesetzte elektrische Ladungen anziehen, werden Positronen von der leichten negativen Ladung der Defekte angesaugt.

Sind die Positronen erst einmal im Defekt gelandet, stoßen die positiv geladenen Atomkerne in der Umgebung die winzigen, ebenfalls positiv geladenen Positronen ab und kapseln sie so ein. Ewig dauert diese Gefangenschaft allerdings nicht. Trifft das Positron nämlich auf ein Elektron, ist das Schicksal der beiden entgegengesetzt geladenen, aber sonst weitgehend gleichen Elementarteilchen besiegelt: Sie lösen sich in zwei oder drei gewaltige Energieblitze auf, die als harte Strahlung in verschiedene Richtungen mit Lichtgeschwindigkeit davon sausen. „Diese gegenseitige Vernichtung nennen wir Annihilation“, erklärt Andreas Wagner.

### Lebenserwartung von Positronen

Der Physiker interessiert sich allerdings weniger für die Energie der Vernichtungsblitze, die ohnehin mit jeweils 511 Kilo-Elektronenvolt (keV) bei zwei entstehenden Blitzen längst bekannt ist. „Wir analysieren dagegen die Lebensdauer der Positronen, also die Zeit zwischen deren Entstehung und der

**SCHWESTERTEILCHEN:** Positronen sind fast wie Elektronen, statt negativ allerdings positiv elektrisch geladen. Sie werden von überschüssigen Elektronen in Materialdefekten angezogen und sind so ein ideales Werkzeug, um Defekte zu analysieren. Foto: Frank Bierstedt

Annihilation“, erläutert Andreas Wagner. Diese Lebenserwartung liegt häufig zwischen einem Zehntel und einem Hundertstel einer Milliardstel Sekunde und hängt sehr stark von den Defekten im Material ab: Wie sehen diese genau aus und wie viele von ihnen gibt es? Daher verrät eine genaue Untersuchung der Zeitverteilung bis zur Zerstrahlung der Positronen den Wissenschaftlern einiges über die Defekte. So entpuppen sich die Positronen als gutes Mittel, mit dem man Leerstellen und andere Defekte zwar nicht sehen, aber immerhin hervorragend analysieren kann.

Wo aber kommen die Positronen her, die von der EPOS-Anlage im HZDR geliefert werden? Einen wichtigen Hinweis gibt bereits die Abkürzung, die für „**ELBE Positron Source**“, also für „Positronen-Quelle am **Elektronen-Linearbeschleuniger für Strahlen hoher Brillanz und niedriger Emittanz (ELBE)**“ steht. Trifft dieser Elektronenstrahl auf festes Material, werden die winzigen Teilchen dort gebremst. Dabei geben sie Energie ab, die wiederum als Röntgenstrahlung frei wird. Genau umgekehrt wie bei der gegenseitigen Vernichtung von Positronen und Elektronen, bei der zwei Röntgenblitze entstehen, kann im luftleeren Raum aus einem winzigen Quantenpaket dieser Bremsstrahlung ein Paar aus einem Elektron und einem Positron entstehen. Das klappt aber nur, wenn in der Nähe ein Atomkern den Impuls dieses Röntgenquants aufnimmt: Am HZDR übernimmt ein Blech aus Wolfram diese Aufgabe. Der so entstandene Positronen-Strahl besteht genau wie der ELBE-Elektronenstrahl aus kurzen Pulsen, die zwischen fünf und zehn billionstel Sekunden lang sind und die im Vergleich mit anderen Positronenquellen extrem scharf abgegrenzt sind. Dadurch aber kennen die Forscher die Entstehungszeit der Positronen sehr genau und können so auch deren Lebensdauer →





**UNTER DIE LUPE:** Die Anlage für Experimente mit Positronen im HZDR liefert den Wissenschaftlern Andreas Wagner (rechts) und Maik Butterling viel genauere Analysen als andere Positronenquellen.  
Foto: Frank Bierstedt

sehr exakt bestimmen. „Kurzum lassen sich Defekte mit den EPOS-Positronen viel genauer analysieren als an anderen Anlagen“, fasst Reinhard Krause-Rehberg von der Martin-Luther-Universität in Halle zusammen, der EPOS maßgeblich mitentwickelt hat.

### Schnelle Prozessoren, effiziente Katalysatoren und widerstandsfähige Materialien

Es gibt eine ganze Reihe Materialien, die für moderne Technologien benötigt werden und deren Struktur mit Positronen erforscht und letztendlich auch verbessert werden kann. So ist Siliziumdioxid ein wesentlicher Bestandteil moderner Prozessoren in Computern. Allerdings lassen sich elektrische Ladungen in diesem Material nur schwer verschieben. Das aber bremst die Schaltprozesse enorm, die in einem Prozessor pausenlos und in sehr hoher Zahl stattfinden. Ein Prozessor wäre also deutlich schneller, wenn man die Dielektrizitätszahl senken könnte. Das wiederum erreichen Werkstoffwissenschaftler, wenn sie winzige Löcher in das Material einbauen, die einen Durchmesser von ungefähr einem millionstel Millimeter haben. So entsteht eine Art Mikroschwamm mit erheblich niedrigerer Dielektrizitätszahl. Und wieder lassen sich diese winzigen Löcher mit Positronen und deren Annihilation sehr gut untersuchen.

In den für viele chemische Reaktionen extrem wichtigen Katalysatoren spielen Membranen eine entscheidende Rolle, die ebenfalls eine solche Mikroschwamm-Struktur haben. Allerdings funktionieren sie nur, wenn die winzigen Löcher miteinander verbunden sind, sodass Flüssigkeiten dort fließen können. Und erneut liefert der Positronen-Strahl von EPOS gute Analysen dieser Defekte, aus denen Wissenschaftler schließen können, ob die Membran ihre Aufgabe zuverlässig erfüllen wird.

Die Energie der bei der Annihilation entstehenden Röntgenblitze ist nicht immer exakt 511 keV. Trifft das Positron zum Beispiel auf ein Elektron, das um einen Atomkern kreist, hat

dieses je nach Atomkern und Umlaufbahn eine exakt messbare Energie. Diese Energie aber nehmen die Annihilationsblitze mit auf und bekommen so ein wenig andere keV-Werte. Mit diesem Unterschied zu den ursprünglichen 511 keV aber können die Forscher die Chemie in der Umgebung des Defekts analysieren und erhalten so weitere wertvolle Informationen über das untersuchte Material.

EPOS könnte unter Umständen auch eine wichtige Rolle bei einer Energiequelle spielen, die Forscher schon seit vielen Jahren entwickeln, der Kernfusion. Dabei verschmelzen leichte Atomkerne zu schwereren und geben gleichzeitig riesige Energiemengen frei, die genutzt werden können. Noch tüfteln Wissenschaftler weltweit an den Grundlagen dieser Fusionsreaktion. Aber schon jetzt wissen sie, dass dabei sehr viele Neutronen entstehen. Diese relativ schweren Elementarteilchen ohne elektrische Ladung aber schießen mit der Zeit Defekte in den Stahl eines solchen Reaktors. Dadurch aber können die Metallatome schlechter aneinander vorbeigleiten und der Stahl wird spröde, kann im Extremfall sogar brechen oder reißen. Mit den Positronen aus EPOS aber kann Andreas Wagner untersuchen, wie solche Defekte entstehen. Mit diesem Wissen lässt sich ein Stahl entwickeln, der beim hohen Neutronenfluss in Fusionsreaktoren weniger schnell spröde wird und der viel länger hält. Die Positronen aus der ELBE-Anlage könnten so für die Entwicklung vieler in Zukunft wichtiger Materialien eine zentrale Rolle spielen. —

#### KONTAKT

— Institut für Strahlenphysik im HZDR  
Dr. Andreas Wagner  
a.wagner@hzdr.de

## KLEIN UND BRILLANT: DIE NEUE RÖNTGENQUELLE AM HZDR

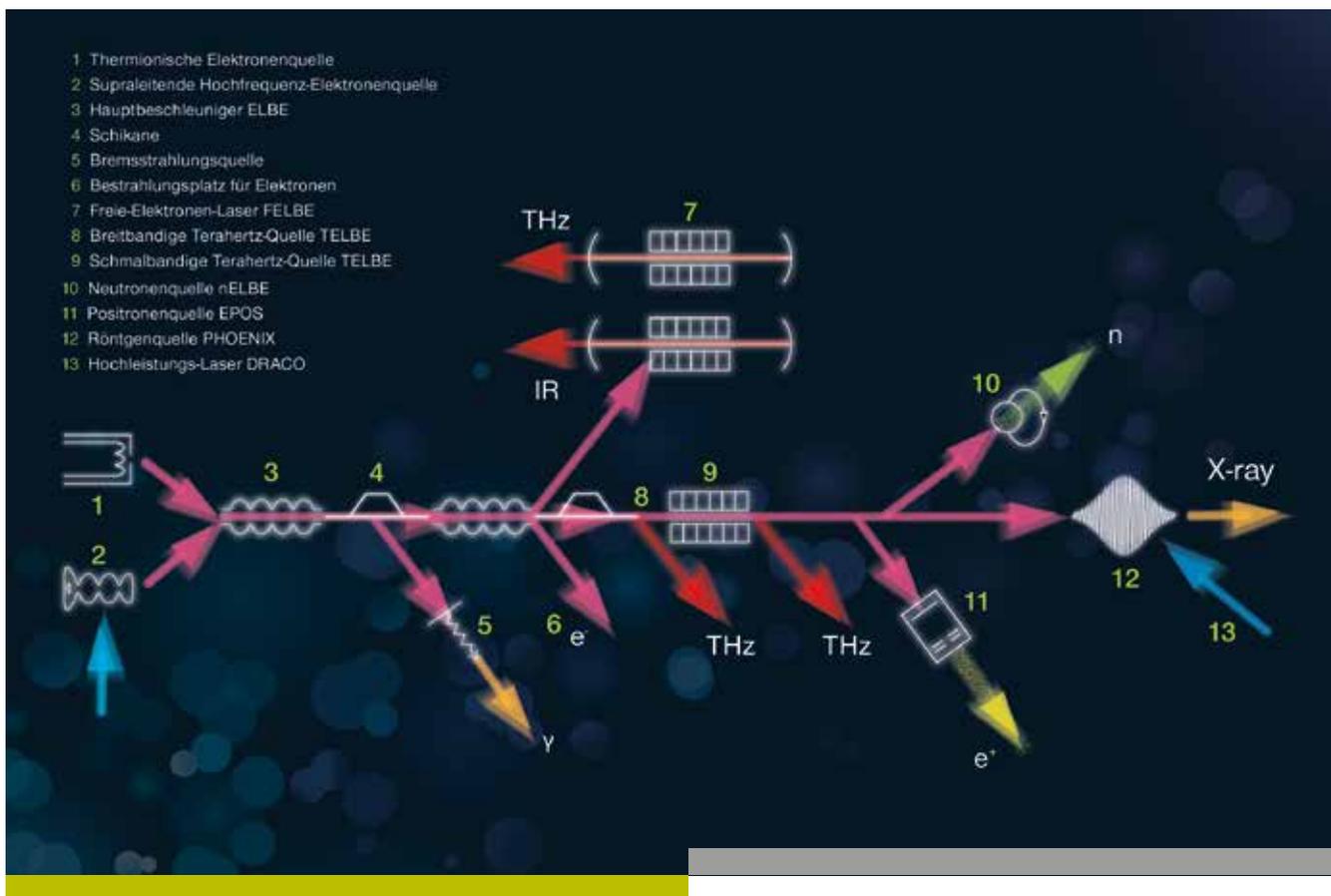
\_TEXT . Anja Weigl



**PHOENIX:** In diesem Prototyp für eine neue Experimentierkammer richten die Laserforscher das Licht des Hochleistungslasers DRACO auf den Elektronenstrahl des ELBE-Beschleunigers. Doktorandin Josefine Metzkes justiert die Spiegel für einen Versuchsaufbau. Foto: Frank Bierstedt

// Brillantes Röntgenlicht ist gefragt – in den unterschiedlichsten wissenschaftlichen Bereichen.

Es gestattet immer tiefere Einblicke in die Struktur von Materialien, Zellen, Molekülen und Atomen sowie von extrem kurzen biologischen, chemischen und physikalischen Prozessen. Weltweit entstehen derzeit neue Röntgenlichtquellen, auch am HZDR: Hier koppeln Forscher einen beschleunigtergetriebenen Elektronenstrahl mit dem intensiven Licht eines Hochleistungslasers in der Röntgenquelle PHOENIX. Heraus kommen brillante Eigenschaften.



**UNIVERSALGERÄT:** Die Elektronen | pink | aus dem Teilchenbeschleuniger ELBE werden umgewandelt in Licht im Infrarot- und Terahertz-Bereich | rot |, in Röntgen- und Gammastrahlung | orange | sowie in Neutronen | grün | und Positronen | gelb |. Die PHOENIX-Anlage für extrem kurzwelliges und intensives Röntgenlicht (12) ist eine der neuesten Entwicklungen in der ELBE. Die Röntgenstrahlung entsteht durch Kopplung von Elektronen und Licht | blau | aus einem Hochleistungslaser.

Zwei Hochleistungslaser, die intensives Licht erzeugen, und einen Elektronen-Linearbeschleuniger, der eine ganze Reihe von Strahlungsarten von Positronen und Neutronen über Infrarotlicht bis hin zu Gammastrahlung hervorbringt, vereint das neue Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen namens ELBE am HZDR. Und das kann man wörtlich nehmen: Das in den vergangenen Jahren beträchtlich erweiterte Gebäude

bietet nun optimale Bedingungen, um Laserlicht und Elektronenstrahl miteinander zu koppeln und dabei brillante harte Röntgenstrahlung zu produzieren für immer tiefere Einblicke in die Materie. Einer Gruppe um den HZDR-Doktoranden Axel Jochmann und den wissenschaftlichen Mitarbeiter Arie Irman ist das schon im September 2011 im HZDR erstmals gelungen. Zwar noch nicht perfekt, denn die für die Experimente

→

aufgebaute Vakuumkammer war als Prototyp gedacht und sollte zunächst die Machbarkeit des Projekts zeigen – was die Nachwuchsforscher erfolgreich getan haben. Inzwischen sind sie in einen eigenen Experimentierraum – ein „Cave“ – im neuen ELBE-Teil umgezogen. Und ihre Ausstattung haben sie um eine zweite, verbesserte Experimentierkammer erweitert.

Röntgenlicht entsteht unter anderem, wenn Elektronen beschleunigt und abgebremst werden; dabei geben sie einen kleinen Teil ihrer Energie als Photonen, also Lichtteilchen, ab. Moderne Lichtquellen wiederholen diesen Vorgang systematisch, indem sie die Elektronen in regelmäßige Schwingungen versetzen. Dafür werden sie durch spezielle Magnetanordnungen gelenkt. Anstelle dieser sogenannten Undulatoren kann man Elektronen „optisch“ mit kurzen, intensiven Lichtpulsen, wie von den Lasern DRACO oder PENELOPE am HZDR, zum Schwingen bringen. Die kleine Wellenlänge der Laserpulse bestimmt die Bewegung der Elektronen und diese wiederum die Wellenlänge des Röntgenlichts, welches die Elektronen bei jeder Änderung ihrer Richtung aussenden. Sie liegt bei etwa 800 Nanometern, verkürzt sich aber durch relativistische Effekte weiter bis auf 0,1 Nanometer. Da das dem Abstand von Atomen in einem Molekül entspricht, können Forscher damit die Struktur von Materie auf atomarer Ebene untersuchen. Durch die extrem kurze Dauer der Lichtpulse, die gleichermaßen auf die Röntgenphotonen übertragen wird – sie befindet sich im Bereich zwischen einer Pikosekunde und einhundert Femtosekunden, dem jeweils Billionstel bzw. Billionstel Teil einer Sekunde –, werden schnelle Prozesse erfassbar.

## Wie Synchrotronlicht

„Das Röntgenlicht, das wir erzeugen, hat ähnliche Eigenschaften wie das Licht moderner Synchrotronquellen“, sagt Thomas Cowan, Direktor am Institut für Strahlenphysik. Weil sich die Wechselwirkungen zwischen Photonen und Elektronen auf viel kleineren Strecken abspielen – eben den Wellenlängen des Lichts – als die mechanisch begrenzten Abstände zwischen den Magneten in einem Undulator, hat die Röntgenquelle PHOENIX (**PH**oton **E**lectron collider for **N**arrow bandwidth **I**ntense **X**-rays) am HZDR deutlich geringere Ausmaße. Auf einem Plan der noch nicht ganz fertigen Experimentierkammer im neuen Cave zeigt Axel Jochmann auf einen winzigen Punkt. Dort sollen der seitlich eintreffende Elektronenstrahl und das durch den Boden zugeführte Laserlicht miteinander kollidieren. „Wir reden hier über eine Fläche von wenigen Quadratmikrometern“, so Jochmann. Die Kammer selbst wird, eingehüllt in einen Mantel aus Aluminium mit zahlreichen aufklappbaren Fenstern, etwa sechs Meter lang und weniger als zwei Meter breit sein. Das ist die Größenordnung der Experimente, in der sich die Laserforscher – sie sprechen von „table-top“, also Versuchsanordnungen auf mehr oder minder großen Laborischen – bewegen.

Wie präzise die Wissenschaftler arbeiten müssen, ist nahezu unvorstellbar: „Wir müssen beide Forschungsanlagen räumlich auf die Größe des Durchmessers eines Haars und zeitlich auf eine Pikosekunde genau fokussieren“, erklärt Axel Jochmann. Die Laserpulse und der Strahl, in dem die Elektronen

sich ebenfalls in kleinen Bündeln bewegen, sind sehr dicht gepackt. „Sie enthalten jeweils etwa 500 Millionen Elektronen und über eine Trillion Lichtteilchen“, so der Doktorand. „In jedem Puls können wir damit rund 100 Millionen Röntgenphotonen erzeugen. Wenn die neue supraleitende Elektronenquelle, die eine höhere Elektronendichte erlaubt als bisher, eingesetzt wird“, fügt Jochmann hinzu.

## Vor-Experimente für Helmholtz-Beamline am Röntgenlaser XFEL

Die perfekte Synchronisation von Laser- und Elektronenstrahl am HZDR soll künftig auch genutzt werden, um Experimente an der geplanten Helmholtz-Beamline am europäischen Röntgenlaser XFEL vorzubereiten, der gegenwärtig am Hamburger Beschleunigerzentrum DESY gebaut wird. An der Beamline sollen dereinst die brillante Röntgenstrahlung eines Freielektronen-Lasers mit dem Licht eines Hochleistungslasers kombiniert werden. „Das erlaubt uns Experimente und wissenschaftliche Möglichkeiten, die bisher überhaupt noch nicht existieren“, sagt Thomas Cowan, der das internationale Nutzerkonsortium zum Aufbau der Beamline leitet. So lassen sich bestimmte strukturelle oder geophysikalische Vorgänge nur untersuchen, indem man sie mit intensivem Laserlicht anregt und unmittelbar danach unter heller Röntgenstrahlung untersucht. Wenn XFEL im Jahr 2015 die ersten Röntgenblitze aussendet, soll auch die Röntgenquelle am HZDR wieder in Betrieb gehen. „Die Experimente am XFEL, also auch an der Helmholtz-Beamline, werden sehr begehrt und teuer sein. Wir wollen sie daher hier bei uns mit unserem Know-how perfekt vorbereiten“, so Thomas Cowan.

Derweil hängt Axel Jochmann schon einem anderen Gedanken nach: „Wir haben an unserer Röntgenquelle auch die Möglichkeit, den Laserstrahl mit laserbeschleunigten Elektronen zu kombinieren.“ Das allerdings würde tatsächlich ganz neue technische Dimensionen bedeuten, denn auf große Beschleunigeranlagen könnte man dann verzichten, und auch von betriebswirtschaftlicher Seite her ist diese Vision verlockend. Das Spielfeld für Laserforscher wie Axel Jochmann bleibt also groß.

### PUBLIKATION:

A. Jochmann, A. Irman u.a.: "Operation of a picosecond narrow-bandwidth Laser-Thomson-Backscattering X-ray source", in Nuclear Instruments and Methods in Physics, Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms (2013; DOI: 10.1016/j.nimb.2013.01.065) —

### KONTAKT

— Institut für Strahlenphysik im HZDR  
Axel Jochmann  
a.jochmann@hzdr.de

// Intensive Pulse im unsichtbaren Terahertz-Bereich wecken bereits seit etlichen Jahren enormes Interesse bei Wissenschaftlern. Der Grund dafür sind die besonderen Eigenschaften dieser sehr langwelligigen Strahlung. Die stärksten Terahertz-Pulse erzeugen derzeit Geräte, die durch Elektronenbeschleuniger angetrieben werden.

## SUPERSTRALENDE TERAHERTZ-QUELLE

\_TEXT . Christine Bohnet



**DIAGNOSELABOR:** In diesem Labor in der ELBE können in Zukunft neuartige Experimente mit Terahertz-Strahlung durchgeführt werden.

Foto: Frank Bierstedt

Zu dem Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen mit Namen ELBE gehört seit neuestem auch eine einmalige Terahertz-Anlage. Terahertz-Strahlung ist unsichtbar, weil ihre Wellenlänge viel größer als sichtbares Licht ist und zwischen dem fernen Infrarot und den Mikrowellen liegt. Für den Menschen ist sie, anders als beispielsweise Röntgenstrahlung, ungefährlich. Das HZDR verfügt bereits über zwei starke Freie-Elektronen-Laser im Terahertz-Bereich, die Strahlung in einer genau definierten Wellenlänge – also in nur einer Farbe – abgeben; die Wellenlänge oder Farbe ist dabei frei wählbar. Die neue Quelle TELBE vergrößert den im ELBE-Zentrum →

verfügbaren Spektralbereich der Terahertz-Strahlung um gleich eine ganze Größenordnung und soll die Experimentiermöglichkeiten für Forscher aus dem HZDR und aus aller Welt wesentlich erweitern.

Warum Terahertz-Strahlung so begehrt ist? Mit Wellenlängen zwischen 0,03 und drei Millimetern ist dieses Licht besonders gut geeignet, um Reaktionen in Materie anzustoßen bzw. zu untersuchen. Aber auch Forscher aus den Lebenswissenschaften träumen davon, Terahertz-Strahlung zur Untersuchung wichtiger Vorgänge in Organismen einzusetzen, etwa um die Nervenleitung oder die Verarbeitung von Reizen zu erforschen. Beschleunigerexperten schließlich wollen Terahertz-Anlagen dafür nutzen, die zeitliche Struktur von Elektronenpulsen auszumessen.

