

Pressemitteilung

Universität Bayreuth

Jürgen Abel M. A.

23.08.2005

<http://idw-online.de/de/news124880>

Forschungsergebnisse
Geowissenschaften
überregional

Bayreuther Geowissenschaftler entdecken dichteste und härteste Materieform

Forscher des Bayerischen Geoinstituts (BGI) der Universität Bayreuth haben mit Verwachsungen von röhrenförmigen Diamanten im Nano-Format die dichteste Form von Kohlenstoff und die Materie mit der geringsten Kompressibilität entdeckt.

Bayreuth (UBT). Forscher des Bayerischen Geoinstituts (BGI) der Universität Bayreuth haben mit Verwachsungen von röhrenförmigen Diamanten im Nano-Format die dichteste Form von Kohlenstoff und die Materie mit der geringsten Kompressibilität entdeckt.

Dichte und Verdichtbarkeit sind wesentliche Materialeigenschaften, mit denen schon jedes Kind, etwa beim Spielen mit Luftballons oder beim Formen von Sandkuchen, seine ersten Erfahrungen sammelt. Auch aus dem täglichen Leben wissen wir, dass gasförmige Stoffe sehr leicht zu komprimieren sind. Die Verbrennungsmotoren unserer Autos werden mit einem Kompressionsverhältnis von ungefähr 9:1 betrieben, das Benzin-Luft-Gemisch wird also um das Neunfache verdichtet. Dass sich Flüssigkeiten deutlich schwerer komprimieren lassen, können wir ebenfalls in unserem Auto erkennen. Auch bei einer kräftigen Vollbremsung nimmt das Volumen der Bremsflüssigkeit im hydraulischen Bremssystem normalerweise nicht ab. Noch schlechter verdichtbar sind Feststoffe. Sie und Flüssigkeiten gelten als nahezu unkomprimierbar.

Alle elastischen Eigenschaften eines Materials bestimmen gemeinsam, wie stark sich ein Material unter bestimmten äußeren Drücken komprimieren lässt. Das Maß für die relative Volumenänderung als Reaktion auf die Änderung eines von außen angelegten Druckes heißt Kompressibilität. Den Kehrwert der Kompressibilität bezeichnet man als den Kompressionsmodul.

Bisher hielt Diamant den Rekord als das härteste und am wenigsten komprimierbare Material. Zwischen Kompressionsmodul (K) und Härte (H) besteht eine offensichtliche Korrelation: Je größer H, desto größer auch K. Man hat oft festgestellt, dass sich positive Eigenschaften einer Materie noch verbessern, wenn die Materie in nano-kristalliner statt in makro-kristalliner Form vorliegt. Bisher war es schwer vorstellbar, dass es weitere, noch weniger kompressible Stoffe mit größeren Kompressionsmoduli als Diamant geben könnte. In theoretische Studien wurden herausragende Eigenschaften von Nano-Drähten und Nano-Röhrchen (Bruchfestigkeit, Druckzähigkeit) prognostiziert, was diese Materialien zu wichtigen und realisierbaren Zielen von Synthese-Experimenten machten. Die Herstellung von Nano-Röhrchen aus verschiedenen Ausgangsmaterialien verläuft sehr erfolgreich; es gibt es bisher keine Erkenntnisse aus Experimenten mit Nano-Röhrchen aus Diamant. Erste Erfolge bei der Synthese dieses neuartigen Materials aus aggregierten Diamant-Nano-Röhrchen (ADNR's = aggregated diamond nanorods) wurden kürzlich von Natalia Dubrovinskaia, Leonid Dubrovinsky und Falko Langenhorst, Wissenschaftler am Bayerischen Geoinstituts der Universität Bayreuth, vorgestellt. Zusammen mit Kollegen aus Grenoble/Frankreich und der Technischen Fachhochschule Wildau untersuchten sie die elastischen Eigenschaften des Materials. Sie fanden heraus, dass dieses Material einen extrem hohen Kompressionsmodul und eine höhere Dichte als gewöhnlicher Diamant aufweist (siehe Tabelle). Es wurde mittlerweile nachgewiesen, dass ADNR's die dichteste bekannte Form des Kohlenstoffs darstellen und von allen bekannten Materialien die geringste Kompressibilität besitzen.

