



Pressemitteilung

Ansprechpartner Christian Wißler
Stellv. Pressesprecher
Wissenschaftskommunikation
Telefon +49 (0)921 / 55-5356
E-Mail christian.wissler@uni-bayreuth.de
Thema **Forschung / Naturwissenschaften**

Neue Einblicke in die Materie: Forscher aus Bayreuth und Karlsruhe kombinieren Hochdruckforschung mit NMR-Spektroskopie

Forschern der Universität Bayreuth und des Karlsruhe Institute of Technology (KIT) ist es erstmals gelungen, die magnetische Kernresonanzspektroskopie (NMR) in Experimenten anzuwenden, bei denen Materialproben unter sehr hohen Drücken – ähnlich denen im unteren Erdmantel – analysiert werden. Das in der Zeitschrift *Science Advances* vorgestellte Verfahren verspricht neue Erkenntnisse über Elementarteilchen, die sich unter hohen Drücken oft anders verhalten als unter Normalbedingungen. Es wird voraussichtlich technologische Innovationen fördern, aber auch neue Einblicke in das Erdinnere und die Erdgeschichte, insbesondere die Bedingungen für die Entstehung von Leben, ermöglichen.

Diamanten setzen Materie unter Hochdruck

Die geo- und materialwissenschaftliche Hochdruckforschung ist dafür bekannt, völlig unerwartete und faszinierende Phänomene zu entdecken: Unter extrem hohen Drücken verwandeln sich Materialien, die normalerweise keinen elektrischen Strom leiten, zu Supraleitern; scheinbar einfach aufgebaute Festkörper nehmen plötzliche hoch komplexe Kristallstrukturen an; kleinste Elementarteilchen wie Elektronen und Protonen zeigen unvorhersagbare Eigenschaften. Zu den weltweit führenden Zentren der Hochdruckforschung zählt das Bayerische Geoinstitut (BGI) der Universität Bayreuth. 2016 hat ein Forschungsteam des BGI bei materialwissenschaftlichen Experimenten erstmals einen Druck von mehr als einem Terapascal erzeugt – dreimal höher als der Druck, der im Zentrum der Erde herrscht. Diese hohen Drücke werden auf kleinstem Raum in Diamantstempelzellen erzeugt. Darin wird die Materialprobe zwischen den Köpfen zweier Diamanten platziert, die einander exakt gegenüber liegen und gemeinsam einen extrem hohen Druck auf das Material ausüben.

Röntgenkristallographische Verfahren haben auf diese Weise immer wieder zu überraschenden Erkenntnissen über Strukturen und Verhaltensweisen von Materie geführt. Allerdings konnte die NMR-

Spektroskopie, die beispielsweise sehr erfolgreich zur Aufklärung der Strukturen und Interaktionen von Biomolekülen angewendet wird, in der Hochdruckforschung bisher nicht eingesetzt werden. Eine technische Hürde stand im Weg: Es war bisher kaum möglich, die für die NMR wichtigen Magnetfelder auf die winzigen Proben in der Diamantstempelzelle zu fokussieren und die dadurch erzeugten Signale zu messen.



Blick in die offene Hälfte einer Diamantstempelzelle.
Darunter ist ein Trimmer-Kondensator (grün) befestigt.
Foto: Thomas Meier.

Magnetische Linsen, kombiniert mit Diamanten

Im August 2017 aber veröffentlichten Wissenschaftler des Instituts für Mikrostrukturtechnik am KIT eine neue Methode, die es erlaubt, die NMR-Spektroskopie für hochpräzise Untersuchungen auf kleinstem Raum einzusetzen. Hierfür haben sie magnetische Linsen, die nach dem deutschen Physiker Emil Lenz (1804 - 1865) als Lenz-Linsen bezeichnet werden, entsprechend weiterentwickelt. „Diese Forschungsergebnisse aus Karlsruhe haben bei uns in Bayreuth sofort die Überlegung ausgelöst, ob sich Lenz-Linsen in den Diamantstempelzellen so installieren lassen, dass sie NMR-Experimente unter hohen Drücken ermöglichen“, berichtet der Bayreuther Hochdruckforscher Prof. Dr. Leonid Dubrovinsky. Gemeinsam mit Dr. Sylvain Petitgirard und Dr. Thomas Meier vom BGI hat er mit dem Karlsruher Forschungsteam um Prof. Dr. Jan Korvink Kontakt aufgenommen. In kurzer Zeit gelang es durch intensive Zusammenarbeit, die Diamanten in den Stempelzellen mit den neuen Lenz-Linsen so zu kombinieren, dass die in den Zellen eingeschlossenen Materialproben NMR-spektroskopisch untersucht werden können. In ersten Experimenten wurden die Proben Drücken von 72 Giga-Pascal (720.000 bar) ausgesetzt, wie sie im unteren Erdmantel herrschen.