Entsprechend soll die neue Anlage im HZDR als präzises Diagnoselabor für die Elektronen aus dem ELBE-Beschleuniger dienen, wird dieser doch bald höher geladene und kürzere Elektronenpulse als bisher liefern. Elektronenpakete dieser Güte bilden zugleich die Basis dafür, dass eine superradiante Terahertz-Quelle an einem so kleinen Elektronenbeschleuniger wie der ELBE überhaupt möglich ist. Superradianz bedeutet vereinfacht ausgedrückt, dass äußerst intensives Licht in einem lawinenartig kurzen Prozess entsteht, ohne dass dabei – wie etwa bei einem Freie-Elektronen-Laser – Spiegel als Resonatoren benötigt werden. Vorausgesetzt, die Beschleunigerphysiker erreichen die vorgesehenen Parameter, dann wird TELBE zukünftig das ganze Spektrum bis tief in den sogenannten Gigahertz-Bereich bis zu 0,1 Terahertz beziehungsweise drei Millimetern Wellenlänge mit noch intensiveren Pulsen abdecken. Im Erfolgsfall soll TELBE zum internationalen Nutzergerät für Forscher aus den Material- und Lebenswissenschaften werden. Hier kommt ein weiterer Vorzug von TELBE ins Spiel; sie ist für den Dauerbetrieb konzipiert. „Mit dieser Anlage ist nämlich anders als in allen anderen vergleichbaren Geräten ein Dauerstrich-Betrieb möglich“, erklärt der Physiker Michael Gensch. „Andere Geräte müssen nach einer kleinen Serie superkurzer Blitze eine Pause von ein paar tausendstel Sekunden einlegen. Unser supraleitender Elektronenbeschleuniger aber macht diese Unterbrechungen überflüssig und wir können Dauerstrich-Betrieb fahren.“

## Erfolgreiche Inbetriebnahme

Die erste Strahlzeit absolvierte Michael Genschs Maschine im März 2013 mit Bravour. Physikerkollegen vom DESY waren eigens dafür aus Hamburg angereist, wo sich einer der weltweiten „Konkurrenten“ von TELBE befindet: Die Terahertz-Quelle am Freie-Elektronen-Laser FLASH. Diese Pilotanlage sieht Gensch als Vorbild für TELBE, allerdings soll seine Strahlungsquelle – und genau da liegt auch die große Herausforderung – von Elektronen aus einem viel kleineren Beschleuniger auf einer sehr kurzen Strecke angetrieben werden. Doch obwohl sich die Dimensionen des Dresdner Projekts ebenso in anderen Größenordnungen bewegen wie die Kosten, mithalten können mit der internationalen Beschleunigergemeinde will man dennoch. „Wir arbeiten im Helmholtz-Programm Beschleunigerforschung und -entwicklung mit den großen



**TERAHERTZ:** Die neue Anlage sendet Strahlung über einen großen Wellenlängen-Bereich aus und vergrößert das in der ELBE verfügbare, elektromagnetische Spektrum. Foto: Frank Bierstedt

Playern DESY und KIT, dem Karlsruher Institut für Technologie, zusammen. Wichtig für uns ist zudem die enge Kooperation mit internationalen Partnern von den beiden großen Nationalen Beschleuniger-Laboren in den USA, also dem SLAC und dem Jefferson Lab. Nicht zuletzt verfolgen wir gemeinsam mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) das Ziel, Methoden zu entwickeln, die es erlauben, die Energie unserer Terahertz-Blitze auf das Genaueste bestimmen zu können. Das ist nämlich in diesem Spektralbereich eine bisher unge löste Aufgabe.“

Der nächste wichtige Schritt auf dem Weg zu einer der namhaften Lichtquellen der Zukunft besteht für Gensch und seine HZDR-Kollegen darin, die Elektronenpulse von ELBE zu verkürzen und zu intensivieren, und das gleich um mehr als eine Größenordnung! So wollen sie TELBE mit Unterstützung von Partnern und Pilotnutzern nach und nach weiter in Betrieb nehmen und testen. „Wir stehen am Anfang einer langen Entwicklungsphase und bewegen uns an der Grenze des technologisch Machbaren. Unsere Hoffnung ist es, im Jahr 2015 entscheiden zu können, ob TELBE tatsächlich als reguläre Experimentieranlage einsatzfähig ist“, erklärt Gensch. Und fügt hinzu: „In jedem Fall aber handelt es sich um eine weltweit einzigartige Anlage, um Elektronenpakete zu studieren und Konzepte für den Betrieb großer Forschungsanlagen wie den European XFEL in Hamburg zu entwickeln.“

## PUBLIKATIONEN:

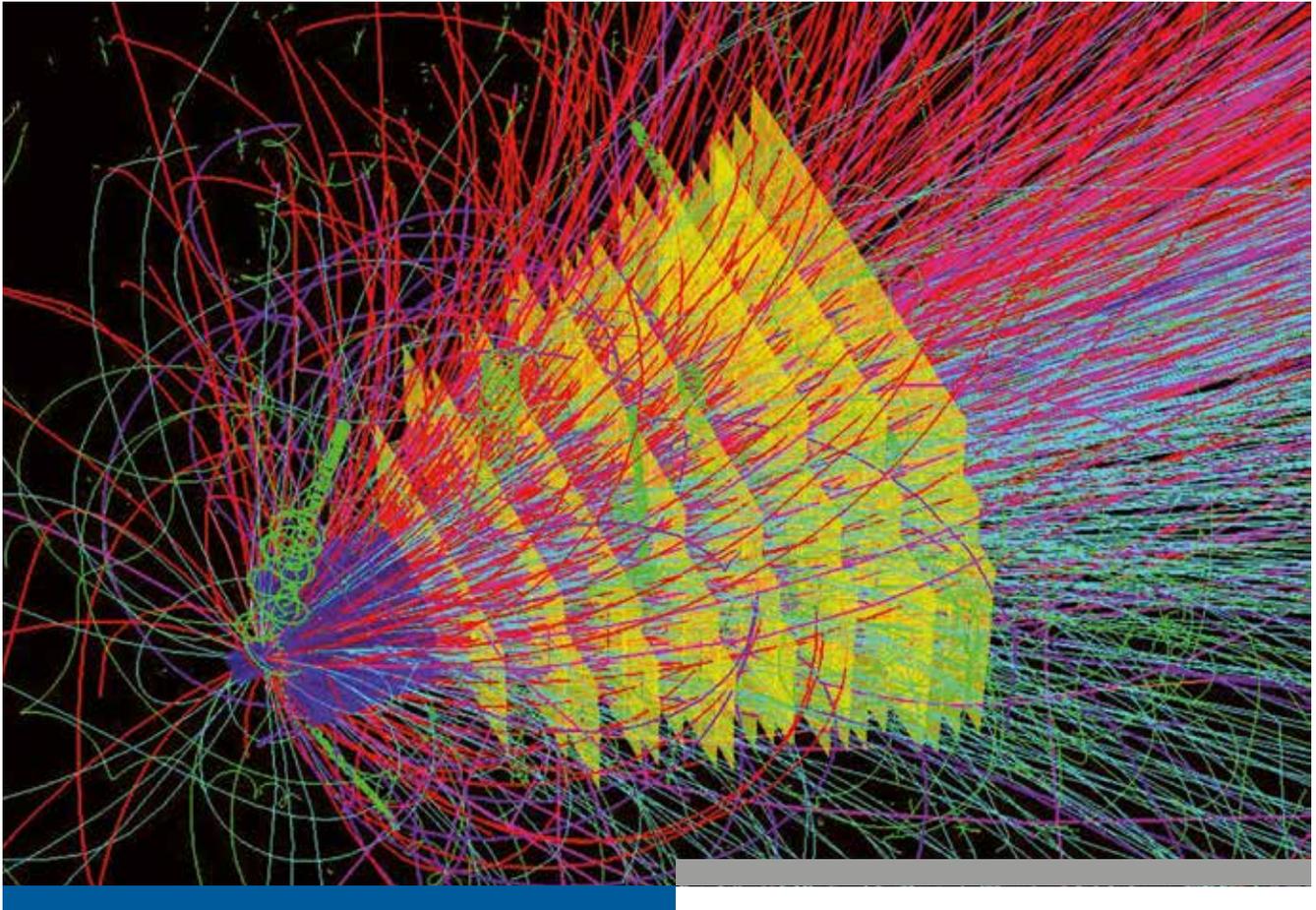
F. Tavella, N. Stojanovic, G. Geloni, M. Gensch: “Few femtosecond timing at 4th generation X-ray lightsources”, in Nature Photonics, Bd. 5 (2011), S. 162 (DOI: 10.1038/NPHOTON.2010.311)

M. Foerst u.a.: “THz control in correlated electron solids: sources and applications”, in K.-E. Peiponen u.a. (Hrsg.), Terahertz Spectroscopy and Imaging, Bd. 1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012 (DOI: 10.1007/978-3-642-29564-5\_23) —

## — KONTAKT

— Institut für Strahlenphysik & Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung im HZDR  
Dr. Michael Gensch  
m.gensch@hzdr.de

// Physiker Lothar Naumann und seine Kollegen am HZDR entwickeln leistungsfähige, schnelle Detektoren für das CBM-Experiment am geplanten Beschleunigerzentrum FAIR in Darmstadt. Die Kollaboration sucht nach Spuren von Quarks, die als elementare Teilchen der Materie gelten.



**TEILCHENHAGEL:** Die Detektoren müssen extrem leistungsfähig und schnell sein, um Millionen Teilchen in kurzer Zeit zu registrieren.

Illustration: CBM-Kollaboration

## ULTRASCHNELLE DETEKTOREN FÜR FAIR

\_TEXT . Anja Weigl

Was kommt nach dem Higgs? Oder anders gefragt: Welches Thema aus der Wissenschaft hat als nächstes das Zeug, über längere Zeit ein ähnlich großes öffentliches Interesse auf sich zu lenken wie die Suche nach dem Higgs-Teilchen am Genfer Forschungszentrum CERN? Die Teilchenphysik jedenfalls, die dadurch ein Stück in die Öffentlichkeit gerückt wurde, hält noch viele ungeklärte Fragen und physikalische Probleme bereit.

Zum Beispiel der Nachweis eines einzelnen Quarks. Während das Higgs jetzt mit hoher Wahrscheinlichkeit am CERN gefunden wurde, hat bisher noch niemand ein Quark-Teilchen – sie bilden eine ganze Familie von Partikeln – beobachtet. Denn es kommt nicht frei vor, es ist ein elementares Teilchen und gemäß dem Standardmodell der Teilchenphysik am Aufbau anderer Teilchen wie Protonen und Neutronen beteiligt.

Ähnlich wie sie Spuren des Higgs-Teilchens suchen, wollen die →

**FAIR:** 3-D-Ansicht des geplanten Beschleunigerzentrums FAIR für Forschung mit Antiprotonen und Ionen in Darmstadt. Schema: FAIR/GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung



Kernphysiker Signale von Quarks aufzeichnen. Damit könnten sie ihre Annahmen zur Entstehung unseres Universums und zur Beschaffenheit der Materie fundieren.

Wer in der Physik beschlagen ist oder die Wissenssendung „Quarks & Co“ des Westdeutschen Rundfunks kennt, der weiß, dass man „Quark“ nicht mit langem Vokal wie das deutsche „a“ ausspricht, sondern wie eine Mischung aus „a“ und „o“, die man häufig z. B. in der englischen oder auch der schwedischen Sprache antrifft. Kein Wunder, denn es war der US-amerikanische Physiker Murray Gell-Mann, der den Namen „Quark“ in den 1960-er Jahren für die Grundbausteine der Hadronen einführte, also Teilchen wie Protonen und Neutronen, die der stark wechselwirkenden Kraft unterliegen. Für seine Klassifikation der Hadronen und deren Wechselwirkungen erhielt Gell-Mann 1969 den Nobelpreis für Physik. Namenspatron für das damals neu postulierte Elementarteilchen war, man ahnt es aber bereits, wirklich das Milchprodukt Quark. Gell-Mann soll über das Wort in einem Roman des Iren James Joyce gestolpert sein, der es wiederum auf einem Markt bei einer Reise in Deutschland gehört haben soll.

## Dichte Kernmaterie aus dem Labor

Ein Unterfangen wie die Jagd nach dem Higgs oder die Suche nach Quarks ist nur in einer großen Kollaboration möglich, betrachtet man die gewaltigen Forschungsmaschinen und Experimente, die man dafür braucht. Für solche Art von Physik soll in Zukunft Darmstadt noch stärker stehen. Das internationale Beschleunigerzentrum FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) wird dort gebaut. Es soll Antiprotonen- und Ionenstrahlen für die Erforschung des Aufbaus der Materie und der Entwicklung des Universums zur Verfügung stellen. Ein Teil davon ist das CBM-Experiment.

Protonen und Neutronen sind aus jeweils drei Quarks aufgebaut, die durch eine Art Klebstoff, die Gluonen, zusammengehalten werden. Weil die Kernteilchen in der unübersichtlichen Welt der kleinen und kleinsten Materiebausteine zur Klasse der Baryonen gehören, ist das Projekt auch nach diesen benannt: Compressed Baryon Matter-Experiment (CBM). „Wenn man die Kernbausteine stark verdichtet, kann man das Verhalten quasi freier Quarks untersuchen“, sagt →

Physiker Lothar Naumann vom HZDR. Das Rossendorfer Team arbeitet mit 400 Wissenschaftlern aus 50 Forschungseinrichtungen in 15 Ländern in der CBM-Kollaboration zusammen, gemeinsam wollen sie jenen Zustand dichter Kernmaterie im Labor herstellen und untersuchen. „Damit können wir tief in die Vergangenheit schauen, etwa 14 Milliarden Jahre bis zum Urknall, und davon wiederum nur die ersten Minuten“, erzählt er weiter. Die Wissenschaftler gehen davon aus, dass die gesamte Materie damals stark konzentriert war und aus dieser „Ursuppe“ heraus die Elementarteilchen und später die chemischen Elemente entstanden.

Quark-Gluon-Plasma heißt dieser dichte Materiezustand im Fachjargon. Um ihn zu erzeugen, wollen die CBM-Forscher schwere Atomkerne zur Kollision bringen. „Dazu kann man zum Beispiel einen beschleunigten Ionenstrahl auf eine dünne Goldfolie lenken“, sagt Naumann. Wenn einzelne schwere Atomkerne mit vielen Quarks und Gluonen – im Gegensatz zu leichteren Kernen, die davon weniger enthalten – aufeinandertreffen, können hunderte oder tausende neuer Teilchen entstehen. Dazu müssen leistungsfähige Beschleuniger, wie bei FAIR geplant, die Kerne aufeinander lenken und die starken Kräfte zwischen den Kernbausteinen überwinden. Wenn Protonen und Neutronen dann zusammentreffen und sich überlappten, könnten Quarks direkt miteinander wechselwirken und einen neuartigen Materiezustand herstellen – fertig wäre das Quark-Gluon-Plasma.

Eine davon ist die Messung der Flugzeit, für die Lothar Naumann und seine HZDR-Kollegen zentrale Detektor-Komponenten entwickeln. Mit rund 100 Quadratmetern ist der gesamte Flugzeit-Detektor etwa so groß wie die Grundfläche eines Einfamilienhauses. Entsprechende Dimensionen muss auch der unterirdische Bunker haben, in dem das CBM-Experiment untergebracht wird. Frühestens 2017 können die Wissenschaftler mit seinem Aufbau beginnen. Bis dahin gilt es, die Detektoren fertig zu entwickeln, zu testen und zu bauen. Am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf wird gegenwärtig ein Detektor mit einer Fläche von rund einem Quadratmeter, der aus vielen kleinen Segmenten besteht, aufgebaut. Diesen Prototyp haben die Forscher schon vor einiger Zeit sehr erfolgreich mit dem Elektronenstrahl des ELBE-Beschleunigers am HZDR getestet. Auch CBM-Kollegen an der Tsinghua Universität in Peking, China, und am Institut für Theoretische und Experimentelle Physik in Moskau, Russland, nutzen neben anderen Gruppen den Elektronenstrahl, um daran ihre Detektoren für FAIR zu testen.

### Detektoren aus Spezialkeramik

Die HZDR-Komponenten müssen zwei Hauptanforderungen erfüllen, erklärt Lothar Naumann: „Sie müssen die Geschwindigkeit von, erstens, sehr vielen einzelnen Teilchen mit, zweitens, einer sehr hohen Genauigkeit registrieren.“ Das ist

---

„Unsere Detektoren müssen die Geschwindigkeit von sehr vielen einzelnen Teilchen mit einer sehr hohen Genauigkeit registrieren.“

---

Die Teilchen sind darin viel dichter angeordnet als in normaler Materie. Das CBM-Experiment wird extrem dichte Plasmen erzeugen: Die Forscher beschleunigen die Ausgangsteilchen auf „moderate“ Energien, dadurch können die Partikel intensiv miteinander wechselwirken. Auch am CERN oder am Brookhaven National Laboratory, USA, werden solche Plasmazustände untersucht, aber mit höheren Teilchenenergien und geringerer Dichte.

### Zehn Millionen Teilchen-Kollisionen pro Sekunde

Nur ein kleiner Teil der neu entstandenen Teilchen wird aus einem „Volltreffer“ resultieren, also aus einem direkten Zusammenstoß zweier Atomkerne. Sie gilt es aus der Menge der Signale herauszufiltern, die die Teilchen-Kollisionen – bis zu zehn Millionen pro Sekunde – aussenden. Die Wissenschaftler brauchen also extrem leistungsstarke Detektoren, für deren Entwicklung sie neue Materialien und Technologien einsetzen, um die unzähligen Teilchen verarbeiten zu können. Das CBM-Experiment ist deshalb als Kombination mehrerer Detektorsysteme geplant, die unterschiedliche Aufgaben haben.

ihm und seinen Kollegen gelungen, die Tests liegen drei Jahre zurück. Das Ergebnis: Die neuen Detektoren sind in der Lage, auf einer Fläche von einem Quadratzentimeter bis zu einer Million Teilchen pro Sekunde mit einer Genauigkeit von 100 Pikosekunden zu bestimmen (in dieser Zeit fliegt ein Teilchen, das sich mit nahezu Lichtgeschwindigkeit bewegt, 30 Millimeter weit). Weil die meisten Teilchen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die Mitte des gigantischen Flugzeit-Detektors passieren, sollen die schnellen HZDR-Komponenten dort zum Einsatz kommen.

„Die Detektoren haben unsere Erwartungen übertroffen“, gibt Lothar Naumann gerne zu. „Wir haben sie in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS in Dresden entwickelt und sind sehr glücklich über unsere Partner dort.“ Dem Test vorausgegangen war eine etwa zweijährige Entwicklungszeit, in der die Forschungspartner nach einem geeigneten Material gesucht hatten. „Wir brauchten einen Werkstoff mit ganz bestimmten elektrischen Eigenschaften, um neuartige Detektorkomponenten bauen zu können. Leider kann man solch ein Material nicht kaufen“, →

so der Physiker. Zunächst zogen die Wissenschaftler dotierte Kunststoffe in Erwägung, verwarfen diese aber wieder, da sie nicht sehr widerstandsfähig in der hohen Strahlungsumgebung sind. Danach forschten sie an keramischen Systemen und entwickelten schließlich gemeinsam mit den Spezialisten vom Fraunhofer IKTS eine Keramik, die strahlungsresistent genug ist und auch allen anderen Materialanforderungen genügt.

Einzelne Quarks kann der Flugzeit-Detektor nicht registrieren, dafür vereinigen sie sich zu schnell miteinander und formen neue Teilchen, zum Beispiel Pionen und Kaonen. Aber auch Elektronen und ihre Antiteilchen, die Positronen – sie bestehen nicht aus Quarks und können das Quark-Gluon-Plasma ungestört durchdringen –, soll der Detektor erfassen. Daraus können die Wissenschaftler Rückschlüsse ziehen auf die Quarks und die ersten Prozesse des jungen Universums.

**KERNMATERIE:** Schema des Compressed Baryon Matter Experiments (CBM) zur Untersuchung stark verdichteter Kernmaterie. Es wird aus mehreren hintereinander angeordneten Detektoren bestehen, die größten werden etwa zehn Meter hoch sein. Schema: CBM-Kollaboration

#### PUBLIKATIONEN:

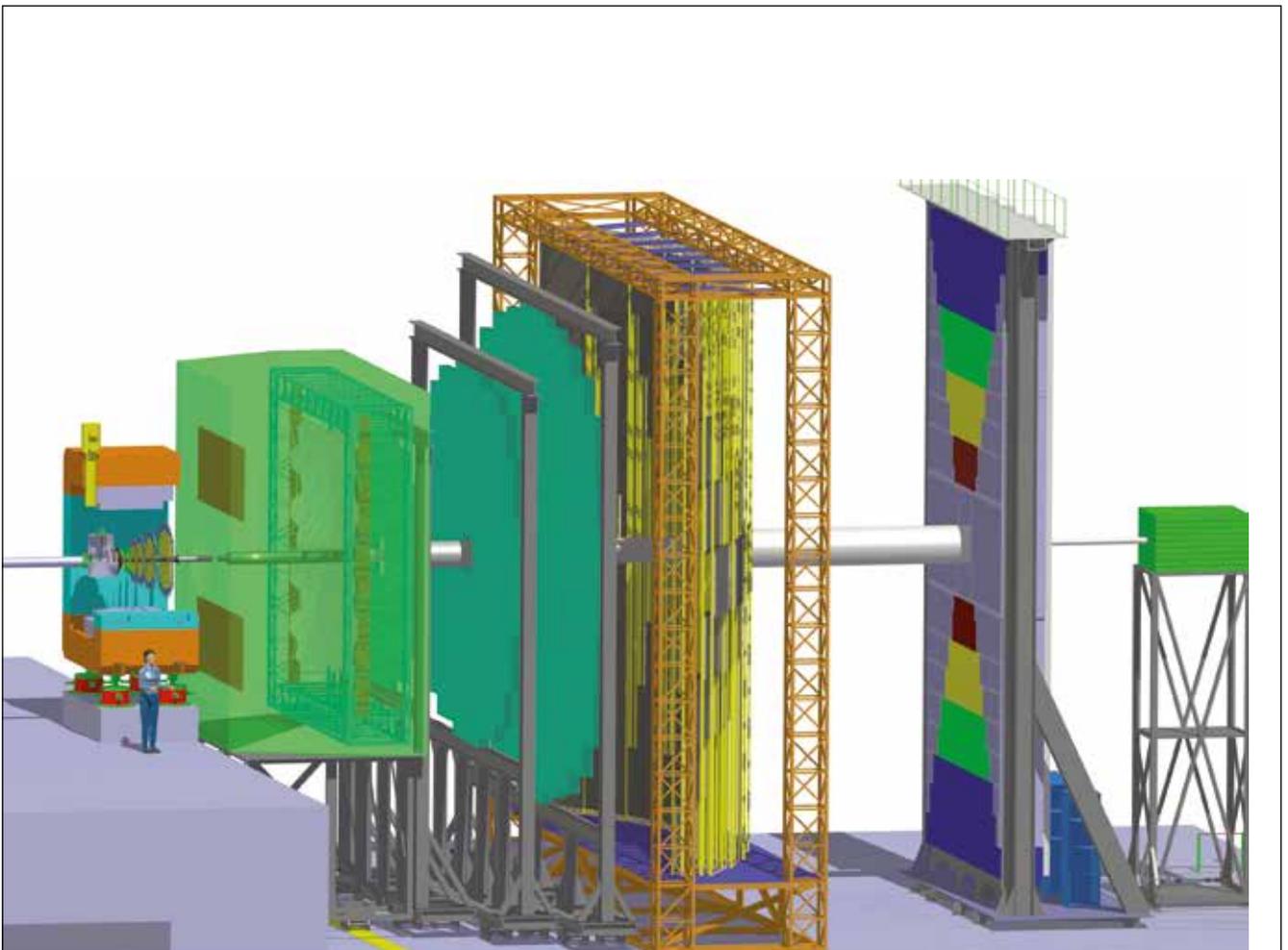
B. Friman u. a. (Hrsg.): „The CBM physics book – Compressed baryonic matter in laboratory experiments“, in Lecture Notes in Physics, Bd. 814 (2011; DOI: 10.1007/978-3-642-13293-3)

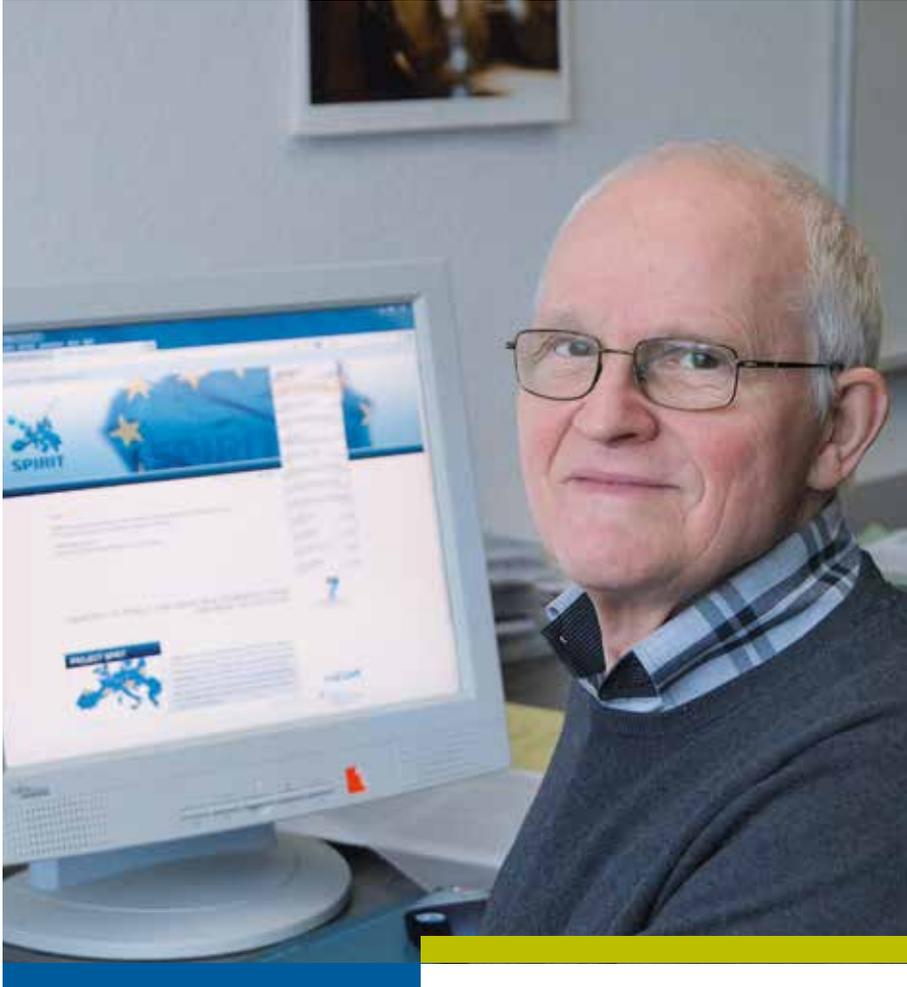
L. Naumann u. a.: „Ceramics high rate timing RPC“, in Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, Bd. 628 (2011), S. 138 - 141 (DOI: 10.1016/j.nima.2010.09.121) →

#### KONTAKT

— Institut für Strahlenphysik im HZDR  
Dr. Lothar Naumann  
l.naumann@hzdr.de

↗ [www.fair-center.de](http://www.fair-center.de)





KOORDINATOR: Wolfhard Möller, ehemaliger Direktor des Instituts für Ionenstrahlphysik und Materialforschung, leitet das EU-Projekt SPIRIT.