Tab. 1: Kompressionsmoduli K verschiedener Materialien

Wasser K Wasser 2,2 GPa

Stahl K Stahl 160 GPa

Diamant K Diamant 442 GPa

ADNR's (Aggregierte Diamant-Nano-Röhrchen) KADNR's 491 GPa

Die ADNR's wurden in den speziellen Hochdruckpressen am Bayerischen Geoinstitut bei Drücken, wie sie im Erdinneren an der Grenze zwischen oberem und unterem Mantel (24 GPa - 240.000 atm) vorliegen, synthetisch hergestellt. Unter derartigen enormen Druckbedingungen würde sogar das Volumen von Wasser (Eis) um 35 %, das von Stahl um 11 % und das von ADNR's lediglich um ca. 4 % verringert werden.

Die drei beteiligten Wissenschaftler haben ihre neu entwickelte Methode zur Synthese der superharten, verschleißfesten und thermisch stabilen aggregierten Diamant-Nano-Röhrchen (ADNR's) und ihre Verwendung patentieren lassen. Die auch für Anwender sehr interessanten Ergebnisse aus der materialwissenschaftlichen Forschung wurden gerade in der renommierten Fachzeitschrift Applied Physics Letters veröffentlicht.

Weitere Informationen bei:

Dr. Natalia Dubrovinskaia

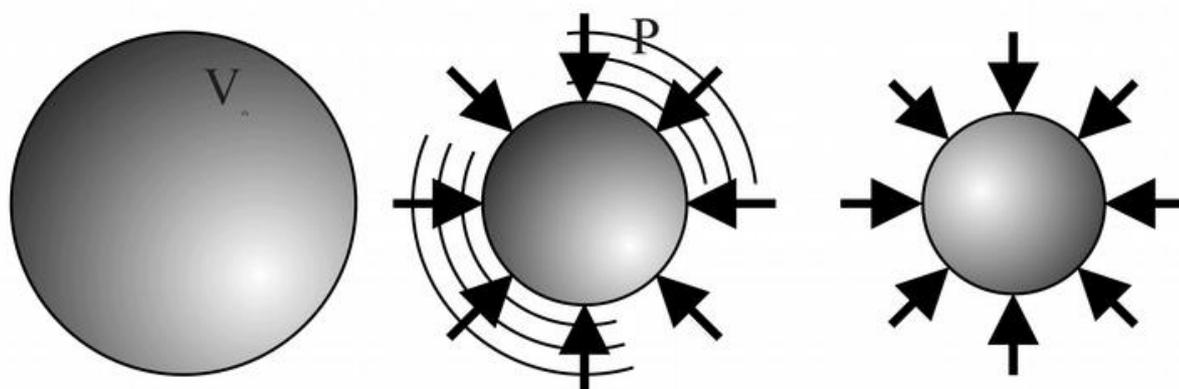
e-mail: natalia.dubrovinskaia@uni-bayreuth.de

Tel.: 0921/55-3700.

Literatur:

(1) Natalia Dubrovinskaia, Leonid Dubrovinsky, Wilson Crichton, Falko Langenhorst, Asta Richter. Aggregated diamond nanorods, the densest and least compressible form of carbon. Applied Physics Letters, 22 August 2005.

(2) N.A. Dubrovinskaia, L.S. Dubrovinsky, F. Langenhorst. Verfahren zur Herstellung von nanokristallinem stäbchenförmigem Diamant und Anwendungen dafür. Deutsche Patentanmeldung: 10 2004 026 976.9, 2. Juni 2004.



$$K = \frac{P}{(V_0 - V)/V_0} \quad P = \text{pressure}$$

Abb. 1: Mit der Gleichung aus der Druckänderung geteilt durch den Bruch der Volumenkompression wird der Kompressionsmodul K eines Materials bestimmt.