Neue Perspektiven für Forschung und Innovationen

„Das Portfolio der röntgenkristallographischen Verfahren, die uns bisher für die geo- und materialwissenschaftliche Hochdruckforschung zur Verfügung standen, wird durch die NMR-Spektroskopie jetzt erheblich erweitert. Die möglichen Anwendungsfelder sind noch gar nicht absehbar. Wir können jetzt das Verhalten von Elektronen und Atomkernen in physikalisch und geologisch wichtigen Systemen mit einer viel höheren Präzision untersuchen als bisher“, erklärt Dubrovinsky. „Diese Erkenntnisse können innovative Entwicklungen, beispielsweise in der Energie- oder der Medizintechnik, voranbringen. Vielleicht werden sie uns eines Tages auch dabei helfen, das große Rätsel zu klären, wie das Leben auf der Erde entstanden ist“, meint der Bayreuther Wissenschaftler.



NMR-Spektroskopie an der Universität Bayreuth

Die magnetische Kernresonanzspektroskopie wird an der Universität Bayreuth sowohl in der physikalischen als auch in der strukturbiologischen Forschung eingesetzt. Auf dem Bayreuther Campus befindet sich das weltweit leistungsfähigste NMR-Spektrometer. Es handelt sich um ein hochauflösendes Spektrometer der Feldstärke 23,4 Tesla, dies entspricht einer Protonenresonanzfrequenz von einem GHz. Der Lehrstuhl für Biopolymere, das Forschungszentrum für Bio-Makromoleküle sowie die ALNuMed GmbH setzen die NMR-Spektroskopie in enger Kooperation auf vier Forschungsfeldern ein: HIV/Aids, Antibiotika, Allergene und Lebensmittelanalytik.

Veröffentlichung:

Thomas Meier, Nan Wang, Dario Mager, Jan G. Korvink, Sylvain Petitgirard and Leonid Dubrovinsky, Magnetic flux tailoring through Lenz lenses for ultrasmall samples: A new pathway to high-pressure nuclear magnetic resonance, *Science Advances*, 8 Dec 2017, Vol. 3, no. 12, DOI: 10.1126/sciadv.aao5242

Interview mit Dr. Thomas Meier, Universität Bayreuth, in "Welt der Physik":

www.weltderphysik.de/gebiet/stoffe/news/2017/kernspinresonanz-unter-hochdruck/

Kontakt:

Prof. Dr. Leonid Dubrovinsky
Bayerisches Geoinstitut (BGI)
Universität Bayreuth
Universitätsstr. 30
95447 Bayreuth
E-Mail: Leonid.Dubrovinsky@uni-bayreuth.de
Telefon: +49 (0)921 / 55 -3736 oder -3707

5.012 Zeichen, Abdruck honorarfrei, Beleg wird erbeten.

Text und Redaktion:

Christian Wißler
Stellv. Pressesprecher
Wissenschaftskommunikation
Stabsstelle Presse, Marketing und Kommunikation
Universität Bayreuth
95447 Bayreuth
Telefon: +49 (0)921 / 55-5356 // E-Mail: christian.wissler@uni-bayreuth.de

Foto zum Download unter:

www.uni-bayreuth.de/de/universitaet/presse/pressemitteilungen/2017/150-NMR-Hochdruckforschung



Kurzporträt der Universität Bayreuth

Die Universität Bayreuth ist eine junge, forschungsorientierte Campus-Universität. Gründungsauftrag der 1975 eröffneten Universität ist die Förderung von interdisziplinärer Forschung und Lehre sowie die Entwicklung von Profil bildenden und Fächer übergreifenden Schwerpunkten.

Die Forschungsprogramme und Studienangebote decken die Natur- und Ingenieurwissenschaften, die Rechts- und Wirtschaftswissenschaften sowie die Sprach-, Literatur und Kulturwissenschaften ab und werden beständig weiterentwickelt.

Gute Betreuungsverhältnisse, hohe Leistungsstandards, Fächer übergreifende Kooperationen und wissenschaftliche Exzellenz führen regelmäßig zu Spitzenplatzierungen in Rankings. Die Universität Bayreuth liegt im ‚Times Higher Education (THE) Young University Ranking‘ auf Platz 29 der 200 weltweit besten Universitäten, die jünger als 50 Jahre sind. Die Universität Bayreuth ist auch eine Top-Adresse für ein Studium der Rechts- und Wirtschaftswissenschaften in Deutschland. Dies belegt erneut das im Mai 2017 veröffentlichte Hochschulranking des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE).

Seit Jahren nehmen die Afrikastudien der Universität Bayreuth eine internationale Spitzenposition ein; die Bayreuther Internationale Graduiertenschule für Afrikastudien (BIGSAS) ist Teil der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder. Die Hochdruck- und Hochtemperaturforschung innerhalb des Bayerischen Geoinstituts genießt ebenfalls ein weltweit hohes Renommee. Die Polymerforschung hat eine herausragende Position in der deutschen und internationalen Forschungslandschaft. Die Universität Bayreuth verfügt über ein dichtes Netz strategisch ausgewählter, internationaler Hochschulpartnerschaften.

Derzeit sind an der Universität Bayreuth rund 13.300 Studierende in 151 verschiedenen Studiengängen an sechs Fakultäten immatrikuliert. Mit ca. 1.100 wissenschaftlichen Beschäftigten, 241 Professo-

rinnen und Professoren und etwa 900 nichtwissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist die Universität Bayreuth der größte Arbeitgeber der Region (Stichtag 01.12.2016).