// Unter dem Namen SPIRIT sind die großen Ionenstrahlzentren Europas vereint. Koordiniert wird das EU-Projekt von Wolfhard Möller im HZDR. Er ist Wissenschaftler, Manager und Musiker aus Leidenschaft.

## GEBÜNDELTE STRAHLKRAFT

\_Interview . Christine Bohnet

SPIRIT steht für **“Support of Public and Industrial Research Using Ion Beam Technology”**. Ionenstrahlen – also schnelle geladene Teilchen – werden in diesem EU-Projekt als Werkzeug eingesetzt, um Materialoberflächen zu verändern bzw. zu analysieren. In wahrlich europäischem Geiste haben sich elf europäische Ionenstrahlzentren aus sechs Mitgliedsstaaten der EU sowie zwei assoziierten Staaten zusammengeschlossen und stellen ihre Anlagen und Technologien Messgästen aus Wissenschaft und der Industrie zur Verfügung. Die Forschungsthemen reichen von den Materialwissenschaften über biomedizinische Fragestellungen bis hin zu Kultur- bzw. Umweltforschung und -technologie.

**Herr Möller, Sie haben das SPIRIT-Projekt als Direktor unseres Instituts für Ionenstrahlphysik und Materialforschung initiiert und nach Dresden geholt. Mittlerweile koordinieren Sie es im vierten Jahr. Und das, obwohl Sie nun emeritiert sind. Was macht die Aufgabe so reizvoll für Sie?**

SPIRIT ist ein Erfolgsmodell. Das liegt natürlich an vielerlei Faktoren. Zum Beispiel an der Unterstützung im Haus. Darüber freue ich mich immer noch sehr, denn die europäische Einbettung durch SPIRIT sicherte letztlich den Bestand unseres Ionenstrahlzentrums, für das ich in meiner Zeit als Institutsdirektor von 1993 bis 2010 verantwortlich war. Besonders dank- →



**DIE ERSTE GEIGE:** Als führendes Ionenstrahlzentrum in Europa zeigt das HZDR Nutzern die vielfältigen Möglichkeiten von Ionenstrahlen, stellt seine Anlagen zur Verfügung und gewährleistet den Zugang zu Top-Einrichtungen.

Foto: Oliver Killig

bar bin ich meinem Nachfolger Jürgen Faßbender, der an seinem Engagement für das Ionenstrahlzentrum und damit auch für SPIRIT nie einen Zweifel ließ. Als meine Pensionierung also im Jahr 2010 anstand, bot sich mir die Gelegenheit, auf einer halben Stelle die Koordination von SPIRIT weiterzuführen. Das konnte und wollte ich mir nicht entgehen lassen. Der Reiz besteht für mich darin, dass ich mich auf die eigene Mannschaft verlassen kann, dass SPIRIT viele auswärtige Messgäste mit interessanten Fragestellungen nach Dresden zieht und dass unser Ionenstrahlzentrum, an dem mir natürlicherweise sehr viel liegt, dank SPIRIT im europäischen Forschungskonzert die erste Geige spielen kann.

Viele Wissenschaftler würden ein solches EU-Projekt als Belastung, vielleicht gar als Bürokratie-Monster erleben. Ist die Aufgabe des Koordinators denn nicht mit viel Aufwand verbunden, oder anders: Ist es nicht manchmal recht mühsam, die unterschiedlichen Partnereinrichtungen alle auf das Miteinander im gemeinsamen Konzert einzustimmen?

Natürlich ist solch ein Projekt nicht immer nur einfach. Es gab auch Verzweiflung und Enttäuschungen. Stellen Sie sich vor, man muss die Beträge gegenüber der EU auf den Cent genau abrechnen! Und das bei einem Projekt mit einem Gesamtvolumen von sieben Millionen Euro über eine Laufzeit von vier Jahren. Zum Glück haben wir in Rossendorf langjährige Erfahrungen mit den sogenannten Infrastruktur-Programmen der Europäischen Union. Bereits seit dem vierten Rahmenprogramm fließen EU-Infrastrukturmittel in unser Ionenstrahlzentrum; SPIRIT ist Teil des siebten EU-Rahmenprogramms. Ein großer Unterschied ist allerdings, dass die ersten Förderungen sich nur auf unser Institut bezogen, jetzt handelt es sich um ein großes internationales Konsortium. Weil mir die damit verbundenen Herausforderungen durchaus bewusst waren, haben wir zu Beginn viel Mühe und Zeit in die Auswahl der teilnehmenden Partnereinrichtungen investiert. Die EU-Vorgabe lautete damals: nicht mehr als zehn Partner – es wurden dann elf. In Europa gibt es aber rund 35 Ionenstrahl-Labore mit vergleichbarer Ausrichtung. Das war eine delikate Aufgabe, denn jeder wollte teilnehmen.

Wir schickten damals sorgfältig ausgearbeitete Fragebögen an mehr als 30 Labore und werteten diese dann unter folgenden Gesichtspunkten aus: es sollten im SPIRIT-Konsortium möglichst alle Verfahren für die Bearbeitung und die Untersuchung von Materialien mit Ionenstrahlen verfügbar sein, die Institute sollten über eine ausgewiesene wissenschaftliche Qualität →

ebenso verfügen wie über Erfahrungen im Gästebetrieb, und schließlich spielte auch die Nationenverteilung am Ende eine gewisse Rolle.

Brüssel signalisiert uns immer wieder: „SPIRIT läuft hervorragend“. Wir werden bis zum Ende des Projekts alle Meilensteine abgearbeitet haben und die gesteckten Ziele allesamt erreichen. Darauf bin ich sehr stolz, aber natürlich hätte es ohne die hervorragenden Beiträge unserer internationalen Partner nicht funktionieren können. Und ich kann nur wiederholen: Die vielfältige Unterstützung im Haus, sei es durch unsere EU-Referentin und ihre Kollegen aus dem Bereich Internationale Projekte, durch die Mitstreiter im SPIRIT-Projekt im Institut, durch die Wissenschaftler und Techniker im Ionenstrahlzentrum und durch die Verwaltung, war und ist eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg.

**Herr Möller, Sie wirken begeistert, ausgeglichen und jugendlich wie eh und je. Haben Sie denn nun mehr Zeit für sich und Ihre Leidenschaften wie zum Beispiel die Musik?**

Ehrlich gesagt, füllt mich die halbe Koordinationsstelle für SPIRIT nicht aus. Glücklicherweise macht mich vor allem, dass ich nach der Pensionierung einer professionellen Leidenschaft nachgehen kann. Ich forsche wieder eigenständig und habe dafür ein früheres Thema aus der Schublade geholt: eine Computersimulation zur Wechselwirkung von Ionen mit Festkörpern, die ich vor vielen Jahren programmiert hatte und die seither weltweit im Einsatz ist. Es hat mir viel Spaß

**Zurück zu den Ionenstrahlen: Können Sie uns noch ein wenig mehr über Ionenstrahlen im Einsatz erzählen? Welche Vorteile haben schnelle geladene Teilchen im Vergleich zu anderen Technologien?**

Ionenstrahl-Technologien sind aus vielen Bereichen nicht wegzudenken. Ohne die Implantation von Fremdatomen in Halbleiter-Materialien gäbe es keine Prozessor- und Speicherchips für Computer, Handys oder Digitalkameras. Dabei funktionieren Ionenstrahlen quasi wie Werkzeuge, mit denen sich die Eigenschaften von Materialien zuschneiden lassen. Das betrifft neben den elektronischen Eigenschaften auch solche optischer, magnetischer oder mechanischer Natur. Die Forschung ist hier in den letzten Jahren weit vorangeschritten, aber der Industrie sind die Einsatzmöglichkeiten nicht immer bzw. nicht ausreichend bekannt. Deshalb ist es ein wichtiges Ziel von SPIRIT, Nutzer aus allen Feldern mit den Möglichkeiten von Ionenstrahlen vertraut zu machen und Zugang zu Top-Einrichtungen zu gewährleisten.

Zugleich sind Verfahren mit Ionenstrahlen relativ aufwendig und teuer in der Anwendung. Man muss also die Gebiete genau identifizieren, in denen sie von wirtschaftlichem Nutzen sein können. Neben der Elektronik sehe ich die Photovoltaik oder auch die Behandlung von Spezialwerkzeugen. Stellen Sie sich z. B. ein großes Spritzguss-Werkstück vor, das viele 10.000 Euro kostet. Für solch ein Werkzeug ist es nicht untypisch, dass es im Einsatz nur an einer einzigen Stelle einem hohen Verschleiß ausgesetzt ist. In der Implantation von Ionen in genau diese Verschleißstelle sehe ich also ein wichtiges Innovationspotenzial.

---

**Ionenstrahlen sind äußerst vielseitige Werkzeuge und können sogar dabei helfen, Mördern auf die Spur zu kommen.**

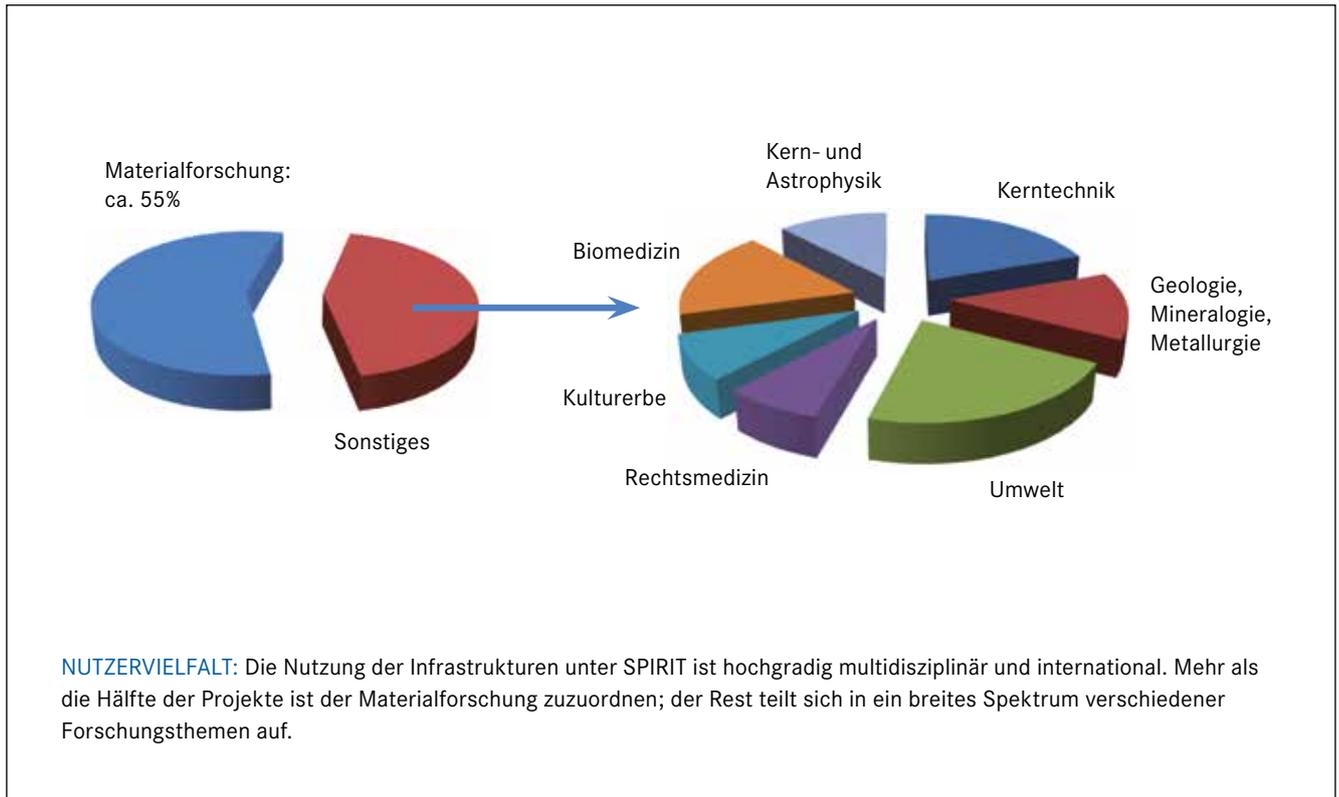
---

gemacht, dieses Programm für dreidimensionale Simulationen im Nanometer-Bereich zu erweitern. Zum Beispiel kann man damit jetzt die Erosion von Oberflächen durch besonders feine gebündelte Ionenstrahlen modellieren oder berechnen, wie sich regelmäßige Oberflächenstrukturen unter Ionenbeschuss bilden. Damit gibt es einen direkten Bezug zu experimentellen und anderen theoretischen Arbeiten meines alten Institutes.

Besonders erfreulich ist auch, dass es nun viel mehr Zeit für Gespräche mit jungen und älteren Kollegen gibt. Die Musik hat selbstredend ihren festen Platz in meinem Leben, was sie aber schon immer hatte. Sicherlich widme ich ihr jetzt mehr Zeit – passiv und aktiv. Ich spiele mehr oder weniger regelmäßig in zwei Streichquartett-Ensembles, wobei das Zusammenkommen sehr jung und – sagen wir – eher gereifter Musiker einen besonderen Akzent setzt.

Ein ganz heißes Thema derzeit ist die gezielte Implantation von Einzel-Ionen. Daran arbeitet auch das HZDR: Wenn es gelingt, einzelne Atome im Nanometer-Bereich sehr genau in einer Materialoberfläche zu platzieren, wäre das ein enormer Schritt hin zum Quantencomputer. Solche Quantencomputer, wie immer sie konkret aussehen mögen, könnten ebenfalls zu einem bedeutenden Markt für Ionenstrahl-Technologien werden.

Ionenstrahlen bieten zudem einzigartige Analysemöglichkeiten, die auf teils langjährigen Entwicklungs- und Erprobungszeiten basieren. So existiert eine ausgefeilte Analytik für leichte Elemente wie Wasserstoff oder Bor, die mit anderen Technologien, etwa der Röntgenanalyse, nicht möglich ist. Wofür das eine Rolle spielt? In Halbleitern, wie beispielsweise Solarzellen, wird Wasserstoff zur Passivierung eingesetzt. Auf der anderen Seite ist der oft unkontrollierte Eintrag von Wasserstoff in vielen dünnen Funktionsschichten unerwünscht. →



Mit der Ionenstrahl-Analytik lässt sich Wasserstoff genauestens nachweisen, und zwar sowohl hinsichtlich der Konzentrationen wie der Tiefenprofile. Oder ein anderes Beispiel von einem der Partner im SPIRIT-Projekt: Die University of Surrey setzt Ionenstrahlen für forensische Untersuchungen ein. Mit einer Elementanalyse können die Wissenschaftler etwa herausfinden, aus welchem Teil Englands der an einer Schuhsohle eines Mörders oder Opfers haftende Dreck stammt.

Derzeit wird intensiv daran geforscht, auch den Nanometer-Bereich für die Ionenstrahl-Analytik zu erschließen, eine spannende neue Herausforderung. Das HZDR hat hier vor kurzem in ein Heliumionen-Mikroskop investiert, um in die Nano-Welt vorzudringen.

**Lassen Sie uns zum Schluss nochmals über das SPIRIT-Projekt sprechen. Was sind die großen Vorteile von SPIRIT?**

Um mit einem Heimvorteil zu starten: Die EU spült Mittel in unsere Kassen. Durch die Vergütungssätze, die wir für die zur Verfügung gestellten Messzeiten erhalten, konnten wir alles in allem einen ordentlichen sechsstelligen Betrag bei uns einbuchen. Und das sind echte und flexible Einnahmen, die wir zum Beispiel für die Anschaffung einer neuen Anlage für die Ionenimplantation nutzen können.

Eine wichtige Motivation für SPIRIT war zudem, dass es bei der Anwendung von Ionenstrahlen bis dahin keine einheitlichen Vorgehensweisen gab. Dank der außerordentlich guten Zusammenarbeit der großen Ionenstrahlzentren in Europa können wir nun auf Qualitätskontrollen, Protokolle und Standards bauen. Das ist uns also gelungen.

Gemeinsam ist es uns auch gelungen, die europäische Forschungslandschaft zu erweitern und neue Nutzer mit den vielfältigen Möglichkeiten von Ionenstrahlen vertraut zu machen. Bestätigt wird der Erfolg von SPIRIT nicht zuletzt dadurch, dass die Universität Surrey zusammen mit uns und den SPIRIT-Partnern das Marie-Curie-Nachwuchsprojekt SPRITE eingeworben hat, das im Januar 2013 an den Start ging. Das deutet schon sehr positiv in die Zukunft.

Als führendem Ionenstrahlzentrum in Europa liegt uns natürlich sehr daran, auch im nächsten EU-Rahmenprogramm „Horizon 2020“ als Nutzereinrichtung vertreten zu sein. Dies hat auch mein Nachfolger Jürgen Faßbender zur Chefsache erklärt und die ersten Schritte zur Vorbereitung eines Neuantrags bereits eingeleitet. Selbstverständlich stelle ich meine Erfahrung in dieser Phase noch zur Verfügung, aber es kommt dann doch die Zeit, in der ich mich immer gern und angenehm an meine Zeit am FZR, FZD und HZDR zurückerinnern werde... —

**KONTAKT**

— Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung im HZDR  
 Prof. Wolfhard Möller  
 w.moeller@hzdr.de

➤ [www.spirit-ion.eu](http://www.spirit-ion.eu)

// Die HZDR Innovation GmbH hat 2012 ihr erstes volles Geschäftsjahr hinter sich gebracht. Geschäftsführer Andreas Kolitsch freut sich über schwarze Zahlen, oft regelrecht begeisterte Kunden und auf jede Menge neue Projekte.

## EINE AUSGRÜNDUNG MIT MODELLCHARAKTER

\_TEXT . Sara Schmiedel



**LEBENSDAUER ERHÖHEN:** Die HZDR Innovation GmbH hat nicht nur Kunden aus der Automobil- und Halbleiterbranche, sondern auch aus der Medizintechnik. In medizinische Implantate eingebrachter Stickstoff und Beschichtungen aus Titanitrid machen künstliche Hüft- und Kniegelenke verträglicher und ausdauernder. Foto: Jürgen Jeibmann

Auf die Frage, wie es laufe mit der Ausgründung, antwortet Andreas Kolitsch mit einem knappen „sehr gut“. Die Nachfrage nach modifizierten Oberflächen nimmt stetig zu und im Ionenstrahlzentrum des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf gibt es die dazu passenden Geräte und Technologien. „Die Kunden kommen vor allem aus der Halbleiterbranche. Wir bekommen deren fertige Wafer und betreiben das sogenannte Lifetime Engineering, implantieren also leichte Ionen wie Protonen und Helium-Ionen mit hoher Energie. Das

verringert die Verlustleistung und erhöht die Schaltgeschwindigkeiten von typischen Halbleiter-Bauelementen“, sagt Chemiker Andreas Kolitsch. „Bei der Hochenergie-Implantation haben wir nahezu ein Alleinstellungsmerkmal, was die Qualität unserer Ausrüstungen betrifft, da andere Beschleuniger, die das könnten, in den meisten Fällen schon sehr in die Jahre gekommen sind. Selbst in den USA gibt es keine vergleichbaren Einrichtungen, sodass Kunden aus Übersee von Anfang an bei uns angeklopft haben.“ Das erklärte Ziel der GmbH: In den nächsten Jahren mehrere tausend Wafer pro Monat zu bearbeiten. Für die Zukunft der Elektromobilität ein wichtiger Schritt, denn die Reichweite von Elektroautos wird durch den Energieverbrauch ihrer Bauelemente wesentlich mitbestimmt.

Derzeit geben sich aber auch die Hersteller von Turbolader-Rotoren aus dem Automobilbau „die Klinke in die Hand“. Andreas Kolitsch erklärt warum: „Turbolader-Rotoren werden →

bald aus superleichten Titan-Aluminiden statt aus schweren Nickel-Legierungen gefertigt und werden damit sowohl in Diesel- als auch in Benzinmotoren gewaltig Schub und Kraftstoffersparungen möglich machen. Das geht aber nur, wenn man die Hochtemperatur-Beständigkeit erhöht. Eine vielversprechende Lösung basiert ebenfalls auf der Implantation von Fremdatomen und wurde hier in Rossendorf entwickelt.“

## Die Global Player kommen nach Rossendorf

Etwa fünfzehn Prozent der Strahlzeit an den Großanlagen im Ionenstrahlzentrum wird heute für Aufträge von regionalen, nationalen und internationalen Industriepartnern genutzt – eine Entwicklung mit steigender Tendenz, die schon vor über 20 Jahren begann. Externe Nutzer bringen Reputation, hohe Auslastungszahlen, neue Projekte und Drittmittel für Reinvestitionen. Um diese Errungenschaften auszubauen, entschlossen sich Andreas Kolitsch und einige Mitstreiter gemeinsam mit dem HZDR-Vorstand und dem zweiten Gesellschafter, der GWT-TUD GmbH, zur Gründung der HZDR Innovation GmbH. Das war im Oktober 2011. Jetzt, anderthalb Jahre später, hat die Ausgründung schon viel von dem erreicht, was sich ihre Initiatoren erhofft hatten: „Wir haben kein Geld verbrannt, sondern im Gegenteil ganz klar schwarze Zahlen geschrieben, einen großen Kundenkreis, zahlreiche neue Anfragen und viel Potenzial ins Auge gefasst“, sagt der Geschäftsführer. Und dies kommt nicht etwa von irgendwem, sondern von den ganz Großen. „Wir haben es aktuell mit fünf Global Playern auf ihrem Gebiet zu tun, einige davon aus den USA, für die wir auf längere Sicht wichtige Partner werden könnten“, so Kolitsch. Namen nennen dürfe er leider nicht, zu streng seien die Geheimhaltungsvereinbarungen.