UBT-Pressestelle - Bild zur Veröffentlichung frei

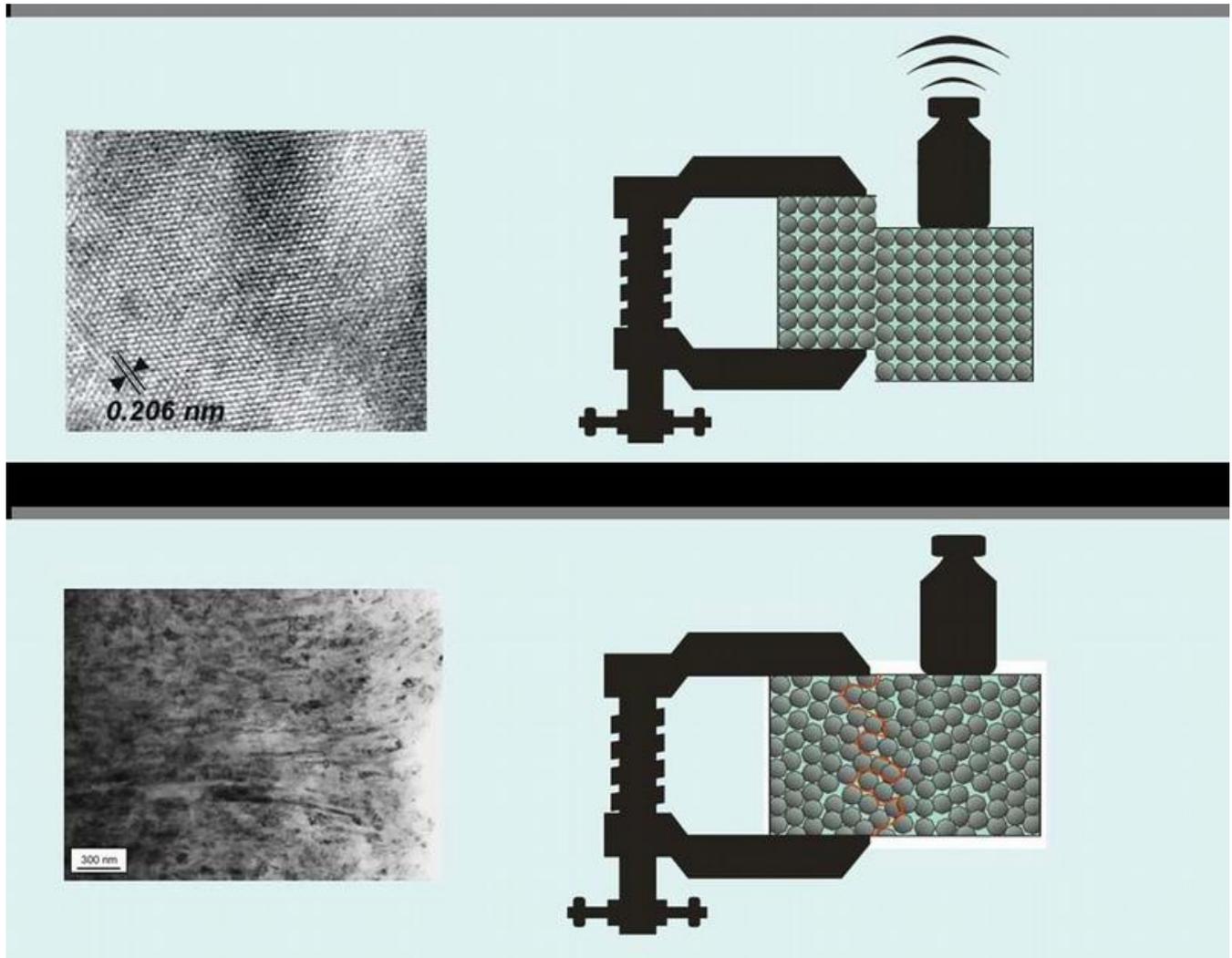


Abb.2: Die regellose Verteilung der Diamant-Nano-Röhrchen und die Vielzahl der Korngrenzen in dem Material (unten) sind verantwortlich für die hohe Bruchfestigkeit der ADNR's im Vergleich zu einem Diamant-Einkristall (oben), der eine bevorzugte Spaltbarkeit nach einer Kristallfläche aufweist.

UBT-Pressestelle - Bild zur Veröffentlichung frei