**ERFOLGSGESCHICHTE:** Andreas Kolitsch ist seit 2011 Geschäftsführer der HZDR Innovation GmbH. Der Chemiker hat über dreißig Jahre Erfahrung in der Ionenimplantation.

volle Auftragsbücher. Gibt es einen Haken? „Den gibt es, oder besser, wird es dann geben, wenn wir an die Auslastungsgrenzen unserer Maschinen kommen“, sagt Andreas Kolitsch. „Denn: Vorrang hat in jedem Fall die Forschung!“ Bereits jetzt gibt es für Notfälle eine Strahlzeit-Kommission, die aber noch nie eingreifen musste.

„Selbst in den USA gibt es keine vergleichbaren Einrichtungen, sodass Kunden aus Übersee von Anfang an bei uns angeklopft haben.“

Wie kann es sein, dass ein so junges Unternehmen einen derartigen Erfolg hat? Andreas Kolitsch erklärt: „Wir haben hier in Rossendorf über vierzig Jahre Erfahrung in der Ionenimplantation. Dazu kommen unsere guten und langfristigen Beziehungen zu wichtigen Partnern, ein gutes Marketing von Anfang an und zum Teil in ihrer Reife weltweit einzigartige und stark nachgefragte Technologien. Mit unserem zweiten Gesellschafter GWT haben wir außerdem einen wertvollen Partner im Boot, der uns vor allem bei betriebswirtschaftlichen Fragen unterstützt.“ 25 Mitarbeiter sind – meist in Teilzeit – für die Innovation GmbH aktiv.

Hohe Sicherheitsstandards, Reinraumqualität, sämtliche Strahlenschutzgenehmigungen, zwei hochmoderne Beschleuniger – das Ionenstrahlzentrum scheint prädestiniert für

## Ein Viertel der Strahlzeit für die Industrie

Die Auslastung des Ionenstrahlzentrums durch industrielle Aufträge wird in den nächsten Jahren auf bis zu fünfundzwanzig oder dreißig Prozent ansteigen, da ist sich Andreas Kolitsch sicher. Eine Zahl, die einen wichtigen Beitrag zur Einordnung des Ionenstrahlzentrums als internationales Nutzerzentrum leistet.

Innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft ist solch ein strategisches Tochter-Unternehmen wie die HZDR Innovation GmbH bislang einzigartig. „Wir haben schon einen gewissen Modellcharakter und sind im Vergleich zu den anderen Zentren mit unseren Spin-Offs ganz vorn mit dabei“, sagt Kolitsch nicht ganz ohne Stolz. Eine große Bedeutung misst er dabei der Abteilung Technologietransfer und Recht bei. →

## Ein Dach für weitere Ausgründungen

Die HZDR Innovation GmbH hat sich nicht allein den Ionenstrahlen verschrieben, sondern will als Dach für weitere Ausgründungen fungieren. Die Vorteile einer solchen Holding liegen auf der Hand: „Man schafft sich quasi ein eigenes Technologiezentrum im Haus, kann gemeinsame Internetseiten, Messeauftritte, Marketingaktivitäten organisieren und – nicht zuletzt – sich auch gegenseitig helfen“, erklärt Kolitsch. Björn Wolf, Leiter der HZDR-Abteilung Technologietransfer und Recht, fügt hinzu: „Wenn Forschungsergebnisse in neue Produkte münden, es also um Umsatz geht, dann kommt die Innovation GmbH ins Spiel“. So gebe es schon einige Mitstreiter: Es greifen unter anderem Gunter Gerbeth mit seinen patentierten Ultraschall-Wellenleitern und Uwe Hampel mit den Gittersensoren für die Messung von Strömungsprofilen auf die HZDR Innovation GmbH zurück. Und auch der Geschäftsführer selbst will im nächsten Jahr ein vollkommen neues Produkt mit dem Namen i3membrane auf den Markt bringen. „Wenn uns das gelingt, was wir vorhaben, wird es einschlagen“, verrät Andreas Kolitsch. Mehr nicht.

Im zweiten Geschäftsjahr rechnet Kolitsch mit Umsätzen von über einer Million Euro und neuen Projekten aus der Medizintechnik. Die GmbH ist mit Herstellern von Hüft- und Kniegelenken sowie Stent-Produzenten in Verhandlung. Ionenstrahlen sollen hier helfen, die Verträglichkeit und Lebensdauer der „Bauteile“ zu verbessern. Und wie geht es weiter? „Ich denke, 2017 wird ein Sprung notwendig werden: Wollen wir ein weltweit einzigartiges Zentrum für Ionenimplantation werden – dann brauchen wir eigene Beschleuniger und Beamlines – oder hören wir auf zu wachsen?“ Ende des Jahres will Andreas Kolitsch für seinen favorisierten Weg – das Wachstum – ein Konzept vorlegen. →



### KONTAKT

\_HZDR Innovation GmbH | Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung im HZDR  
Prof. Andreas Kolitsch  
a.kolitsch@hzdr.de  
andreas.kolitsch@hzdr-innovation.de

\_Abteilung Technologietransfer und Recht im HZDR  
Dr. Björn Wolf  
b.wolf@hzdr.de

➤ [www.hzdr-innovation.de](http://www.hzdr-innovation.de)

## Konstrukteure im eigenen Haus

**Peter Kaever leitet die Abteilung Forschungstechnik im HZDR. Zusammen mit seiner Mannschaft entwickelt und realisiert er spezialisierte Forschungsausrüstung für die insgesamt acht HZDR-Institute. Dies reicht von der Ausstattung einzelner Experimente bis hin zu umfangreichen Forschungsanlagen wie z. B. DRESHDYN.**

**Gemeinsam mit den Wissenschaftlern sind die Forschungstechniker oft bereits an der Ideenfindung beteiligt. Später tragen sie die Verantwortung für die Konstruktion und den Fertigungsprozess, um schließlich die Komponenten oder Geräte vor Ort zu erproben.**

**Besonders eingespannt ist die Abteilung Forschungstechnik derzeit mit vier großen Bau- und Entwicklungsvorhaben, die im HZDR unter dem Stichwort „Zukunftprojekte“ zusammengefasst werden. Insgesamt finanziert der Freistaat Sachsen diese mit mehr als 70 Millionen Euro, weitere rund 50 Millionen steuert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) bei.**

// **DRESHDYN ist derzeit wohl das Projekt im Helmholtz-Zentrum mit nicht unerheblichen technischen Risikofaktoren und verdient deshalb die volle Aufmerksamkeit von Peter Kaever und Christian Steglich, dem Leiter der Abteilung Mechanische Entwicklung.**

// **Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Erweiterung der ELBE. In diesem neuen Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen befinden sich die Experimentierplätze mit Neutronen und Positronen – das sind die Anti-Teilchen zu den Elektronen – im Bau und auch die beiden Hochleistungslaser DRACO und PENELOPE binden die Kapazitäten der Abteilung von Peter Kaever.**

// **Im Erweiterungsbau des Hochfeld-Magnetlabors Dresden sind die neuen Magnetzellen leer. Sie gilt es auszustatten; die Schaltertürme für die zweite Kondensatorbank kann man bereits besichtigen.**

// **Eine kleinere Baustelle für Kaever's Team ist das Zentrum für Radiopharmazeutische Tumorforschung, das zunächst noch weitere Baufortschritte erfahren muss, bevor die Infrastruktur zum Transport der bestrahlten Substanzen realisiert werden kann.**

➤ [www.hzdr.de/FWF](http://www.hzdr.de/FWF)

// Der Bau der neuen europäischen Plattform für Dynamoexperimente hat erst vor kurzem begonnen. Sich auf den Teampartner jederzeit verlassen zu können, ist für Frank Stefani, den für die Experimente zuständigen Wissenschaftler, und Peter Kaefer, Leiter der Forschungstechnik im HZDR, jedoch schon seit Beginn der Planungen eine absolute Selbstverständlichkeit.

## TAUMELNDE ERDE IM EXPERIMENT

\_Interview . Christine Bohnet

DRESDYN ist, vereinfacht gesagt, die Abkürzung für Dresden und Dynamo. Damit ist natürlich nicht die in Dresden beheimatete Fußballmannschaft gemeint, obwohl Sports- und Teamgeist, Stehvermögen und die Fähigkeit, schnell auf Unvorhergesehenes reagieren zu können, auch das gigantische Projekt in Rossendorf auszeichnen. Beispielsweise, wenn das geplante Gebäude ein zweiundzwanzig Meter in die Tiefe ragendes Fundament benötigt – um die Kreismomente des tonnenschweren Dynamos zu zähmen – und dabei nicht die Pfade des ausgerechnet in der Nähe wechselnden Fischotters blockieren darf. Die neue Forschungsmaschine jedenfalls geizt keinesfalls mit Superlativen. Deshalb haben Frank Stefani (FS) und Peter Kaefer (PK) auch viel zu erzählen.

**DRESDYN wird einzigartige Experimente mit flüssigem Natrium ermöglichen. Welche wissenschaftlichen Fragen wollen Sie damit lösen?**

**\_FS** . Das Experiment mit den größten Herausforderungen widmet sich Fragen, die in der Geo- und Astrophysik, insbesondere bei der Entstehung des Erdmagnetfeldes, eine wachsende Rolle spielen. Gerade für die Modellierung des Erddynamos ist die Änderung von Erdbahn-Parametern im Allgemeinen, und Präzession im Speziellen, momentan das Topic. Dabei bezeichnet der Begriff Präzession, dass die Rotationsachse der Erde selbst noch einen Umlauf ausführt. Hier wollen wir mit unserem Experiment in Parameterberei-



**ALLES NOCH BAUSTELLE:** Der Bohrer steht schon bereit, 22 Meter in die Tiefe zu gehen und die Tiefengründung für den tonnenschweren Dynamo zu legen. Foto: Matthias Rietschel

→

24

25

che vorstoßen, die für numerische Simulationen noch lange unzugänglich sein werden. Getreu dem Motto von Richard Feynman: „What I cannot create I do not understand“. Dazu benötigen wir einen um zwei Achsen kreisenden Behälter, der flüssiges Natrium in seinem Inneren ohne Propeller, Leitbleche oder sonstige Einbauten in Bewegung versetzt. Die Strömung des homogenen Flüssigmetalls soll aus sich heraus ein Magnetfeld erzeugen, wie es beim Magnetfeld der Erde ja auch der Fall ist.

Flüssiges Natrium ist ein etwas gewöhnungsbedürftiges Material, weil es nicht mit Luft und gleich gar nicht mit Wasser in Berührung kommen darf. Doch für unsere geo- und astrophysikalisch motivierten Versuche ist die hohe Leitfähigkeit von Natrium, bei gleichzeitig geringer Dichte, ein echter Glücksfall. In puncto Sicherheit können wir dabei auf reichlich Erfahrung mit unserer eigenen kleinen Natriumanlage NATAN, aber auch mit der großen Dynamo-Anlage in Riga zurückgreifen. Dort war ja im November 1999 das erste erfolgreiche hydromagnetische Dynamo-Experiment überhaupt gelaufen – fast gleichzeitig mit dem Dynamo-Experiment am Forschungszentrum Karlsruhe, heute KIT. 2006 folgte dann das Experiment im französischen Cadarache, zu dem wir ebenfalls mit vielen numerischen Simulationen beigetragen haben.

All das waren ganz wichtige Meilensteine bei der experimentellen Untersuchung homogener Dynamos, die für die Entstehung planetarer, stellarer und galaktischer Magnetfelder verantwortlich sind. Erfolgreiche Versuche zu magnetisch getriggerten Strömungs-Instabilitäten kamen in den letzten Jahren dazu. Solche Instabilitäten erklären zum Beispiel die extreme Schnelligkeit, mit der Sterne und Schwarze Löcher wachsen. Diese Experimente konnten wir bei uns bisher nur mit ungefährlichen, aber eben auch schlechter leitfähigen Flüssigmetallen durchführen, und haben nun vor, sie im Rahmen von DRESDYN mit Natrium fortzusetzen. Der Präzessionsdynamo spielt aber sowohl aus mechanischer als auch aus sicherheitstechnischer Sicht in einer ganz anderen Liga.

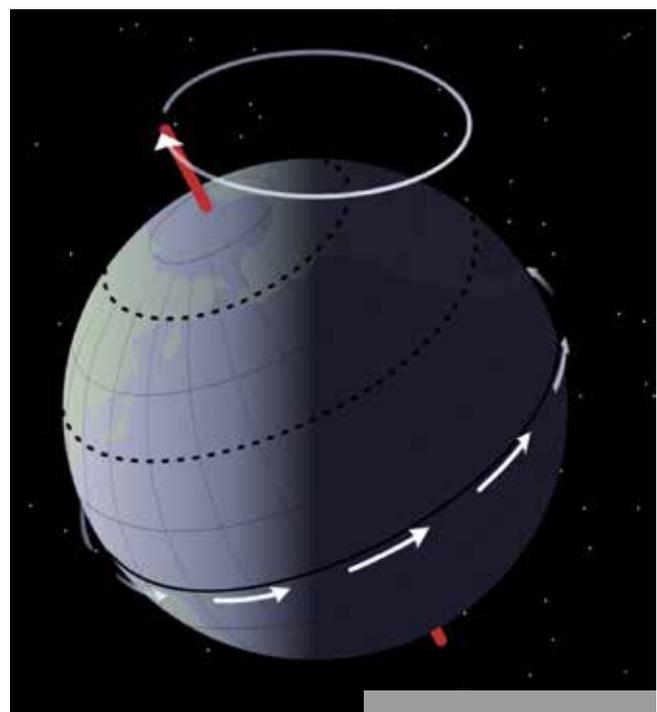
**\_PK**. Ja, wir haben es mit etwa einer Größenordnung mehr Natrium zu tun. Hinzu kommt, dass Sicherheitsfragen für den Präzessionsdynamo ungleich schwieriger zu lösen sind, weil die gängige Sicherheitsmethodik einfach nicht greift. Wenn etwas schief läuft, beispielsweise weil ein Flansch bricht, kön-

nen wir das Natrium nicht sofort ablassen, sondern müssen warten, bis die Maschine wieder steht. Acht Tonnen heißes, flüssiges und brennbares Natrium in einem knapp 20 Tonnen schweren Behälter! Dieser Koloss kann in seiner Neigung zwischen 90 und 45 Grad in Stufen à fünf Grad verstellt werden und rotiert gleichzeitig um zwei Achsen – alles Freiheitsgrade, um die gewünschten Strömungsparameter zu erreichen. Eine gigantische Maschine!

**Was genau ist Präzession? Warum existiert dazu bislang kein einziges Experiment, obwohl die Präzessionsbewegung der Erde weltweit gerade auch von Klimaexperten heiß diskutiert wird?**

**\_FS**. Dieses ganze Thema ist ziemlich komplex. Für die Klimaänderungen spielen insbesondere auch Änderungen der Erdumlaufbahn und des Neigungswinkels der Erdachse eine wichtige Rolle. Zunächst aber zur Präzession, die man gut selbst an einem kleinen Kinderkreisel studieren kann: Steht dieser beim Kreiseln kerzengerade, dann verändert er trotz der Rotation seine Drehachse nicht und rührt sich nicht vom Fleck. Setzt man den rotierenden Kreisel dagegen schräg zur Unterlage auf, bewirkt das Kippmoment, dass seine Drehachse taumelt – und diese Bewegung nennt man Präzession. Wenn wir dies auf die Erde übertragen, so steht die Rotationsachse der Erde nicht senkrecht auf der Ebene der Erdbahn, sondern ist ihr gegenüber um einen Winkel von rund 67 Grad gekippt. Sonne wie Mond üben zudem Kräfte auf die Erde aus. Deshalb führt sie, einem Kinderkreisel ähnlich, eine Präzessionsbewegung mit einer Periode von knapp 26.000 Jahren aus. Das ist einer der sogenannten Milankovitch-Zyklen, die anderen beziehen sich auf die Umlaufbahn der Erde und die Neigung der Erdachse. Beide Parameter ändern sich auf langen Zeitskalen. →

**PRÄZSSION DER ERDE:** Lässt man einen Kreisel schräg zur Unterlage rotieren, löst das Kippmoment ein Taumeln der Drehachse aus – diese Bewegung nennt man Präzession. Genauso steht die Rotationsachse der Erde nicht senkrecht auf der Ebene der Erdbahn. Sie ist ihr gegenüber um einen Winkel von rund 67 Grad gekippt und Sonne wie Mond üben Kräfte auf die Erde aus. Deshalb führt sie, einem Kreisel ähnlich, eine Präzessionsbewegung aus. Schema: Robert Simmon (NASA GSFC)



Bekannt ist, dass die Abfolge von Eiszeiten und Warmzeiten ganz wesentlich von diesen Variationen der Bahn und der Lage der Erdachse ausgelöst wird. Präzession ist aber – neben verschiedenen Auftriebskräften – auch eine mögliche Energiequelle des Geodynamos. Interessanterweise findet man einige typische Frequenzen der Milankovitch-Zyklen auch in paleomagnetischen Daten wieder. Und hier wird es dann auch in puncto Klima ziemlich spannend: Was hier Henne und Ei ist, ist nämlich noch gar nicht klar. Wachsende und schmelzende Eispanzer verändern einerseits das Trägheitsmoment, können also auf diesem Weg möglicherweise den Geodynamo beeinflussen. Vielleicht wirkt aber auch ein sich änderndes Erdmagnetfeld auf das Klima. Ich will jetzt nicht so weit gehen, dass wir Klimaforschung machen wollen, aber faszinierend sind all diese Zusammenhänge schon.

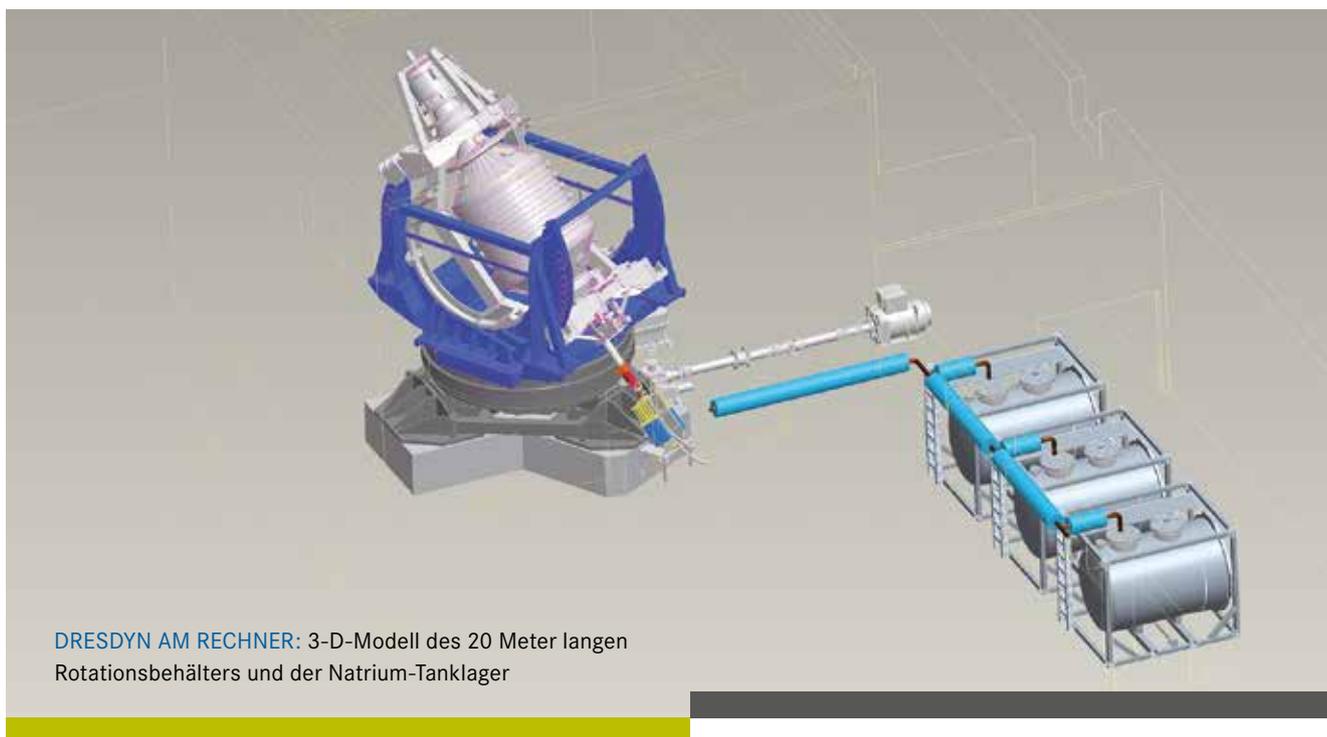
**\_PK** . Um dieses komplexe Thema auf den Präzessionsdynamo zu übertragen: Im Betrieb wird sich der tonnenschwere Natriumbehälter ähnlich wie die Trommel einer Waschmaschine drehen. Zehn Umdrehungen pro Sekunde sollen dabei erreicht werden. Die gewünschte Strömung stellt sich aber erst ein, wenn sich der gesamte Aufbau inklusive Drehteller auch noch um seine senkrechte Achse dreht – und das bis zu ein Mal pro Sekunde. Wenn wir unseren Dynamo-Behälter also in unterschiedlichen Neigungswinkeln um zwei verschiedene Drehachsen rotieren lassen, dann wird die Strömung des flüssigen Natriums ab einer bestimmten Präzessionsrate turbulent und chaotisch. Ich denke, wir bauen hier eine weltweit unikale Anlage. Zumindest ist es das mechanisch komplexeste Experiment, das ich kenne.

**Sie beide suchen also regelrecht das Chaos und die Turbulenz. Da stecken sicherlich besondere Herausforderungen in der Planung und im Bau von DRESDYN.**

**\_PK** . Ja, man denke etwa nur an die mechanischen Belastungen. Der Natriumbehälter wird auf die überlagerten Drehungen mit einem gigantischen Kreismoment von etwa fünf Millionen Newtonmeter reagieren, die durch das Stahlgerüst des Präzessionsexperimentes auf die Fußpunkte weitergeleitet werden. Das ist mit nichts Bekanntem vergleichbar. Normalerweise stellt man sich eine Maschine auf einem festen Fundament vor, die nur nach unten drückt. Hier aber verspannt das Präzessionsmoment die ganze Maschine so, als ob an dem Zylinder, an der komplizierten Aufhängung und am Drehteller aus Stahl auf einer Seite ein Gewicht von 250 Tonnen nach oben zieht und auf der andern nach unten drückt. Und der ganze Spaß läuft einmal in der Sekunde um. Jeder, der schon einmal versucht hat, sein Fahrrad mit der Hand in der Luft zu kippen, weiß, wie widerspenstig sich ein Kreisel verhalten kann. Ein Fahrrad ist aber nichts im Vergleich zum flüssigen Natrium.

Wir rechnen also mit enormen Verspannungen, die in der Maschine durch das hohe Drehmoment entstehen. Hinzu kommen die recht hohen Betriebstemperaturen. Temperatur heißt aber immer Ausdehnung: Das Natrium wird sich ebenso ausdehnen wie der Behälter, was wir mit geeigneten technologischen Maßnahmen kompensieren müssen. Zugleich sind auch Fragen der Kühlung zu klären, die sich bei der chemischen Aggressivität von Natrium besonders heikel gestalten. Wasser und Natrium vertragen sich einfach nicht.

**\_FS** . Auch die Auslegung des Fundamentes war wirklich schwierig. Obwohl wir den Dynamo noch nicht bis zu Ende durchkonstruiert haben, mussten wir das Fundament jetzt definitiv festlegen. Das haben wir natürlich so konservativ wie möglich gemacht, aber dieser Umgang mit Unsicherheit ist auch für die beteiligten Firmen nicht immer einfach. →



**DRESDYN AM RECHNER:** 3-D-Modell des 20 Meter langen Rotationsbehälters und der Natrium-Tanklager

**\_PK**. Um noch einen draufzusetzen: Der Experimentierbetrieb erfordert, dass wir Messinstrumente und alle notwendigen Medien wie zum Beispiel Strom und Schutzgas in den Behälter hineinfädeln, also mitten in dieses rasant drehende System hinein. Wir müssen die Durchgriffe absolut minimalinvasiv auslegen, um die Tragfähigkeit der gesamten Konstruktion nicht zu gefährden. Im Zuge der Entwicklung sehen wir also einige heikle Themen, bei denen wir echtes Neuland betreten.

### Wie ertüchtigen Sie das Gebäude für das große Dynamo-Experiment und wie teuer wird es?

**\_PK**. Das neue Gebäude wird unterschiedliche Funktionen vereinen. Zum einen haben wir eine Halle mit Platz für verschiedene Experimente, die sicherheitstechnisch eher unkritisch sind. Das Präzessionsexperiment nimmt in dieser Hinsicht eine besondere Stellung ein. Aus Gründen der Sicherheit verpacken wir die Maschine in einen Schutzbehälter und gehen davon aus, dass dieses Containment mechanische Gefährdungen abhält und auch den nötigen Brandschutz gewährleistet. Bei der technischen Gebäudeausrüstung unterstützt die Bauabteilung im HZDR; sie sorgt für eine sicher funktionierende Infrastruktur wie Stromversorgung, Klima oder Kühlung sowie für den Brandschutz. Für die Wissenschaftler steht aber eindeutig die Halle mit den verschiedenen Experimenten im Vordergrund.

**\_FS**. Neben dem Containment investieren wir in eine sehr aufwändige Argon-Löschanlage, mit der wir in nur zwei Minuten das Containment füllen und im Notfall einen Natriumbrand löschen könnten. Diese Löschanlage deckt auch das tieferliegende Tanklager für das Natrium ab. Das Containment befindet sich im Erdgeschoss. Darin arbeitet der Dynamo auf seinem separaten Fundament, gestützt von sieben Pfeilern, die 22 Meter tief ins Erdreich ragen.

Der Bau ist mit rund acht Millionen Euro angesetzt, der Dynamo momentan mit reichlich sieben Millionen. Für das Gesamtbudget haben wir etwa 23 Millionen geplant und werden im Großen und Ganzen wohl damit auskommen. Wir hoffen, dass wir für die angewandten Themen auch Drittmittel nutzen können. Natrium ist übrigens nicht teuer und mit zwei Euro pro Kilo ist man schon dabei.

### Das flüssige Natrium ist also die Klammer, die alle Experimente an der DRESDYN-Anlage umschließt?

**\_FS**. Ja, das verrät schon die Auflösung für das Akronym DRESDYN: **DRE**sden **Sodium** facility for **DYN**amo and thermo-hydraulic studies. Wir verwahren etwa zwölf Tonnen Natrium in den tiefliegenden Tanks, die für unterschiedliche Experimente portioniert werden sollen. Mit DRESDYN wollen wir unsere geo- und astrophysikalischen Experimente zusammenführen und weiterentwickeln. Natrium ist eben das einzige Flüssigmetall, mit dem man dies mit vernünftigen technischen und finanziellen Aufwand erreichen kann.

Als erstes Beispiel möchte ich ein kombiniertes Experiment erwähnen, mit dem wir viele offene Fragen zu zwei wichtigen magnetischen Instabilitäten klären wollen. Es handelt sich um die Magnetorotations-Instabilität einerseits und die Tayler-Instabilität andererseits. Beide im Kosmos vorkommenden Phänomene konnten wir prinzipiell schon im Labor bestätigen: Die Magnetorotations-Instabilität bereits 2006 im PROMISE-Experiment, die Tayler-Instabilität in einer stromdurchflossenen Flüssigmetall-Säule haben wir dagegen erst kürzlich untersucht. In dem neuen Experiment wollen wir erstmals beide Instabilitäten gemeinsam erforschen. Gerade erst haben wir dazu eine theoretische Arbeit eingereicht, die zeigt, dass die Kombination beider Effekte extrem wichtig sein könnte, etwa für die Entstehung von Turbulenz in den relativ schlecht leitfähigen Bereichen protoplanetarer Scheiben oder in den äußeren Gebieten der Akkretionsscheiben, aus denen Schwarze Löcher gefüttert werden.

Aber auch die Magnetorotations-Instabilität für sich ist noch lange nicht erschöpfend verstanden. Hier erhoffen wir uns, dass wir, ausgehend von der aus PROMISE bekannten „helikalen“ Variante, in den Bereich der Standardvariante vorstoßen können. Dafür brauchen wir unbedingt Natrium, dazu ein kräftiges Feld und richtig „speed“. Das geplante Experiment wird aus einem Innen- und einem Außenzylinder bestehen, beide etwa zwei Meter hoch, zwischen denen etwa eine Tonne Natrium in differentielle Rotation versetzt wird. Durch einen isolierten Kupferstab in der Mitte, aber auch durch das Natrium selbst schicken wir jeweils Ströme von einigen Tausend Ampere. So werden wir gleich mit fünf Parametern spielen und damit eine Menge spannender Astrophysik treiben können. Hieran arbeiten wir gemeinsam mit Kollegen vom Leibniz-Institut für Astrophysik in Potsdam und von der ETH Zürich.

Die anwendungsorientierte Forschung soll ebenso wenig zu kurz kommen. In enger Kooperation mit der französischen Atomenergiebehörde CEA planen wir ein sogenanntes „In-Service-Inspection“-Experiment, an dem wir Messtechniken für solche Strömungsphänomene testen wollen, wie sie auch in den neuen natriumgekühlten schnellen Reaktoren in Frankreich auftreten werden. Meine Kollegen im HZDR interessieren sich zudem für Turbulenz-Studien mit Natrium und für Zweiphasen-Strömungen.

In den letzten zwei Jahren ist außerdem das Thema der Flüssigmetall-Batterien hinzugekommen. Wenn man diese nur groß genug baut, könnten sie vielleicht als ökonomisch sinnvolle Speicher für erneuerbare Energien in Betracht kommen. Genau bei solchen großen Batterien würde aber auch unsere Tayler-Instabilität auftreten und möglicherweise die Schichtung der flüssigen Bestandteile ruinieren. In einem speziellen Versuchsstand wollen wir also untersuchen, wie man diese und andere magnetohydrodynamischen Instabilitäten in großen Flüssigmetall-Batterien unterdrücken kann. Es ist nicht zuletzt die inhaltliche und auch räumliche Nähe von astrophysikalischer Forschung und angewandter Batterieforschung, die DRESDYN für mich so reizvoll macht. →



**EIN BESONDERES PROJEKT:** Frank Stefani, Wissenschaftler, Christian Steglich, Schwermaschinenbauer, und Peter Kaever, Leiter der Forschungstechnik (v.l.n.r.), arbeiten eng zusammen und stellen sich gemeinsam den großen Herausforderungen von DRESDYN. Foto: Matthias Rietschel

**Herr Stefani, Sie haben als Wissenschaftler den Hut auf für die Experimente, und Sie, Herr Kaever, sind Leiter der Forschungstechnik im HZDR. Wie genau arbeiten Sie zusammen bzw. was ist vielleicht auch das Besondere Ihrer Zusammenarbeit?**

**\_PK .** Aus Sicht der Forschungstechnik ist DRESDYN ein besonderes Projekt, weil wir viele Inhalte im ingenieurtechnischen Bereich haben, die mit externen Partnern abzustimmen sind. Dieses stark vernetzte System enthält unzählige Komponenten, die wir abklopfen und technisch immer wieder ganz genau bewerten müssen. Eine weitere Besonderheit: Wir wissen erst am Ende, ob der Dynamo anspringt und die Wissenschaft, die damit gemacht werden soll, auch wirklich funktioniert. Für uns Ingenieure bedeutet DRESDYN, dass die Verdichtung nur auf dem Papier stattfindet und dass wir erst ganz am Schluss sicher sein können, ob das Puzzle zusammenpasst. Deshalb brauchen uns die Wissenschaftler auch in viel stärkerem Maße als sonst üblich.

Christian Steglich aus meinem Team kümmert sich als Schwermaschinenbauer um die Maschinenbauseite, ich selbst bringe mich in die Steuerungs- und Sicherheitsstrecken ein. Seine Aufgabe ist es auch, die beteiligten Firmen

zu koordinieren. Wir sind sehr froh, dass wir – immerhin nach einer unglaublich aufwendigen europaweiten Ausschreibung – eine Dresdner Firma mit dem Bau der Präzessionsmaschine betrauen konnten, denn gerade die weist viele funktionskritische Komponenten auf. So produziert die Firma Sächsischer Brücken- und Stahlhochbau SBS unter anderem den Drehteller und das gesamte Stahlgerüst für den Dynamo.

**\_FS .** Für mich ist die planerische Komplexität von DRESDYN schon eine ganz schöne Herausforderung. Ich bin wirklich glücklich, dass wir in der Forschungstechnik einen Partner haben, mit dem wir so gut und harmonisch zusammenarbeiten. Die Kollegen haben Verständnis für die Wissenschaft und dafür, dass wir heute noch nicht alle Parameter ganz genau kennen. Wir sitzen übrigens beinahe jeden zweiten Tag zusammen, und das in unterschiedlichen Besetzungen. An einer typischen Sitzung nimmt zum Beispiel die Firma SBS teil zusammen mit der Firma Liebers aus Chemnitz, die als Unterauftragnehmer den Behälter baut. Mit dabei ist dann häufig auch die Gruppe von Michael Beitelschmidt von der Fakultät Maschinenwesen der Technischen Universität Dresden, die die mechanischen Stabilitätsrechnungen durchführt und für den TÜV aufbereitet. Verändert sich nur ein Parameter für die Maschine, muss manchmal alles komplett neu berechnet werden. Insofern ist es ein mehrfach iterativer Prozess und ich empfinde diese Iterationen schon als nervenaufreibend, die eine oder andere schlaflose Nacht inbegriffen.

**Ich habe von einem Otter gehört, der DRESDYN fast vereitelt hätte. Wollen Sie mir dazu etwas erzählen?**

**\_FS .** Der Fischotter war unvorhergesehen, hat mir aber nicht wirklich viel Schlaf geraubt. Er wechselt in etwa 50 Metern →

Entfernung vom Gebäude zwischen zwei Teichen. Unser Technischer Service hat letztlich einen guten Kompromiss gefunden mit dem Umweltamt, indem das Gebäude lediglich um circa zehn Meter verschoben wird. Damit können wir gut leben. Zuvor hatten wir allerdings lange über einen geeigneten Standort für DRESDYN gegrübelt. Es gab verschiedene Optionen, doch aus Sicherheits- und Schwingungsgründen wollten wir gerne weit weg vom Schuss sein. Dass das alte Heizhaus abgerissen werden sollte, kam uns schließlich entgegen und wir haben hier den optimalen Platz gefunden.

### Wo stehen Sie jetzt und was sind die nächsten Meilensteine?

**\_FS**. Baubeginn war im April, die Präzessionsmaschine wurde im November 2012 beauftragt, eine erste grobe Konstruktion für die Experimente zur Modellierung magnetischer Instabilitäten liegt ebenfalls schon vor, und jetzt arbeiten wir hart an den Detailauslegungen.

**\_PK**. Genau, wir befinden uns mitten in einer Phase, in der das technische Modell in unterschiedlichen Richtungen geprüft und auf Plausibilität mit Hilfe der an der TU Dresden vorgenommenen Berechnungen abgeklopft wird. Wegen der Schnittstellen zur Gebäudeleittechnik und einer Einsparung von knapp einer Million Euro haben wir uns entschieden, die Steuerungstechnik im eigenen Haus von der Forschungstechnik realisieren zu lassen.

**\_FS**. Die Konstruktion soll dieses Jahr mehr oder minder abgeschlossen werden. Danach wird der Dynamo mit seinen verschiedenen Komponenten gebaut. Parallel dazu entsteht das Gebäude. Der Innenausbau wird 2014 beginnen und erst dann können wir langsam daran denken, 2015 vielleicht, die Experimente einzubringen. Ich schätze, dass wir 2015 die ersten Installationen für das Dynamo-Experiment anpacken. Als erstes werden wir die bereits begonnenen Wassereperimente weiterführen, nicht nur als Vorbereitung, sondern weil diese an sich schon einen eigenen wissenschaftlichen Wert haben. Präzessionsexperimente bei solch hohen Reynolds-Zahlen hat es immerhin noch nie gegeben.



**ZUKUNFTSPROJEKT DRESDYN:** In den Jahren 2013 bis 2015 wird auf dem Gelände des HZDR der erste Präzessionsdynamo weltweit gebaut. Bild: Wörner & Partner Planungsgesellschaft mbH

**\_PK**. All das hat natürlich auch einen hohen technischen Wert. Eigentlich lässt sich die komplette Maschine mit allen vorkommenden Strömungsformen noch nicht einmal ansatzweise simulieren.

**\_FS**. Das liegt eben daran, dass es sich diesmal um eine völlig freie Strömung in allen drei Raumrichtungen handelt. So etwas kann niemand simulieren. Wir rechnen heute bis zu Reynoldszahlen von 10.000, dann kommt bald das Ende der Fahnenstange. Hier aber haben wir es mit Reynoldszahlen von 85 Millionen zu tun. Wie die präzessionsgetriebene Strömung dazwischen skaliert, kann man nur abschätzen. Deshalb betreiben wir ja auch das Wassereperiment – immerhin bei einer Reynoldszahl von 1,6 Millionen – und hoffen, damit die Restrisiken zu minimieren. Es hat schon sehr spannende Ergebnisse geliefert. So haben wir zum Beispiel ganz schlagartige Übergänge von laminarer in turbulente Strömung gesehen, mit äußerst interessanten Effekten. Wir haben erste Geschwindigkeitsmessungen mit Ultraschall gemacht und installieren gerade ein hochmodernes 3D-Particle-Image-Velocimetry-System, um die Strömung erstmalig komplett ausmessen zu können. Das alles ist für den Erfolg des Natrium-Dynamos von enormer Wichtigkeit. Auf jeden Fall aber gehen wir mit einem wissenschaftlichen Restrisiko um und können beileibe nicht hundertprozentig sagen, ob – und wenn ja, in welchem Parameterbereich – der Dynamo funktionieren wird.

### Welche Kooperationen spielen für DRESDYN eine Rolle?

**\_FS**. DRESDYN ist als europäische Forschungsplattform konzipiert und lebt von vielfältigen Kooperationen. Wichtig zu erwähnen ist mir die Helmholtz-Allianz LIMTECH, in der einige Projekte angesiedelt sind, die direkt an DRESDYN andocken. Beispielsweise ein Projekt mit der Universität Göttingen und dem Leibniz-Institut für Astrophysik AIP in Potsdam: Andreas Tilgner, einer der weltweit führenden Experten auf diesem Gebiet, stellt Berechnungen zum Präzessionsdynamo an, während das AIP mit uns auf dem Gebiet der magnetischen Instabilitäten weiterarbeiten will. Zudem ist es uns ein besonderes Anliegen, uns wirklich gut mit der weltweiten Dynamo-Community abzustimmen, etwa mit Dan Lathrop von der University of Maryland.

Eine Nutzeranlage im engeren Sinne wird DRESDYN allerdings nicht werden, das geht schon aus Sicherheitsgründen nicht. Wir freuen uns aber auf alle Vorschläge für Experimente mit Natrium, die wir in langfristigen Kooperationen gemeinsam bearbeiten können. —

### KONTAKT

\_Institut für Fluidodynamik im HZDR  
Dr. Frank Stefani  
f.stefani@hzdr.de

\_Zentralabteilung Forschungstechnik im HZDR  
Dr. Peter Kaever  
p.kaever@hzdr.de



// „Ich liebe es, mir meine eigenen Fragen zu stellen“, sagt Elizabeth Green. Seit Mitte 2012 untersucht die 28-jährige Physikerin im Dresdner Hochfeld-Magnetlabor das Verhalten von Supraleitern unter niedrigen Temperaturen und hohen Magnetfeldern.

**LOCAL CONTACT:** Elizabeth Green betreut externe Messgäste und unterstützt Doktoranden und Diplomanden wie Johannes Klotz bei ihren Forschungsvorhaben.  
Foto: Oliver Killig

## VON FLORIDA NACH ROSSENDORF

\_TEXT . Sara Schmiedel

Elizabeth Green – oder Liz, wie sie alle nennen dürfen – interessiert sich für stark korrelierte Elektronensysteme, Quantenmechanik und magnetische Resonanzspektroskopie. Sie mag Triathlon, Geige spielen und schickt regelmäßig Teile ihrer langen Haare an eine Organisation, die Perücken für Krebskranke herstellt. Und sie ist eine der wenigen Frauen in einer von Männern dominierten Wissenschaft. „Das war echt noch nie ein Thema, ich werde genauso ernst genommen wie jeder andere“, sagt die junge Physikerin.

### Es muss ‚Klick‘ machen

Liz ist im Hochfeld-Magnetlabor einer der so genannten „Local Contacts“. Das sind Wissenschaftler, die den externen Messgästen mit Rat und Tat zur Seite stehen, beim Aufbau der Experimente helfen und die Magnetfeldpulsung durchführen. Außerdem betreut die Amerikanerin Doktoranden und

Diplomanden bei ihren Forschungsvorhaben. „Ich mache das wirklich gerne“, sagt sie. „Man lernt so viele unterschiedliche Techniken und tolle Wissenschaftler kennen – das bringt mich auch selbst weiter“. Und Weiterkommen will die junge Forscherin. „Keine Ahnung wo es mich nach meiner dreijährigen Postdoc-Zeit in Dresden hin verschlägt, aber ich kann mir schon vorstellen, irgendwann als Professorin zu lehren“. Lehren, das liegt ihr. Schließlich wollte sie eigentlich Physiklehrerin werden, hat sich nach ihrem Bachelor dann aber für die reine Physik entschieden und am National High Magnetic Field Laboratory in Tallahassee, Florida promoviert. Und das, obwohl Liz Green Physik in der Schule hasste. „Ich habe mich wirklich angestrengt, aber damals fand ich es einfach zu schwierig. Ich habe schlechte Noten bekommen und war ziemlich verzweifelt deswegen.“ Dank ihrer „tollen Dozenten, die die Physik richtig klar herunter gebrochen haben, hat es aber schließlich einfach ‚Klick‘ gemacht.“ →

## Auf der Suche nach den Materialien der Zukunft

Auch Cedomir Petrovic vom Brookhaven National Laboratory in New York kam nach Rossendorf, um innovative Materialien in hohen Magnetfeldern zu untersuchen. Er verbrachte 2012 ein sechsmonatiges Forschungssemester im Dresdner Hochfeld-Magnetlabor (HLD). Der Humboldt-Stipendiat ist außerordentlicher Professor an der Johns Hopkins University in Baltimore.

### Woran arbeiten Sie gerade?

Ich erforsche vor allem neue supraleitende Materialien und ihre Eigenschaften in hohen Magnetfeldern. Einige dieser Materialien gelten als potenzielle Kandidaten für Anwendungen beispielsweise im Bereich Energietransport und in Windkraftanlagen. Meine Kollegen und ich versuchen, die mikroskopischen Mechanismen der unkonventionellen Supraleitung zu verstehen und die Eigenschaften von supraleitenden Materialien zu verbessern. Wir suchen nach neuen Supraleitern, die die Kapazität, Effizienz und Zuverlässigkeit des Stromnetzes erhöhen können.

### Welche Materialien untersuchen Sie?

Ich stelle viele der Materialien selbst her – so zum Beispiel Schwere-Fermionen-Supraleiter wie Cerium-Kobalt-Indium, ein Supraleiter mit der höchsten bekannten Sprungtemperatur in seiner Klasse, und die jüngst entdeckten Supraleiter auf Eisenbasis mit sehr hohen kritischen Feldern und Strömen.



### Wozu benötigen Sie die hohen Magnetfelder im HLD?

Sehr hohe Magnetfelder sind eine großartige Möglichkeit, ins Innere dieser neu hergestellten Materialien zu schauen, um sie besser verstehen und weiterentwickeln zu können.

### Wie hat Ihnen Ihr Forschungsaufenthalt in Dresden gefallen?

Da ich schon viele wissenschaftliche Institutionen besucht habe, kann ich mit voller Überzeugung sagen, dass das Labor in Dresden eine sehr angenehme und gut organisierte Forschungseinrichtung ist. Man bekommt hier sehr kompetente Unterstützung und immer eine helfende Hand. Es gibt eine große Auswahl an Techniken und Instrumenten – und sie alle funktionieren einwandfrei. 2014 werde ich für weitere sechs Monate nach Dresden kommen und bis dahin mit Sicherheit viele gemeinsame Projekte mit den Dresdner Wissenschaftlern durchführen.

## Physikerin durch und durch

Nein, sie konnte wirklich kein Wort Deutsch als sie nach Rossendorf kam, versichert Elizabeth Green lachend. Am HZDR hat sie dann einen Sprachkurs begonnen, ihn aber aus Zeitmangel vorzeitig abbrechen müssen. Liz findet das nicht schlimm, denn die Kommunikation klappt auch so immer besser. Mit Händen und Füßen und vor allem mit ihrem herzlichen Lachen, das ihre Zuhörer oft zu hören und zu sehen bekommen und das von andauernder guter Laune zu zeugen scheint. Kann man die denn haben, allein in einem fremden Land, der Sprache nicht mächtig, mit einem Zehn-Stunden-Arbeitstag und einem Stapel wissenschaftlicher Papers zu Hause? „So ist eben der Job eines Wissenschaftlers“, sagt Liz. „Aber da die Physik meine Leidenschaft ist, macht mir die wenige Freizeit nichts aus.“ →



**UNTER BEOBACHTUNG:** Vom Kontrollraum aus steuern und überwachen die Wissenschaftler die Experimente, die aus Sicherheitsgründen hinter dicken Wänden stattfinden müssen. Foto: Oliver Killig



**GEPULSTE REKORDE:** Die Wissenschaftler im HZDR entwickeln weltweit einzigartige Magnetspulen, die in der eigenen Werkstatt gebaut werden und auch in der Industrie zum Einsatz kommen.

Foto: Oliver Killig

## Heimweh gehört dazu

„Ich fühle mich schon manchmal einsam und vermisse meine Familie und meine Freunde“, sagt Liz. Das sei besonders an wichtigen Feiertagen wie Thanksgiving so, „gehört aber schließlich zu dieser Erfahrung dazu“. Ihre Kollegen in Rosendorf findet Liz fantastisch. „Gerade mein Zimmerkollege Marc, mein britischer Kollege Joseph und seine deutsche Frau haben uns von Anfang an unterstützt und waren mit uns auf Ämtern und bei Behörden“, sagt die US-Amerikanerin, die einen ungarischen Vater und auch die ungarische Staatsbürgerschaft hat. Und ganz allein ist sie dann doch nicht – Liz hat das Abenteuer Übersee mit ihrem Mann Bert gestartet. Der studierte Informatiker und Physiker arbeitet nun schon seit einigen Monaten an der ELBE, dem Elektronen-Linear-Beschleuniger des HZDR, an seiner Doktorarbeit. Die beiden haben sich an der Uni kennengelernt und 2010 geheiratet.

## Fragen stellen und Antworten finden

Was als Scherz anfang, wurde plötzlich ernst: Liz und Bert gaben sich das Ja-Wort nicht in einem Standesamt oder Rathaus, sondern auf einem Hybrid-Magneten im Hochfeld-Magnetlabor in Tallahassee. Bekleidet mit Jeans und einem T-Shirt mit dem Laborlogo. Liz' linke Hand ziert seitdem ein Rubin-Ring. Kein Zufall: Schließlich erfand genau fünfzig Jahre zuvor ein amerikanischer Ingenieur mit Hilfe eines Rubinkristalls den Laser, indem er ihn mit einer hellen Blitzlampe beleuchtete – eine Entdeckung, die heute für Alltag, Kommunikation und Wissenschaft unersetzlich ist.

Der amerikanische Ingenieur hat 1960 die richtigen Antworten gefunden – das will Liz auch. „Mich interessieren die Lösungen für Probleme, die uns alle betreffen, zum Beispiel wie wir Energie einsparen können“, sagt sie. Dafür will sie herausfinden, ob es Materialien geben kann, die bei Zimmertemperatur Strom verlustfrei leiten, also supraleitend sind. Doch bevor die ambitionierte Wissenschaftlerin darauf eine Antwort findet, muss sie sich weiterhin die richtigen Fragen stellen. —

### KONTAKT

\_Institut Hochfeld-Magnetlabor Dresden im HZDR  
Dr. Elizabeth Green  
e.green@hzdr.de

\_Condensed Matter Physics & Materials Science Department  
Brookhaven National Laboratory  
Prof. Cedomir Petrovic  
petrovic@bnl.gov

// Das EU-Projekt EMFL bündelt die Stärken der drei führenden Hochfeld-Magnetlabore Europas.



**STARKE PARTNER:** Die Radboud-Universität Nijmegen beherbergt eines der drei wichtigsten und größten Hochfeldlabore in Europa. Auch hier stehen internationalen Nutzern erfahrene und motivierte Mitarbeiter wie Hans Engelkamp zur Seite. Foto: Dick van Aalst

## HAND IN HAND IN DER MATERIALFORSCHUNG

\_TEXT . Sara Schmedel

Sehr hohe Magnetfelder im Labor zu erzeugen ist alles andere als einfach. Da sie sich aber ausgezeichnet eignen, um ins Innere von Materialien zu schauen und deren physikalischen Aufbau grundlegend zu verstehen, sind sie ein viel genutztes und wichtiges Werkzeug für die Wissenschaft. Weltweit gibt es kaum mehr als ein Dutzend Einrichtungen, die sich dem Erzeugen hoher Magnetfelder verschrieben haben und diese internationalen Forscherinnen und Forschern für ihre Experimente zur Verfügung stellen. Das Hochfeld-Magnetlabor Dresden (HLD) gehört neben dem Hochfeldlabor der Radboud-Universität Nijmegen in den Niederlanden und den auf

die beiden französischen Standorte Grenoble und Toulouse verteilten Einrichtungen des Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses zu den drei wichtigsten und größten Laboren dieser Art in Europa. Gemeinsam sind sie auf dem Weg zu einem Europäischen Magnetfeldlabor – dem European Magnetic Field Laboratory EMFL.

Dass die Zusammenarbeit der drei Labore funktioniert, beweisen die europäischen Vorgänger-Projekte, in denen die Forscher seit mehr als zehn Jahren miteinander verbunden sind. Sie haben eine Menge erreicht: Ein zentrales Auswahlkomitee →

entscheidet, welche Messzeit-Anträge bewilligt werden, es gibt regelmäßige Treffen, den Austausch von Wissenschaftlern und Know-how, einen gemeinsamen Preis für herausragende Wissenschaftler und gemeinsame Kommunikationsaktivitäten. „Das EMFL-Projekt geht nun einen Schritt weiter und bezieht auch strukturelle und organisatorische Aspekte mit ein, was ihm eine besondere forschungspolitische Bedeutung gibt“, erklärt HLD-Direktor Joachim Wosnitza. Das EMFL steht auf der ESFRI-Liste, dem „European Strategy Forum on Research Infrastructures“, die Europas wichtigste Forschungsprojekte der Zukunft erfasst. Seit Anfang 2011 untersuchen international besetzte Arbeitsgruppen in einer Reihe von EMFL-Arbeitspaketen, wie die Standorte im technischen, wissenschaftlichen und personellen Bereich in Einklang gebracht werden können. Kein leichtes Unterfangen: „Die drei Labore sind ganz unterschiedlich entstanden und gewachsen, haben unterschiedliche Organisationsformen und sollen natürlich in ihren jeweiligen Trägereinrichtungen verwurzelt bleiben“, so Joachim Wosnitza.

Trotz der Kooperation und der engen Verbindung werden die drei Labore eigenständig bleiben. Spätestens im nächsten Jahr ist die EMFL-Gründung als Verein unter belgischem Recht geplant. „So werden wir politisch und nach außen verstärkt als Einheit wahrgenommen und stärken unsere Konkurrenzfähigkeit“, erklärt Wosnitza. →

## Shake hands, make friends

2011 fand für alle Mitarbeiter der drei EMFL-Labore das erste 3to1-Meeting statt. Die Idee dahinter: Aus drei mach eins. Und so verbrachten mehr als 150 Wissenschaftler, Techniker, Ingenieure und Verwaltungsmitarbeiter aus Frankreich, Deutschland und den Niederlanden drei Tage im französischen La Colle-sur-Loup und lernten sich und ihre Arbeit kennen. Das mehrheitliche Fazit: „Super“. Das nächste 3to1-Meeting wird es Ende 2013 geben.

### KONTAKT

\_Hochfeld-Magnetlabor Dresden im HZDR  
 Prof. Joachim Wosnitza  
 j.wosnitza@hzdr.de

\_Kommunikation EMFL  
 Sara Schmiedel  
 s.schmiedel@hzdr.de

↗ [www.emfl.eu](http://www.emfl.eu)



- 1 HFML Nijmegen
- 2 LNCMI Toulouse
- 3 LNCMI Grenoble
- 4 HLD Dresden

// Welche Wertstoffe schlummern in alten Bergbauhalden, die es verstreut im sächsischen Erzgebirge gibt? Um diese Frage geht es in einem Forschungsprojekt, das durch das Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF) – einer Einrichtung des HZDR – koordiniert wird. Eine Sammlung hochmoderner Analysegeräte steht dafür zur Verfügung.

## ROHSTOFFE UNTER DEM MIKROSKOP

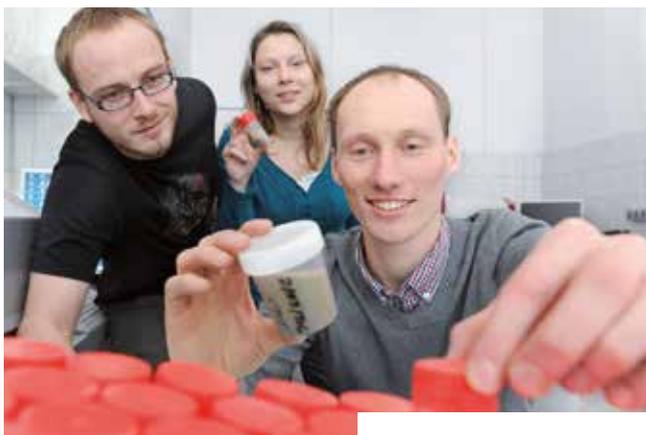
\_Text . Anja Weigl



**FORSCHUNGSARBEIT:** Bevor die Geologin Inga Osbahr das in PVC-Rohren verpackte Haldenmaterial unter einem Elektronenstrahl auf seine Bestandteile hin untersuchen kann, muss das sandige Gemisch noch aufbereitet werden. Foto: VNG – Detlef Müller

### Analytik des Helmholtz-Instituts Freiberg zur Charakterisierung von Rohstoffen:

- // Rasterelektronen-Mikroskop mit MLA-Software
- // Feldemissions-Mikrosonde
- // Massenspektrometer Femto-Laser-ICPMS
- // Ionenstrahl-Analytik/ Ionenstrahl-Mikrosonde
- // Röntgenkamera High-Speed PIXE
- // Röntgenfluoreszenzspektrometer
- // Röntgenpulverdiffraktometer
- // Raman-Mikroskope



**WERTVOLLE ERDE:** Anfang des Jahres nahmen Philipp Büttner und Inga Osbahr Bodenproben aus mehreren alten Bergbauhalden im sächsischen Erzgebirge. Das Material, in dem die Forscher noch Restmengen an wichtigen Industrierohstoffen vermuten, wird von Thomas Leißner (v.l.n.r.) für die Messung vorbereitet. Foto: VNG – Detlef Müller

Der Erzbergbau in Sachsen wurde zwar Anfang der 1990er Jahre eingestellt, jedoch gibt es immer noch große Restmengen an Metallen wie Zinn, Zink und Blei. Sie blieben nach der mechanischen und chemischen Aufbereitung übrig und landeten auf großen Spülhalden. „Aufgrund von Archivdaten wissen wir, dass dort noch bis zu 50 Prozent der ursprünglichen Zinnmengen lagern“, so Philipp Büttner vom Helmholtz-Institut Freiberg. Er koordiniert das Projekt „Strategische Metalle und Mineralien aus sächsischen Bergbauhalden“. Forscher der TU Bergakademie Freiberg wollen darin mit Partnern aus der Industrie herausfinden, um welche Rohstoffmengen es genau geht und wie man sie gewinnen könnte. Das Projekt ist Teil einer großen, durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanzierten Fördermaßnahme, die sich mit dem Recycling und Ersatz von industriell wichtigen Rohstoffen beschäftigt („r3“ – Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Strategische Metalle und Mineralien).

Für die Wirtschaft sind heute andere Ressourcen interessanter als früher. „Hochtechnologie-Metalle wie Indium, Germanium und Lithium waren damals kaum ein Thema, ihr Auftreten und ihre Verteilung wurden kaum untersucht“, erklärt Büttner. „Wir vermuten aber, dass die in den Halden lagernden Rückstände aus der Erzaufbereitung auch diese Wertstoffe enthalten, und wollen herausfinden, wie viel und wie sie sich verteilen.“ Dafür müssen die Forscher die Bergbauhalden genau untersuchen und viele Proben analysieren. Denn die Rohstoffe, die für Generatoren, Batterien oder Bildschirme unverzichtbar sind, sind meist sehr fein verteilt und kommen in geringen Konzentrationen vor.

Häufig sind die Minerale, die die gesuchten Metalle enthalten, nur unter hochauflösenden Mikroskopen oder mit speziellen Sonden erkennbar. Das HIF und die TU Bergakademie Freiberg verfügen über alle Analysegeräte, die man für solche Untersuchungen braucht; die hochmoderne Ausstattung wird gefördert durch das BMBF und den Freistaat Sachsen. „Sie

steht allen Mitgliedern in der „r3“-Fördermaßnahme zu Vorzugskonditionen sowie weiteren Forschungspartnern des HIF zur Verfügung“, so Anke Dürkoop. Sie koordiniert im Rahmen des Begleitvorhabens „INTRA r3+“ die Vernetzung der 27 „r3“-Verbundprojekte. „Durch den Gerätepool haben wir am HIF viele Möglichkeiten, Rohstoffe quantitativ zu untersuchen“.

## Unter dem Elektronenstrahl

Für das Haldenprojekt kommen gleich mehrere Forschungsanlagen zum Einsatz. Im Moment lagert das Probenmaterial, das aus verschiedenen Halden im sächsischen Erzgebirge stammt, noch in Eimern und verpackt in PVC-Rohren. Bald kommt es in die Labore der Forscher. Inga Osbahr vom Institut für Mineralogie der Bergakademie ist eine der ersten, die damit zu tun hat. Sie durchleuchtet das vorher aufbereitete Gemisch aus feinen und groben Sandpartikeln mit dem Elektronenstrahl eines Rasterelektronen-Mikroskops. Die zurückgesendete Röntgenstrahlung ist einzigartig für jedes Mineral. Dadurch weiß die Forscherin, wie sich das Haldenmaterial grob zusammensetzt und welche Minerale gemeinsam vorkommen. Sehr fein verteilte Stoffe sind damit allerdings nicht bestimmbar. Dafür muss man die Proben so stark erhitzen, dass sie in ihre atomaren Bausteine aufgespaltet werden; diese werden anschließend in einem hochempfindlichen Massenspektrometer analysiert. Um die Hauptelemente der Proben zu bestimmen, nutzen die Freiburger Forscher wiederum Röntgenstrahlung. Mithilfe eines sogenannten Röntgenpulverdiffraktometers können sie aber auch die genaue Struktur der Minerale erkennen.

Die gesammelten Messdaten sollen später zusammen mit ähnlichen Informationen über andere zurückgelassene Bergbauhalden in Deutschland in eine überregionale Datenbank eingetragen werden. Mehrere „r3“-Partner entwickeln gemeinsam dieses Haldenkataster. Die Daten werden schließlich zeigen, ob es ökologisch verträglich ist und wirtschaftlich lohnenswert, die in den Halden lagernden restlichen Rohstoffe zu verwerten. Auch fortschrittlichere Technologien könnten für diese Entscheidung eine Rolle spielen. Voraussichtlich in drei Jahren wissen die Forscher mehr; so lange dauern ihre Untersuchungen. —

## KONTAKT

— Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie im HZDR  
**Philipp Büttner**  
 Koordinator des Verbundprojektes „Strategische Metalle und Mineralien aus sächsischen Bergbauhalden“  
 p.buettner@hzdr.de

Dr. Anke Dürkoop  
 Koordinatorin des BMBF-Vernetzungsprojekts „INTRA r3+“  
 a.duerkoop@hzdr.de

➤ [www.r3-innovation.de](http://www.r3-innovation.de)

// Im europäischen Projekt ENVISION trifft bereits der Name den Punkt, um den sich alles dreht:  
To envision bedeutet, sich ein Bild zu machen.

## TEILCHENSTRAHLEN SICHTBAR MACHEN

\_Text . Christine Bohnet

Bei etwa 60 Prozent der Krebspatienten wird in modernen Industrienationen die Strahlentherapie eingesetzt und trägt wesentlich zur Heilung dieser Volkskrankheit bei. Experten sind sicher, dass neben der herkömmlichen Therapie mit ultraharter Röntgenstrahlung aus Elektronen-Linearbeschleunigern

**EXPERIMENT:** Christian Golnik und Anne Dreyer montieren den Prototyp einer Kamera, die hochenergetische Photonenstrahlung misst. Bei der Partikeltherapie sendet das bestrahlte Gewebe vergleichbare Strahlen aus. Wenn es gelingt, deren Ursprung räumlich darzustellen, ist eine Überwachung der Therapie in Echtzeit möglich. Ziel ist ein klinisch einsetzbares Kamerasystem. Foto: Guntram Pausch/OncoRay

in den nächsten Jahrzehnten auch die Partikeltherapie ihren festen Platz in der Krebsbehandlung finden wird. Bis dahin müssen jedoch noch umfangreiche Studien die Vorteile dieser Therapie beweisen. Partikel, das können Protonen – also Wasserstoff-Atome, denen ein Elektron entzogen wurde –, elektrisch geladene Kohlenstoff-Atome oder weitere Ionenarten sein. Als gemeinsames Projekt des Universitätsklinikums Carl Gustav Carus Dresden und des HZDR entsteht derzeit auf dem Klinikgelände eine Anlage für die Erforschung und Weiterentwicklung der Protonentherapie mit dem Ziel, in den nächsten zehn bis fünfzehn Jahren Protonenstrahlen als bezahlbare und hoch wirksame Therapie im klinischen Einsatz zu etablieren.

Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist, die Bestrahlung in Echtzeit überwachen zu können. Dies ist bei Partikelstrahlen besonders wichtig, weil sie auf einem nicht einmal stecknadelgroßen Punkt im Körper einen Großteil ihrer Energie abgeben. Und da man diesen Punkt vor der Bestrahlung äußerst genau →



über die Reichweite des Partikelstrahls einstellen kann, sehen Radioonkologen in Protonen- und Ionenstrahlen eine besonders scharfe Waffe gegen den Krebs. Für die moderne Strahlentherapie mit ultraharter Röntgenstrahlung existieren aufgrund der jahrelangen Erfahrung ausgefeilte Technologien, um eine optimale Bestrahlung zu gewährleisten. Partikelstrahlen verhalten sich jedoch physikalisch völlig anders, sodass die vorhandenen Technologien nicht einfach übertragen werden können.

Genau hier setzt das EU-Projekt ENVISION an; es wurde 2007 von Ugo Amaldi (Europäisches Kernforschungszentrum CERN, Genf) und Wolfgang Enghardt (Forschungszentrum OncoRay, Dresden) vorgeschlagen, seit 2010 wird es am CERN koordiniert. Wissenschaftler aus 15 Forschungseinrichtungen und einem Unternehmen für Medizintechnik entwickeln bildgebende Verfahren, die in der Lage sind, den unsichtbaren Partikelstrahl im Körper des Patienten sichtbar zu machen. Sie nutzen aus, dass ein Teil der Partikel mit Atomkernen des bestrahlten Gewebes zusammenstößt. Aufgrund der hohen Geschwindigkeit der Partikel – sie erreichen bis zu 70 Prozent der Lichtgeschwindigkeit – finden Kernreaktionen statt. Dadurch entstehen weitere, sekundäre Strahlungsarten, wie Gammastrahlung, schnelle Protonen und Neutronen; sie tragen Informationen über die Genauigkeit der Bestrahlung mit sich, die man nutzen kann. Die Projektpartner arbeiten an mehreren Themen gleichzeitig:

- // Entwicklung von Strahlungsdetektoren, welche die Sekundärstrahlung, speziell ihre Energie und den Entstehungsort, genau registrieren;
- // Erarbeitung von Software, die aus diesen Detektorsignalen für alle klinischen Situationen – insbesondere für Tumoren, die sich mit der Atmung bewegen – in Echtzeit aussagefähige Bilder und daraus klinische Schlussfolgerungen zur Präzision der Therapie ermöglicht;
- // Einbindung dieser Software in die Bestrahlungsplanung als Voraussetzung einer „adaptiven“ Partikeltherapie; Abweichungen vom Bestrahlungsplan werden dabei sofort durch die Anpassung der Strahlparameter korrigiert.

Die Physikerin Fine Fiedler, Abteilungsleiterin im HZDR, und ihr Doktorvater Wolfgang Enghardt arbeiten zusammen mit fünf Promotionsstudenten an diesen Aufgabenstellungen. „Unser großes Ziel ist es, sowohl die Reichweite der Protonen als auch die applizierte Strahlungsdosis direkt während der Bestrahlung bestimmen zu können. Ein enormer Vorteil für uns ist die enge Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum und der TU Dresden in unserem gemeinsamen OncoRay-Zentrum, denn so können wir Physiker uns mit Experten aus der Onkologie, der Krebsbiologie oder der Informatik auf direktem Weg austauschen. Das ist sehr wichtig für uns: Die Geräte sollen sich ja am Ende wirklich zum Einsatz in der Klinik eignen“, erläutert Fiedler. Ein gutes Team bildet sie deshalb auch mit ihrem OncoRay-Kollegen Guntram Pausch, der die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierte Gruppe „In-vivo Dosimetrie für neue Strahlenarten“ leitet.

## Kernphysik trifft Medizin

Wolfgang Enghardt steht Pate dafür, dass Kernphysik erfolgreich in der Medizintechnik Einzug hält, ist er doch Experte dafür – und das weit über Deutschland hinaus. Im Rahmen des Deutschen Schwerionentherapie-Projekts hatte er vor Jahren schon eine PET-Kamera (PET - Positronen-Emissions-Tomographie) entwickelt, die den Weg der Teilchenstrahlen im Patienten nach jeder einzelnen Behandlung abbildet. Heute leitet Enghardt das entsprechende Arbeitspaket im EU-Projekt ENVISION, bei ihm laufen aber auch alle Fäden in Dresden für die anderen Pakete zusammen. „Der Radioonkologe benötigt Bilder, um genau sehen zu können, wie viel Dosis wo genau angekommen ist. Wir arbeiten aber auch daran, die Protonen eines Tages als adaptive Hochpräzisionstherapie im klinischen Alltag implementieren zu können. Unsere neuen Hightech-Geräte sollen also direkt bei der Behandlung eingreifen und korrigieren, wenn es zu Abweichungen zwischen der zuvor errechneten Dosis oder Reichweite und dem tatsächlichem Strahl kommt.“

Krebsmediziner schätzen, dass circa 15 Prozent der Patienten von der Partikeltherapie profitieren könnten. Unerlässlich hierfür sind genau die Zusatzgeräte und Methoden, an denen im ENVISION-Projekt geforscht wird. Erst sie schaffen die kontrollierten Bedingungen, damit die Protonen- und Ionenstrahlen den Krebs vollständig vernichten können; das gesunde Gewebe soll dabei weitestgehend geschont werden.

Wolfgang Enghardt bleibt Realist und meint: „Die Erhöhung von Wirksamkeit und Präzision der Strahlentherapie ist eine ständige Herausforderung, vor der Mediziner, Physiker und Ingenieure seit 1896, als erstmals Röntgenstrahlen für die Tumortherapie eingesetzt wurden, stehen. ENVISION, das bis 2014 von der EU gefördert wird, hat wichtige physikalisch-technische Lösungen für die Partikeltherapie auf der Basis des gegenwärtig technologisch Machbaren erbracht, von denen einige in den nächsten Jahren sicherlich klinische Bedeutung erlangen werden. Die rasante Entwicklung der Beschleunigertechnologien, der Strahlungsdetektoren und im IT-Bereich werden aber dafür sorgen, dass auch in zehn, 20 oder 30 Jahren, jedenfalls solange es Strahlentherapie als hochwirksame Tumorbehandlung gibt, mit hohem Engagement an diesem Thema geforscht werden wird und raffiniertere Lösungen in der Klinik zum Einsatz kommen werden.“ —

### KONTAKT

— Institut für Strahlenphysik im HZDR  
Dr. Fine Fiedler  
f.fiedler@hzdr.de

— Nationales Zentrum für Strahlenforschung in der Onkologie „OncoRay“  
Prof. Wolfgang Enghardt  
wolfgang.enghardt@oncoray.de

— Nachwuchsforschergruppe „In-vivo Dosimetrie für neue Strahlenarten“  
Dr. Guntram Pausch  
guntram.pausch@oncoray.de

// Dresden hat ein dichtes Netz an Institutionen in Wissenschaft und Forschung. Sie wollen gemeinsam Strategien für den Wissenschaftsstandort Dresden entwickeln und Synergien nutzen. Dafür haben sie sich in dem Verbund DRESDEN-concept e.V. zusammengeschlossen. Wir sprachen mit Manuel Joiko, dem neuen Leiter der Geschäftsstelle.

## „DAS ZUKUNFTSKONZEPT GEMEINSAM UMSETZEN“

\_Interview . Anja Weigl



**Herr Joiko, Sie leiten die Geschäftsstelle seit Anfang des Jahres. Welche Aufgaben beschäftigen Sie im Moment am meisten?**

Manuel Joiko: Zurzeit stehen meine Antrittsbesuche bei den Mitgliedern von DRESDEN-concept im Vordergrund. Mir geht es hauptsächlich darum zu erfahren, welche Schwerpunkt-Themen sie im Rahmen der Allianz haben, welche Erwartungen sie an unseren Verbund richten und welche Beiträge sie

**Der Verbund war ein wichtiger Baustein für den Erfolg der Technischen Universität Dresden in der Exzellenzinitiative des Bundes. Das große Ziel ist erreicht, die TU gehört zu den Exzellenzuniversitäten. Welche Visionen hat der Verein jetzt?**

Ja, die TU Dresden ist damit in die Exzellenzliga aufgestiegen. Nun geht es darum, das Zukunftskonzept mit dem Titel „Die Synergetische Universität“ als Strategie der TU für die nächsten Jahre umzusetzen und Exzellenz in Forschung, Ausbildung, Infrastruktur und Verwaltung zu erreichen. Eine besondere Rolle spielen dabei die beiden bewilligten Exzellenzcluster sowie die Graduiertenschule. Das HZDR ist als Partner an diesen Projekten mitbeteiligt. Es arbeitet aber auch mit im Leitungsgremium des Verbundes, dem DRESDEN-Board, sowie im Verwaltungsrat ‚Administrative and Infrastructure Committee‘ und ist deswegen ein wichtiger Partner.

Exzellenz in Forschung, Ausbildung, Infrastruktur und Verwaltung erreichen.

dieses Jahr einbringen möchten. Bisher haben sich klar zwei Handlungsfelder herauskristallisiert, um die ich mich kümmerge: Es gibt bereits heute so viele gemeinsame Partneraktivitäten, aber sie sind viel zu wenig bekannt. Und es gibt so tolle Ideen, um Synergiepotenziale zu heben, aber sie haben oft die Arbeitsebene noch nicht erreicht. Ganz besonders erfreulich ist, dass allein seit Jahresbeginn schon wieder zahlreiche Interessenten auf DRESDEN-concept zugekommen sind, um über eine Zusammenarbeit in verschiedenster Art und Weise zu reden.

**Wie wollen die Partner von DRESDEN-concept Synergien in Forschung, Ausbildung, Infrastruktur und Verwaltung nutzen? Bitte nennen Sie uns ein paar beispielhafte Projekte. Welche Erfolge gibt es?**

Zuerst möchte ich die gemeinsame Technologieplattform nennen; sie ermöglicht ein schnelles und leichtes Abrufen von Informationen sowie den Zugang zu Ausstattung und Serviceangeboten unserer Mitglieder. Wir haben hier einen großen Arbeitsfortschritt erreicht und sind dabei, sukzessive einen →

Partner nach dem anderen über Schnittstellen anzuschließen. Aktuell passiert das gerade mit dem HZDR. Es liegt aber noch ein ganzes Stück Arbeit vor uns, deshalb stocken wir gerade die Ressourcen für dieses Projekt auf. Im Genome Center ist die Nutzung der Technologieplattform schon gelebte Praxis. Die TU Dresden betreibt dort gemeinsam mit Partnern von DRESDEN-concept an kostenintensiven Geräten modernste Genomforschung. Die Ausstrahlungskraft des Genome Centers wird auch dadurch deutlich, dass es erst kürzlich eine Spende der Klaus-Tschira-Stiftung erhalten hat.

Aber es gibt auch ein erfolgreiches kleineres Projekt: unser Dresden Science Calendar, mittlerweile sind sämtliche Mitglieder von DRESDEN-concept mit ihren wissenschaftlichen Vorträgen und Veranstaltungen daran angeschlossen! Allein im letzten Jahr waren 1.600 Veranstaltungen eingetragen. Die Webseite hat monatlich oft über 10.000 Zugriffe. Bald gibt es den Veranstaltungskalender auch als App!

**Zum Verein gehören auch Dresdner Museen und Sammlungen. Welche Schnittstellen und gemeinsamen Ziele teilen diese mit Wissenschaft und Forschung in Dresden?**

Die Kultureinrichtungen in unserem Verbund betreiben selbst Forschung! Das ist übrigens auch ein entscheidendes Auswahlkriterium für eine Mitgliedschaft bei DRESDEN-concept. Insofern geht es insbesondere darum, die Zusammenarbeit in der Forschung zwischen den verschiedenartigen Partnern anzuregen und zu organisieren bzw. darüber zu informieren.

Ein großes Thema ist zum Beispiel die Digitalisierung der jeweiligen so verschiedenartigen Bestände. Die Partner untereinander können dabei vom Austausch von Geräten, Methoden und Erfahrungen profitieren. Es gibt aber auch andere nützliche und erfolgreiche Kooperationen: einerseits bei der Kulturgut-Erhaltung, um zum Beispiel den Zerfall von Papier aufzuhalten, und andererseits bei der Untersuchung der Gewänder von August dem Starken aus der Rüstkammer der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden mit modernsten Analysemethoden, das hat sehr interessante Erkenntnisse gebracht. Man sieht, unsere Kultureinrichtungen stehen nicht neben Wissenschaft und Forschung, sondern sind mittendrin. —

**KONTAKT**

\_DRESDEN-concept e.V.  
Dr.-Ing. habil. Manuel Joiko  
manuel.joiko@dresden-concept.de

↗ [www.dresden-concept.de/](http://www.dresden-concept.de/)  
↗ [www.tu-dresden.de/exzellenz](http://www.tu-dresden.de/exzellenz)

Foto: Claus Preußel



**Vorgestellt**



**Manuel Joiko (59) leitet seit 1. Januar 2013 die Geschäftsstelle von DRESDEN-concept e.V. Er stammt aus Leipzig und studierte an der TU Dresden Informationsverarbeitung, wo er als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig war. Seit 1990 arbeitete Joiko in verschiedenen Management-Positionen bei IT- und Management-Beratungsgesellschaften sowie Software-Herstellern, unter anderem im Siemens-Konzern, in der SAP-Gruppe sowie zuletzt bei Capgemini in München, Düsseldorf und Frankfurt am Main.**

// Am HZDR gibt es ein neues Institut für Radioonkologie.

## KREBS MIT „NEUEN“ STRAHLEN BESSER BEHANDELN

\_Text . Anja Weigl



**KREBSERPERTE:** Michael Baumann ist Direktor des Instituts für Radioonkologie. Foto: André Wirsig

Das HZDR, das Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden und die Medizinische Fakultät der TU Dresden arbeiten schon lange in der Strahlenforschung gegen Krebs im OncoRay-Zentrum zusammen. Durch ein neues Institut für Radioonkologie am HZDR – es wurde zum 1. Januar 2013 gegründet – soll die radioonkologische Forschung in Dresden noch schlagkräftiger werden. Die Strahlentherapie mit Protonen steht im Zentrum der gemeinsamen Forschung.

Der Direktor des neuen Instituts für Radioonkologie, Michael Baumann, ist als Krebsexperte national wie international geschätzt. Er leitet in Dresden die Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie und Radioonkologie am Universitätsklinikum und spricht für das Forschungszentrum OncoRay. Zurzeit berät er die Bundesregierung bei der „Prävention für mehr Gesundheit und Lebensqualität“. Er war außerdem Präsident der europäischen Strahlentherapie-Vereinigung ESTRO und der Europäischen Krebsgesellschaft ECCO. Auf die Frage, wie man Krebs vorbeugen könne, gibt er einfache Ratschläge: „Verzicht auf Rauchen, gesunde Ernährung, ausreichend Bewegung und Sport“. Leider ist das kein Patentrezept; als Klinikdirektor, der tagtäglich selbst mit Krebspatienten zu tun hat, weiß er das gut.

Gerade die Onkologie, also die Wissenschaft von der Vorbeugung, Diagnose, Therapie und Nachsorge von Krebs, habe sich in den letzten Jahrzehnten sehr weit entwickelt, so Michael Baumann. In keinem anderen medizinischen Bereich

gäbe es so viele Fortschritte, um Patienten individueller durch verbesserte biologische Kenntnisse zu behandeln. Das ist auch der Ansatz der Dresdner Krebsforschung: Seit Jahren forschen Wissenschaftler und Ärzte im OncoRay-Zentrum an einer technisch optimierten und biologisch individualisierten Strahlentherapie, um mehr Krebspatienten zu heilen. Nur wenn sie eng zusammenarbeiten, kommen neue Forschungsergebnisse aus dem Labor in der Klinik bei den Patienten an. Das neue Institut für Radioonkologie wird die Translation von neuesten Erkenntnissen aus der Strahlenforschung vorantreiben.

Das Institut baut eine wissenschaftliche Struktur parallel zur Strahlentherapie-Klinik am Universitätsklinikum auf. Es soll ebenso wie die Klinik vier Abteilungen haben für Radioonkologie, Translationale Radioonkologie, Medizinische Strahlenphysik und Strahlenbiologie. Beide – Klinik und Institut – werden auch räumlich eng zusammengehören. So sollen die Forscherinnen und Forscher noch dieses Jahr in das neue Protonentherapie-Zentrum einziehen, das unmittelbar neben der Klinik entsteht.

Teilchenstrahlen vernichten bösartige Tumoren präziser und schonen das gesunde Gewebe besser als herkömmlich angewendete Röntgenstrahlung. Die Wissenschaftler wollen die Therapie mit Protonenstrahlen auf verschiedenen Etappen der Behandlung technologisch weiterentwickeln – in enger Kooperation mit weiteren Krebsforschern am HZDR in den Instituten für Radiopharmazeutische Krebsforschung und Strahlenphysik. Es geht ihnen beispielsweise um bildgebende Verfahren, mit denen man die biologischen Eigenschaften von Tumoren genauer untersuchen kann. Dadurch ließe sich die Bestrahlungsplanung verbessern. Weitere Themen sind die präzise Bestrahlung beweglicher Tumoren, die Kontrolle der Bestrahlungsdosis in Echtzeit (siehe Artikel auf Seiten 38 und 39) oder eine neue Beschleunigungstechnologie für Ionenstrahlen mit Laserlicht. Ein Prototyp für Letzteres soll in den nächsten Jahren in dem neuen Protonentherapie-Zentrum getestet werden. Voraussichtlich ab 2014 werden dort Protonenstrahlen von einem Kreisbeschleuniger in der Krebsbehandlung eingesetzt und im Rahmen klinischer Studien erprobt. —

### KONTAKT

\_Institut für Radioonkologie im HZDR  
Prof. Michael Baumann  
über: Carolin Haase  
carolin.haase@uniklinikum-dresden.de

// Die Chemikerin Sibylle Gemming ist leitende Wissenschaftlerin im HZDR. Seit Januar 2013 hat sie zudem eine Professur am Institut für Physik der TU Chemnitz inne. Mit einer Million Euro wird sie im „W2/W3-Programm für exzellente Wissenschaftlerinnen“ von der Helmholtz-Gemeinschaft gefördert.

## VON DER CHEMIE ÜBER DIE PHYSIK ZUR MATERIALFORSCHUNG

\_Text . Christine Bohnet

Von Haus aus ist Sibylle Gemming Chemikerin – mit Studium und Promotion an der TU München. Ihr Schwerpunkt lag von jeher eher auf den theoretischen Grundlagen als auf Experimenten im Labor. Als Postdoc verbrachte sie vier Jahre am Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart und am SISSA in Triest. Spätestens da hatte sie den Wechsel in die Physik vollzogen. Heute arbeitet sie am Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung im Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf und begreift sich als Materialwissenschaftlerin. Zusammen mit ihren Kolleginnen und Kollegen untersucht sie Moleküle oder Festkörper auf der Nanometer-Skala. Im Gegensatz zu Materialien, wie wir sie kennen, zeigen die winzig kleinen Strukturen gänzlich neue Eigenschaften, die es im Experiment und per Simulation zu erforschen gilt.

Drähte, Röhren oder Schichten im Nanometer-Bereich interessieren die Wissenschaftlerin auch in dem von ihr geleiteten Virtuellen Institut „MEMRIOX“, das seit Oktober 2011 von der Helmholtz-Gemeinschaft gefördert wird. MEMRIOX steht für „Memory Effects in Resistive Ion-Beam Modified Oxides“ und verbindet acht Partner aus Deutschland, der Schweiz und den USA. Geforscht wird hier an passiven elektronischen Bauelementen, deren Widerstand sich direkt durch einen elektrischen Stromfluss einstellen lässt. Das Ziel sind miniaturisierte elektronische Komponenten – natürlich im Nanometer-Bereich – für eine „grüne“ Datenverarbeitung.

### Guter Draht zur TU Chemnitz

Mit der TU Chemnitz verbindet die Chemikerin bereits eine langjährige enge Zusammenarbeit. So war sie drei Jahre lang Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Physik, bevor sie im Dezember 2004 ihre Habilitation an der TU Chemnitz ablegte. 2005 erhielt sie die Lehrbefugnis für das Fach Physik. Sibylle Gemming will die Fördermittel aus dem „W2/W3-Programm für exzellente Wissenschaftlerinnen“ der Helmholtz-Gemeinschaft in Personal und Ausstattung investieren: „Wir werden damit untersuchen, wie sich Kontakte zwischen verschiedenen Materialien für eine energieeffiziente Elektronik oder für die Gewinnung regenerativer Energien optimieren lassen. Uns interessiert vor allem, wie sich kleinste Veränderungen auf der atomaren Skala auf die Eigenschaften des Gesamtsystems auswirken. Die Methoden im HZDR bieten dafür beste Voraussetzungen.“



**DRÄHTE, RÖHREN, SCHICHTEN:** Sibylle Gemming, seit Januar 2013 auch Professorin an der TU Chemnitz, untersucht Moleküle oder Festkörper auf der Nanometer-Skala.

Um eine weitere der vielen Aktivitäten und Aufgaben von Sibylle Gemming zu nennen: Ihre Sprecherfunktion im Virtuellen Institut und die gerade erst abgeschlossene Weiterbildung im Wissenschaftsmanagement an der Helmholtz-Führungsakademie prädestinieren sie dafür, in der Programmorientierten Förderung mitzuwirken. Mit diesem Instrument wird innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft die Forschung finanziert und die wissenschaftliche Zusammenarbeit der Zentren koordiniert. Da auch die Familie nicht zu kurz kommen soll, hat sie sich vor kurzem von der Leiterfunktion für die Abteilung „Skalierungsphänomene“ beurlauben lassen. Bis Ende 2014 kümmert sich der Physiker Artur Erbe um die rund 30 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. „Ich habe mich schon immer auf sehr gute Leute im Team verlassen können“, betont Gemming. „Nur gemeinsam konnten wir all das aufbauen, was in den letzten Jahren entstanden ist.“ —

### KONTAKT

\_Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung im HZDR  
Prof. Sibylle Gemming  
s.gemming@hzdr.de  
Mitglied im AcademiaNet, dem Webportal für exzellente Wissenschaftlerinnen

➤ [www.academia-net.de](http://www.academia-net.de)

// Eine Nachwuchsgruppe entwickelt im HZDR innovative Brennstoffzyklen für Kernreaktoren und forscht daran, die Sicherheit für eine neue Reaktorgeneration zu verbessern.

## UND DIE FORSCHUNG GEHT WEITER

\_Text . Christine Bohnet

Der Ingenieur Emil Fridman leitet die Nachwuchsgruppe "Neutronenphysikalisch-sicherheitstechnische Bewertung moderner Kernreaktoren" im Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf. Sie arbeitet im Grenzbereich zwischen theoretischer Neutronenphysik auf der einen und Nukleartechnik auf der anderen Seite. Für die insgesamt vier Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Israel, der Ukraine und der Tschechischen Republik dreht sich alles um Computersimulationen. Dabei kümmert sich die Gruppe vor allem um einen Code – den im Zentrum entwickelten DYN3D-Code, der heute vielfach auch international eingesetzt wird. Mit diesem lassen sich Szenarien für Störfälle in Druckwasser-Reaktoren durchspielen, um die Sicherheit der heute betriebenen Reaktoren der zweiten und dritten Generation zu gewährleisten.

Emil Fridman verfolgt mit seiner Gruppe das Ziel, mit dem DYN3D-Code auch innovative Reaktoren der dritten und vierten Generation zu simulieren. Eigentlich wollen Forscher ihre auf der Basis komplexer mathematischer Gleichungen und umfangreicher Eingangsdaten erzielten Ergebnisse auch immer im Experiment überprüfen, doch in der Nukleartechnik sind Experimente unglaublich aufwendig und teuer. Und da

die nächste Generation von Reaktoren bisher eigentlich nur auf dem Papier existiert, konzentrieren sich viele Kerntechnik-Experten weltweit auf die Weiter- bzw. Neuentwicklung von Computersimulationen und deren Anwendung.

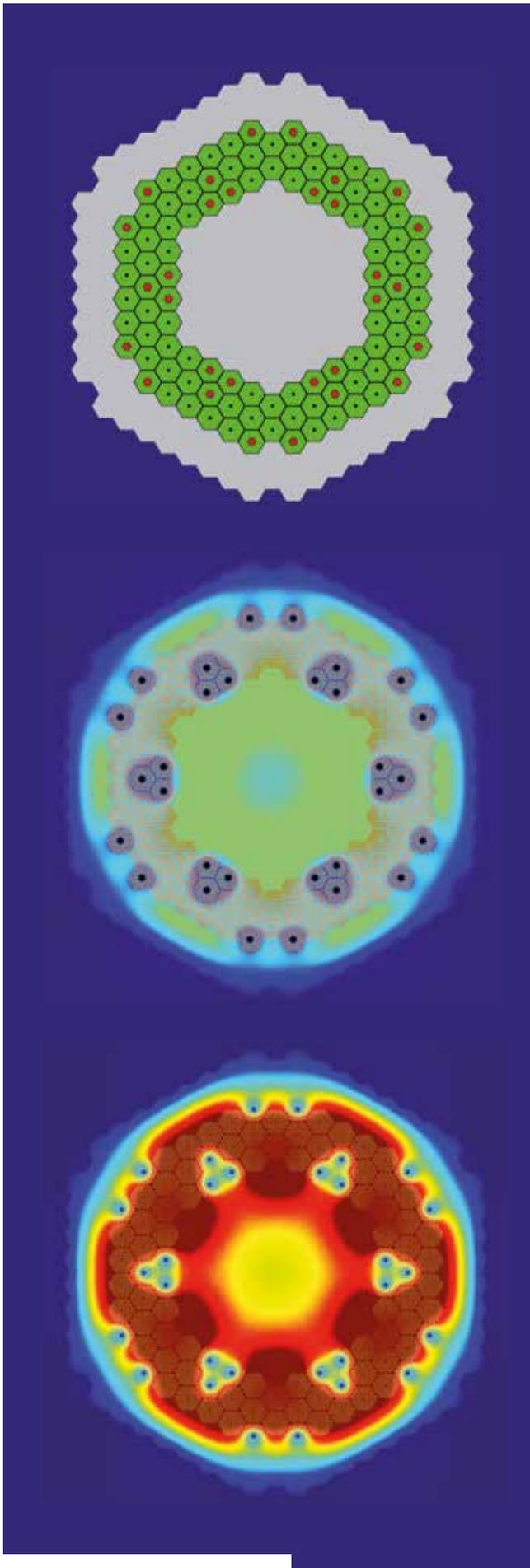
### Codes muss man füttern

„Ein Code ist wie ein Auto. Es fährt nur mit dem richtigen Treibstoff. Deshalb muss auch ein Code gefüttert werden, und zwar mit den richtigen Eingangsdaten, also mit nuklearen Daten. Erst damit kann man Simulationen zuverlässig betreiben. Die Vorbereitung dieser Daten ist aber alles andere als eine einfache Aufgabe“, beschreibt Fridman seine Arbeit. Derzeit liegt das Augenmerk der Nachwuchsgruppe darauf, verlässliche Eingangsdaten für den hauseigenen DYN3D-Code zu ermitteln. Nun unterscheiden sich bestehende Reaktoren – für die DYN3D entwickelt wurde – grundlegend von gegenwärtig geplanten Reaktortypen, weshalb noch ein ganzer Berg an Arbeit vor der Nachwuchsgruppe liegt, bevor die Modellierung von innovativen Reaktoren damit möglich sein wird. Die Forscher müssen Unterschiede im Verhalten der Neutronen oder in der Thermohydraulik ebenso berücksichtigen wie unterschiedliche Materialien und Reaktorbauweisen, Kühlkonzepte und -mittel oder auch Brennstoffgemische.

„Wir setzen sehr ausgefeilte Methoden für die Computersimulationen ein, um sie für eine neue Generation von Kernreaktoren passfähig zu machen. Die vorhandenen →



**FORTSCHRITTE:** In den wöchentlichen Meetings, auf die Emil Fridman (rechts) großen Wert legt, präsentieren die Wissenschaftler Susan Dürigen und Yuri Bilodid ihre Arbeitsergebnisse.



**IM FOKUS** der Kerntechniker stehen Sicherheitsanalysen zu Reaktoren mit Gas-, Natrium und Bleikühlung. Die Simulationen zeigen Ergebnisse an einem gasgekühlten Hochtemperaturreaktor anhand des SERPENT-Codes. **Bild oben** bildet eine zweidimensionale Kerngeometrie des Reaktors mit Brennelementen | grün |, Regelstäben | rot | und Graphitreflektoren | grau | ab; **Bild 2** den thermischen Neutronenfluss und die Verteilung der Spaltraten; **Bild unten** die Verteilung der Reaktionsdichte der Neutronen im Kern.

Methoden für wassergekühlte Reaktoren können wir nicht übernehmen, denn die neuen, mit schnellen Neutronen arbeitenden Reaktoren basieren auf der Kühlung etwa mit Gas oder Flüssigmetall.“ Um Ausgangsdaten für den DYN3D-Code aufzubereiten, nimmt sich Fridman beispielsweise einen Code namens SERPENT aus Finnland vor. Erstmals basiert solch ein Code auf Monte-Carlo-Simulationen, mit denen sich komplexe Phänomene wie beispielsweise auch das Wetter näherungsweise berechnen lassen. Die Nachwuchsforscher arbeiten hier eng mit den finnischen Entwicklern zusammen, um zu zeigen, ob und wie der Code genutzt werden kann. Ihr Ziel für die nächsten Jahre ist es aber, Sicherheitsanalysen mit Hilfe des DYN3D-Codes für drei der insgesamt sechs Reaktortypen der vierten Generation zur Verfügung stellen zu können. Reaktoren mit Gas-, Natrium- und Blei-Kühlung stehen deshalb im Fokus der jungen Kerntechniker.

### Zäsur Fukushima

„Fukushima war für uns eine echte Zäsur. Damals, nach dem Erdbeben, dem verheerenden Tsunami und der dadurch ausgelösten Reaktorkatastrophe im März 2011, war unklar, wie es mit der nuklearen Sicherheitsforschung in Deutschland weitergehen wird. Immerhin hatte die deutsche Regierung dann sehr schnell die Entscheidung getroffen, aus der Kernenergie auszusteigen“, blickt Emil Fridman zurück. Heute sieht die nukleare Sicherheitsforschung in Deutschland ihre wichtigste Rolle darin, die Reaktorprototypen, die jenseits der deutschen Grenzen gebaut und betrieben werden, bewerten zu können. Dazu müssen die Forscher in den entsprechenden internationalen Gremien wie der Internationalen Atomenergiebehörde IAEA und in den großen europäischen Forschungsverbänden, die an Reaktoren der vierten Generation arbeiten, vertreten sein. Und das wiederum kann nur funktionieren, wenn weiterhin auch in Deutschland auf dem Gebiet der Kerntechnik aktiv geforscht wird. Diesem Hintergrund verdankt auch die Nachwuchsgruppe von Emil Fridman ihre Existenz, denn der Vorstand des HZDR hatte ihre Gründung erst nach den folgenschweren Reaktorunfällen in Japan beschlossen.

In Europa sind heute etliche neue Reaktoren in Planung. So entsteht in der belgischen Stadt Mol ein schneller Reaktor namens MYRRHA, der mit einem flüssigen Gemisch aus Blei und Bismut gekühlt werden soll. Außerdem wird eine neue Technologie hier Einzug halten: Ein Linearbeschleuniger soll Protonen erzeugen, die wiederum mit Hilfe einer sogenannten Spallationsquelle Neutronen produzieren. Diese Neutronen →

sollen zusammen mit den per Kettenreaktion gebildeten, schnellen Neutronen dann das im Kernbrennstoff enthaltene Plutonium verbrennen. An diesem internationalen Projekt ist auch Deutschland beteiligt.

Im Süden Frankreichs soll 2024 mit dem Bau des schnellen Reaktors ASTRID begonnen werden, wobei die Franzosen auf ein Kühlsystem mit flüssigem Natrium setzen. Zu dessen Sicherheit wird die Nachwuchsgruppe von Emil Fridman im Rahmen eines vor kurzem bewilligten EU-Projekts mit dem Titel ESNII+ (ESNII – European Sustainable Nuclear Industrial Initiative) beitragen.

Weit weg von Europa, in den USA, sind dagegen Hochtemperatur-Reaktoren mit Gaskühlung in Planung. Kleinere gasgekühlte Systeme werden auch von der Technischen Universität Dresden in Kooperation mit dem HZDR erforscht und könnten eines Tages in Europa realisiert werden. Wenn also Belgien, Frankreich oder auch die Tschechische Republik neue Reaktortypen konzipieren und bauen, so sollen die neu entwickelten Codes aus dem HZDR deren Sicherheit auf den Prüfstand stellen und verlässliche Aussagen dazu treffen können.

Deutschland hatte vor Jahren – gemeinsam mit Frankreich – eine Vorreiterrolle in Europa inne, was die Entwicklung schneller Reaktortypen angeht. So entstand in den Sechziger und Siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts ein Forschungsreaktor mit Natriumkühlung am damaligen Kernforschungszentrum Karlsruhe und in der Folge der erste deutsche, natriumgekühlte Brutreaktor zur Stromerzeugung in Kalkar am Niederrhein. Einer der wichtigsten Befürworter war Wolf Häfele, der später in der Nachwendzeit das Forschungszentrum Rossendorf als Gründungsdirektor leitete. Der sogenannte „Schnelle Brüter“ ging jedoch nicht in Betrieb und fand im Jahr 1991 schließlich sein Aus. Ein zweites, innovatives Projekt war der Hochtemperatur-Reaktor in Hamm-Uentrop in Nordrhein-Westfalen. Der Prototyp THTR-300 nahm 1983 testweise den Betrieb auf und wurde 1989 endgültig vom Netz genommen. Er sollte aus Thorium Uran erbrüten und so den eingesetzten Brennstoff besser ausnutzen.

## Brennstoffe im Gemisch

„Heute sind die Konzepte für innovative Reaktoren ausgereifter, und jeder Reaktortyp hat Vor- und Nachteile“, sagt Fridman. „Deshalb muss sich ein Land rechtzeitig vor der Entscheidung sehr genau darüber im Klaren sein, was es von einem neuen Kernreaktor erwartet. Soll er nur Elektrizität liefern? Oder auch vorhandenen Abfall vernichten? Oder aber Uran als Brennstoff wiederverwenden?“ Brennstoff-Gemische aus Uran, Plutonium oder anderen Substanzen sind der zweite Forschungsschwerpunkt der Nachwuchsgruppe im HZDR.

Im Gegensatz zu Brennelementen mit reinem Uran bieten Mischoxid-Brennstoffe (kurz: MOX) die Möglichkeit, entweder überschüssiges Plutonium zu verbrennen oder den Einsatz von angereichertem Uran zu senken. Auch in Deutschland werden mittlerweile in einigen Reaktoren MOX-Brennstoffe mit Plutoniumdioxid verwendet, Thoriumdioxid dagegen befin-

det sich in Europa noch kaum im Einsatz (ein aktuelles Projekt lief vor kurzem im norwegischen Forschungsreaktor Halden an). Würde man Uran in den Brennstäben durch Thorium ersetzen, ließe sich das eingesetzte Plutonium verbrennen, ohne dass neues Plutonium nachgebildet würde – womit sich die Anforderungen an zukünftige Endlager deutlich reduzieren ließen. Allerdings muss das im Brennstoff befindliche Plutonium, wenn es aus Abfall von Kernkraftwerken stammt, zuvor aufwendig abgetrennt werden. Darüber hinaus eröffnet Thorium im Brennstoff die Möglichkeit, sowohl bereits abgetrenntes, ziviles als auch waffenfähiges Plutonium aus der Abrüstung zu vernichten. Beides ist in nicht unerheblichen Mengen weltweit vorhanden.

Die Dresdner Nachwuchsgruppe untersucht also im Auftrag der Internationalen Atomenergiebehörde IAEA den potentiellen Einsatz von Thorium in existierenden und zukünftigen Systemen, wiederum auf der Basis von Computersimulationen. Fridman hat hierbei die Rolle des „Principal Investigators“ inne und arbeitet mit Gruppen aus Italien, Indien, Kanada, den USA und der Tschechischen Republik zusammen mit dem Ziel, Plutonium auf möglichst effiziente Art zu verbrennen.

Auch bei weiteren internationalen Kooperationen der jungen Reaktorphysiker dreht sich alles um Codes. Die Firma Studsvik in den USA etwa vertreibt die am weitesten verbreiteten, industriellen Codes für Leichtwasser-Reaktoren. Einen dieser Codes testen die Dresdner Wissenschaftler im Hinblick auf schnelle Reaktoren und können so Hinweise für wichtige Anpassungen geben. Mit schnellen Reaktoren beschäftigt sich Fridman auch in der Zusammenarbeit mit dem Paul Scherrer Institut (PSI) in der Schweiz und der Ben-Gurion-Universität in Israel. Die Drähte zu dieser seiner Heimatuniversität sind also immer noch sehr gut. Dort hat er promoviert und bei einem seiner damaligen Betreuer das System wöchentlicher Meetings kennengelernt, auf das er auch heute noch schwört.

Emil Fridman legt jedenfalls großen Wert darauf, dass die Doktoranden Yurii Bilodid, Daniela Baldoval und Reuven Rachamin wöchentlich ihre Arbeitsfortschritte präsentieren. So kann er schnell eingreifen, wenn einer der Doktoranden Hilfe bei der Lösung eines Problems benötigt. Die Präsentationen bilden ein eindrucksvolles Archiv, bei dem nichts so schnell in Vergessenheit gerät, und sie sind eine hervorragende Grundlage für Konferenzposter oder -vorträge. Die Meetings sind mittlerweile auch bei anderen Doktoranden aus dem Grenzbereich zwischen Nukleartechnik und Neutronenphysik beliebt und selbst der Leiter der Abteilung „Reaktorsicherheit“ schaut gerne mal vorbei. —

## KONTAKT

— Nachwuchsgruppe „Neutronenphysikalisch-sicherheitstechnische Bewertung moderner Kernreaktoren“ im HZDR  
Dr. Emil Fridman  
e.fridman@hzdr.de

## WISSENSWERT – NACHRICHTEN RUND UM DAS HZDR

### Forschen für eine lebenswerte Zukunft

Eine neue Wanderausstellung der Helmholtz-Gemeinschaft beschäftigt sich mit Fragen zur Zukunft unserer Gesellschaft und welche Antworten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler darauf haben. Beispielsweise geht es darum, wie wir bis ins hohe Alter gesund bleiben können, woher die Energie von morgen kommt oder wie wir ressourcenschonend wirtschaften können.

Die Ausstellung „Ideen 2020 – Ein Rundgang durch die Welt von morgen“ führt entlang an sieben Stelen, die für sieben Zukunftsthemen stehen. Sie wurden von Künstlern und Designern entworfen und produziert. Zu den Stelen gehören Multitouch-Bildschirme, dort erhalten die Besucher Einblicke in die Arbeit der Wissenschaftler sowie Informationen zu konkreten Forschungsprojekten, auch aus dem HZDR. Zum



**IDEEN 2020:** Die neue Wanderausstellung der Helmholtz-Gemeinschaft wurde am 13. März in Berlin eröffnet und ist in den nächsten zwei Jahren Gast in vielen deutschen Städten.

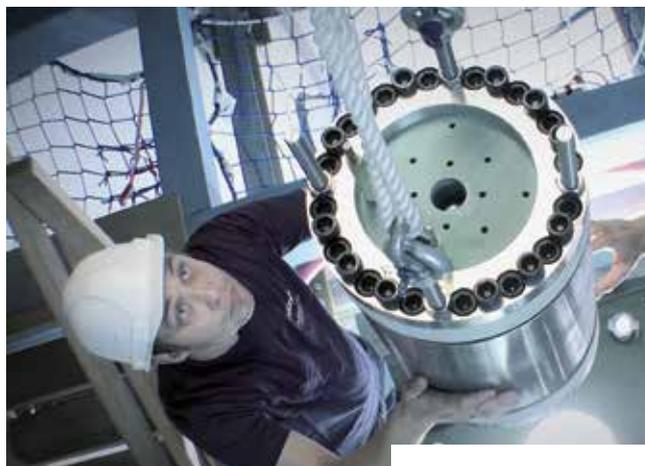
Foto: BESL Eventagentur GmbH – David Goltz

Beispiel zu Möglichkeiten, wie Dresdner Helmholtz-Forscher die Strahlentherapie bei Krebs weiterentwickeln und verbessern wollen, sei es durch neue technologische Ansätze oder zusätzliche Medikamente.

Ein wichtiges Ziel der Ausstellung ist es, „die Bedeutung von Wissenschaft für unser Leben zu verdeutlichen in einer Zeit, in der Forschung von vielen als immer komplexer und vielleicht auch unverständlicher wahrgenommen wird“, so die Geschäftsstelle der Helmholtz-Gemeinschaft. Die Ausstellung wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und orientiert sich an den Schwerpunkten der Forschungs- und Innovationspolitik des Bundes (Hightech-Strategie). Sie wurde im März in Berlin eröffnet und gastiert in den nächsten beiden Jahren in verschiedenen deutschen Städten.

➤ [www.ideen2020.de](http://www.ideen2020.de)

### Das HZDR auf der Leinwand



Einzigartige Anlagen, spannende Ergebnisse, internationale Teams – unter dem Titel „Faszination Forschung“ gewährt das HZDR jetzt auch filmisch Einblicke in seine Labors und Wissenschaftsprojekte.

Der Zuschauer erlebt eine Entdeckungstour durch Sachsens größte Forschungseinrichtung, blickt hinter sonst verschlossene Türen und in hochkomplexe Anlagen. „Mit unserem Image-Film wollen wir allen Interessierten zeigen, dass Wissenschaft alles andere als langweilig und trocken ist und unsere Forschungsergebnisse oft sehr anwendungsnah sind“, erklärt HZDR-Pressesprecherin Christine Bohnet. Den HZDR-Image-Film gibt es in Deutsch und Englisch.

Auch im Image-Film „Forschungsland Sachsen“ des Sächsischen Staatsministeriums für Wissenschaft und Kunst (SMWK) hat das HZDR eine Rolle übernommen. Die Kamera begleitete Mitarbeiter im Hochfeld-Magnetlabor Dresden und der ELBE – dem Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen – bei ihrer Arbeit. Der Film zeigt in beeindruckenden Bildern Vielfalt und Innovationen sächsischer Forschung. Nach der Neugestaltung der SMWK-Website wird das Video online zu finden sein.

Beide Filme sind in Zusammenarbeit mit der Dresdner Filmproduktionsfirma AVANGA entstanden. Weitere Filme zur HZDR-Forschung finden Sie im HZDR-YouTube-Kanal unter [www.youtube.com/user/FZDresden](http://www.youtube.com/user/FZDresden)

- [www.hzdr.de/image](http://www.hzdr.de/image)
- [www.smwk.sachsen.de](http://www.smwk.sachsen.de)
- [www.avanga.de](http://www.avanga.de)



## Girls' & Boys' Day 2013 voller Erfolg

27 Mädchen und Jungen nahmen in diesem Jahr die Chance wahr und verbrachten den bundesweiten Girls' & Boys' Day im HZDR. Sie starteten ihre Entdeckungstour im Schülerlabor DeltaX und in den chemischen und mikrobiologischen Labors des HZDR. Dort hieß es, Kittel anziehen und Schutzbrille tragen, denn es warteten echte Chemie- und Physik-Experimente auf die Nachwuchsforscher. Im Anschluss ging es für die Mädchen und Jungen in die Forschungstechnik und in die Verwaltung. Hier konnten sie den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in den Werkstätten, im Einkauf, der Logistik und der Personal- und Finanzabteilung über die Schulter schauen und alle ihre Fragen loswerden. Die Organisatoren um Gleichstellungsbeauftragte Heidemarie Heim freuten sich über die interessierten Schülerinnen und Schüler und die rege Teilnahme.

## Verstärkung im Schülerlabor DeltaX



Denise Reichel verstärkt seit Mai das Schülerlabor-Team um Nadja Gneist. Die dreißigjährige Physikerin ist nicht neu im HZDR, sondern bereits seit 2008 im Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung tätig, zuerst als wissenschaftliche Mitarbeiterin und später als Doktorandin. Studiert hat sie in Freiberg und Newcastle upon Tyne; gemeinsam mit Kommilitonen gründete sie 2006 das Freiburger Wissenschaftscafé – Wissenschaftler laden ein zu Vortrag und Diskussion. Als Nachhilfe-

lehrerin in allen naturwissenschaftlichen Fächern erwarb sie erste Erfahrungen im Umgang mit Schülern und konnte diese dann bereits ehrenamtlich in Projekte und Vorhaben im Schülerlabor DeltaX einbringen.

## Erste Lehrerfortbildung in Freiberg

Über 80 Lehrerinnen und Lehrer aus ganz Sachsen nahmen an der diesjährigen Lehrerfortbildung zum Thema "Deutschland ist ein Rohstoffland: Ressourcen auf und unter der Erde" teil. Das HZDR bietet seit 1998 jährlich mindestens einen Weiterbildungstag zu aktuellen Forschungsthemen an – neu war in diesem Jahr die enge Kooperation mit der TU Bergakademie Freiberg. So berichteten vier Wissenschaftler des Helmholtz-Instituts Freiberg für Ressourcentechnologie anschaulich über ihre Projekte rund um Mineralogie, Bergbau und Biotechnologie. Die Teilnehmer konnten sich auch selbst in der Härtebestimmung von Gesteinen ausprobieren. Zum Abschluss stand ein gemeinsamer Besuch der Mineralienausstellung „terra mineralia“ im Freiburger Schloss auf dem Programm.

## HZDR-Schülerlabor startet neue Experimentierstrecke zur Radioaktivität



Premiere im Schülerlabor DeltaX: Seit April haben Schülerinnen und Schüler ab Klasse neun die Möglichkeit, einen Experimentiertag zum Thema „Radioaktivität und Strahlung“ im HZDR zu verbringen.

„Wir wollen die Schülerinnen und Schüler sachlich und physikalisch an das Thema Radioaktivität heranzuführen“, sagt Nadja Gneist, die kommissarische Leiterin des Labors. „Schließlich ist sie ein natürliches Phänomen der Umwelt.“ Dabei wollen sie und ihr Team vor allem zeigen, wo uns Radioaktivität im Alltag überall begegnet. So filtern die Nachwuchsforscher die Raumluft und bestimmen deren Radioaktivität, messen Lebensmittel und Gesteine aus, erwerben Kenntnisse in grundlegenden Gesetzmäßigkeiten und erhalten Einblicke in Maßnahmen zum Strahlenschutz. Auch mit echten „Strahlern“, also ausgewiesenen Quellen, die ionisierende Strahlung aussenden, werden die Schulklassen in Berührung kommen. Sämtliche Werte liegen deutlich unter den zulässigen Freigrenzen.

Bis zu vier Schulklassen der Stufen sieben bis dreizehn sind jede Woche im HZDR-Schülerlabor zu Gast und können bisher zwischen den Themen „Licht und Farbe“ und „Magnetismus und Materialforschung“ wählen. Mit seiner dritten Experimentierstrecke ist DeltaX derzeit das einzige Schülerlabor in Dresden und Umgebung, das Versuche zur Radioaktivität anbietet.

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

### Terminvorschau

#### 05.07.2013 | 18 - 1 Uhr

11. Dresdner Lange Nacht der Wissenschaften  
Das HZDR im Hörsaalzentrum der TU Dresden,  
Bergstraße 64  
Motto: Forschen für die Welt von morgen –  
Zukunftsprojekte des HZDR

#### 11.07.2013

Verleihung der VON ARDENNE Physikpreise 2013  
HZDR

#### 31.08.2013

Verleihung des JUNIORDOKTORS 2013  
Dresden

#### 21. - 24.10.2013

„Telekommunikation und Funktechnik“ – Ferien-  
Forscher-Woche im Schülerlabor DeltaX des HZDR

### Strahlenschutzkurse an der HZDR-Forschungsstelle in Leipzig

#### 24.09.2013

Aktualisierungskurs

#### 08. - 10.10.2013

Fachkunde (Module GG, FA)

### Wissenschaftliche Veranstaltungen

#### 28. - 29.05.2013

2. Dresdner Konferenz „Zukunft Energie“  
Internationales Congress Center Dresden

#### 03. - 05.06.2013

Kick-off-Meeting der „Helmholtz International Beamline  
for Extreme Fields“ (HIBEF) am European XFEL  
DESY Hamburg

#### 05.06.2013

3. Dresdner Workshop „Molekulare Bildgebung in  
den Lebenswissenschaften“  
HZDR

#### 26. - 28.06.2013

537. Wilhelm-und-Else-Heraeus-Seminar  
“Physics of Ionized and Ion-Assisted PVD: Principles  
and Current Trends”  
Physikzentrum Bad Honnef

#### 10.10.2013

International Helmholtz Research School for  
Nanoelectronic Networks: 1. Annual Workshop  
HZDR

### Kunstaussstellung im HZDR

Die Eröffnung zur Ausstellung beginnt um 17 Uhr.

#### 05.09.2013

Kerstin Sigwart



**110 TONNEN HOCHTECHNOLOGIE:** Der obere Teil des Zyklotrons schwebt durch das Dach des neuen OncoRay-Gebäudes ein. Die ersten Patienten sollen im Rahmen von Studien bereits 2014 behandelt werden. Foto: André Wirsig

## Endspurt für den Protonentherapie-Bau

Die Anlieferung des Kreisbeschleunigers am neuen OncoRay-Zentrum für Protonentherapie war spektakulär. Zuvor war das Gerät mehrere Tage per Schwerlasttransport von Belgien nach Dresden unterwegs und legte dabei über 800 Kilometer zurück. Entwickelt und hergestellt wurde es vom Belgischen Weltmarktführer für solche Anlagen, die Ion Beam Applications S.A. (IBA). Das Unternehmen, das bereits 13 Protonenanlagen für die Krebstherapie weltweit im Einsatz hat, ist in Dresden später auch für den Betrieb verantwortlich.

Mitten in der Nacht zum 6. Februar 2013 jedenfalls traf das Zyklotron auf dem Gelände des Dresdner Universitätsklinikums ein. 220 Tonnen schwer ist der noch am selben Tag auf sein Fundament gesetzte Protonenbeschleuniger. Eigens für das Einbringen mit Schwerlastkran war das Gebäudedach noch offen geblieben und so nutzten viele Pressevertreter und Anwohner die einmalige Gelegenheit, das in zwei Teilen einschwebende Zyklotron zu fotografieren und das Gebäude zu besichtigen.

Die Träger des OncoRay-Zentrums – das Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, die gleichnamige Medizinische Fakultät der Technischen Universität Dresden sowie das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf – haben sich mit dem Ziel zusammengeschlossen, eine schonende und äußerst präzise Krebstherapie mit Protonenstrahlen zu erforschen. In Dresden wird dazu in den kommenden Jahren der Einsatz von Protonenpatientennah und jenseits kommerzieller Zwänge weiterentwickelt.

➔ [www.oncoray.de](http://www.oncoray.de)

## Endlager im Verbund erforschen

Anfang dieses Jahres haben die führenden Institutionen in der Endlagerforschung die „Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung (DAEF)“ gegründet. Der Vorsitzende, Horst Geckeis vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT), beschreibt die damit verbundenen Ziele folgendermaßen: „Mit unseren Ergebnissen wollen wir die Bundesregierung und die zuständigen Bundes- und Länderbehörden sowie den Bundestag und sonstige interessierte Institutionen zum Beispiel in Form von Positionspapieren und Stellungnahmen beraten. Mindestens genauso wichtig ist uns aber, auch die Öffentlichkeit über Entwicklungen und Ergebnisse auf dem Gebiet der Endlagerforschung zu informieren.“

Drei Einrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren gehören zu den Gründungsmitgliedern der DAEF: das KIT, das Forschungszentrum Jülich und das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf. Vinzenz Brendler vom Institut für Ressourcenökologie des HZDR sieht eine wichtige Aufgabe darin, gesicherte Daten für all diejenigen zur Verfügung zu stellen, die an der Entscheidung über zukünftige Endlagerstandorte beteiligt sind. „Unser Engagement gilt seit vielen Jahren einer zentralen chemischen Stoffdatenbank, die wir mit überprüften Forschungsdaten aus dem eigenen Haus, aber auch aus der ganzen Welt befüllen. Hier können Experten und Laien erfahren, wie sich radioaktive Elemente in der Umwelt, etwa in den unterschiedlichen Gesteinsformationen Ton, Granit oder Salz, verhalten.“ Die Forscher im HZDR untersuchen deshalb, welche Bindungsformen die Aktiniden Uran, Plutonium, Americium oder auch Neptunium unter anderem mit Gesteinen eingehen. Da diese radioaktiven Schwermetalle eine zentrale Rolle im Kernbrennstoff-Kreislauf spielen, ist es von enormer Bedeutung, herauszufinden, ob deren Verbindungen beim Eintritt von Wasser in ein Endlager leicht oder schwer löslich sind.

Die neue Arbeitsgemeinschaft will sich dafür einsetzen, wissenschaftlichen Nachwuchs auszubilden, um die Kompetenz in der Endlagerforschung in Deutschland zu erhalten und weiterzuentwickeln. Der fachliche Austausch soll durch die Organisation von Workshops und Tagungen unterstützt werden. Die involvierten Einrichtungen planen zudem, auch neue sozialwissenschaftliche Fragestellungen in ihr Forschungsportfolio aufzunehmen, sodass dieses von der Grundlagenforschung über Sicherheits- und Nachweiskonzepte bis hin zu konkreten Auswahlprozeduren für Standorte reicht.

### KONTAKT

— [\\_Karlsruher Institut für Technologie, KIT](http://www.kit.edu)  
 Prof. Horst Geckeis  
[horst.geckeis@kit.edu](mailto:horst.geckeis@kit.edu)

# IMPRESSUM

Foto: Matthias Rietschel

**HERAUSGEBER**

Prof. Dr. Dr. h. c. Roland Sauerbrey und Prof. Dr. Dr. h. c. Peter Joehnk,  
Vorstand des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf (HZDR)

**ERSCHEINUNGSDATUM**

Mai 2013

ISSN: 2194-5705 // Ausgabe 01.2013

**KONZEPTION UND REDAKTION**

Dr. Christine Bohnet (verantwortlich), Jana Grämer (Bilder), Anja Weigl |  
Kommunikation und Medien im HZDR  
Wissenschaftlicher Redaktionsbeirat:  
Materie – Dr. Stefan Facsko, Dr. Andreas Wagner  
Energie – Dr. Bruno Merk, Dr. Frank Stefani  
Gesundheit – Fabian Lohaus, Dr. Holger Stephan

**AUTOREN DIESER AUSGABE**

Roland Knauer | Journalistenbüro Viering und Knauer, Lehnin  
Sara Schmiedel | HZDR

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit haben wir zum Teil im Text nur die männliche Form der Personenbezeichnung verwendet. Mit den gewählten Formulierungen sind immer beide Geschlechter angesprochen.

**BILDNACHWEIS**

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des HZDR, soweit nicht anders angegeben

**GESTALTUNG**

WERKSTATT X . Michael Voigt  
www.werkstatt-x.de

**DRUCK**

Druckerei Mißbach  
www.missbach.de

**AUFLAGE**

3.000 // Gedruckt auf Inapa Infinity Silk, FSC zertifiziert

**KONTAKT / BESTELLUNG (kostenfrei)**

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf  
Kommunikation und Medien  
Dr. Christine Bohnet  
Postfach 51 01 19 | 01314 Dresden  
Tel. 0351.260 2450  
E-Mail c.bohnet@hzdr.de

**NACHDRUCK**

mit Quellenangabe gestattet. Belegexemplar erbeten.

„entdeckt“ erscheint zweimal jährlich; eine Ausgabe pro Jahr wird unter dem Titel „discovered“ auch auf Englisch herausgegeben. Alle Print-Ausgaben finden Sie als e-paper auf den Internetseiten des HZDR.

➤ [www.hzdr.de](http://www.hzdr.de)

Das HZDR auf Facebook:

➤ [www.facebook.com/Helmholtz.Dresden](https://www.facebook.com/Helmholtz.Dresden)

# DRESDNER

Ein Projekt des Netzwerks  
Dresden – Stadt der Wissenschaften



# LANGE NACHT DER WISSENSCHAFTEN

# 05. Juli 2013

[www.wissenschaftsnacht-dresden.de](http://www.wissenschaftsnacht-dresden.de)



© claudia meizerschawinsky KLASSISCHE WERBUNG

