

Pressemitteilung

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Dr. Boris Pawlowski

17.07.2012

<http://idw-online.de/de/news488727>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Energie, Werkstoffwissenschaften
überregional



Weltrekord: Das leichteste Material der Welt kommt aus Norddeutschland

Ein Netzwerk aus porösen Kohlenstoffröhrchen, die dreidimensional auf Nano- und Mikroebene ineinander verwachsen sind – das ist das leichteste Material der Welt. Mit 0,2 Milligramm pro Kubikzentimeter ist es 75-mal leichter als Styropor und hält trotzdem eine Menge aus. Getauft haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) und der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH) ihre gemeinsame Entwicklung auf den Namen „Aerographit“. Die Forschungsergebnisse wurden in der Fachzeitschrift „Advanced Materials“ am 3. Juli als Titelgeschichte veröffentlicht und heute (Dienstag, 17. Juli) der Öffentlichkeit vorgestellt.

Die Eigenschaften

Es ist pechschwarz, stabil, elektrisch leitfähig, verformbar und undurchsichtig – mit seinen einzigartigen Eigenschaften und seiner geringen Dichte hängt das Kohlenstoffmaterial „Aerographit“ alle Konkurrenten ab. „Unsere Entwicklung löst in Wissenschaftskreisen rege Diskussionen aus. Das Aerographit ist mehr als viermal leichter als der bisherige Weltrekordhalter“, freut sich Ko-Autor Matthias Mecklenburg, Doktorand an der TUHH. Das vor einem halben Jahr vorgestellte Nickel-Material, das bis zu der aktuellen Publikation als leichtestes Material galt, bestand zwar ebenfalls aus einem winzigen Röhrensystem. Allerdings hat Nickel von vornherein ein höheres Atomgewicht. „Wir können dazu noch Röhren herstellen, die aus porösen Wänden bestehen, und dadurch extrem leicht sind“, ergänzt Arnim Schuchardt, Ko-Autor und Doktorand an der CAU. Die atomare Struktur des Materials konnten die Kieler Analytiker Professor Lorenz Kienle und Dr. Andriy Lotnyk am Transmissionselektronenmikroskop (TEM) entschlüsseln.

Trotz des niedrigen Gewichtes ist Aerographit sehr belastbar. Während leichtgewichtige Materialien üblicherweise Druck aber nicht Zug aushalten können, zeichnet sich das Aerographit durch hervorragende Stabilität bei Druck- und Zugbelastung aus. So lässt es sich um bis zu 95 Prozent komprimieren und wieder in die ursprüngliche Form auseinander ziehen, sagt der Kieler Professor Rainer Adelung: „Dabei wird das Aerographit bis zu einem bestimmten Grad sogar fester, und damit stärker als vorher.“ Andere Materialien würden durch derartige Belastungen zunehmend schwächer und instabiler werden. „Außerdem absorbiert das Material fast vollständig Lichtstrahlen. Man könnte sagen, es erzeugt das schwärzeste Schwarz“, ergänzt der Hamburger Professor Karl Schulte.

Die Herstellung

„Man kann sich das Aerographit wie ein schnell wachsendes Efeu-Geflecht vorstellen, das sich um einen Baum windet, wobei der Baum selbst entfernt wird“, erklärt Adelung den Herstellungsprozess. Der Baum ist ein so genanntes „Opfer-Templat, also das Mittel zum Zweck. Das CAU-Team, bestehend aus Arnim Schuchardt, Rainer Adelung, Yogendra Mishra und Sören Kaps, nutzte für die Herstellung des Templats ein pulverförmiges Zinkoxid. Dieses haben sie durch Erhitzen in einem 900 Grad Celsius heißen Ofen in eine kristalline Form gebracht.

In der weiteren Bearbeitung stellen die Kieler Materialwissenschaftler eine Art Tablette her. In ihr bildet das fertige Zinkoxid Mikro- und Nanostrukturen aus, genannt Tetrapoden (siehe zum Beispiel Abbildung Nr. 4), die sich gegenseitig durchdringen und damit die einzelnen Partikel zu der porösen Tablette fest verbinden. Die Tetrapoden sind das Netzwerk, auf dessen Basis das Aerographit entsteht.

Im nächsten Schritt kommt das tablettenförmige Material in den 760 Grad Celsius heißen Reaktor zur „Chemischen Gasphasenabscheidung“ an der TUHH. „In einer strömenden, mit Kohlenstoff angereicherten Gasphase wird das Zinkoxid von einer nur wenige Atomlagen dicken Graphitschicht ummantelt, wodurch die verwachsene Netzwerkstruktur des Aerographit gebildet wird. Der gleichzeitig zugeführte Wasserstoff reagiert mit dem Sauerstoff des Zinkoxid. Wasserdampf und Zink entweichen als Gas“, sagt Schulte. Übrig bleibt die typisch vernetzte und röhrenförmige Kohlenstoffstruktur. TUHH-Nachwuchswissenschaftler Mecklenburg: „Je schneller wir das Zink in unserem Prozess herausholen, desto löchriger sind die Wände der Röhren und desto leichter wird das Material. Es gibt da noch viel Spielraum.“ Und sein Kieler Kollege Schuchardt ergänzt: „Das Schöne ist, dass wir ganz gezielt die Aerographit-Eigenschaften beeinflussen können: Die Form der Template hier in Kiel und den Abscheidungsprozess in Hamburg stimmen wir ständig aufeinander ab.“

Die Anwendung

Dank der besonderen Materialeigenschaften des Aerographits könnte es beispielsweise in Li-Ionen-Batterien ideal angepasst werden. Das heißt, dass nur noch eine minimale Menge Batterieelektrolyt eingesetzt werden muss, was zu einer wichtigen Gewichtsreduktion bei den Batterien führen soll. Diese Verwendung skizzierten die Autorin und die Autoren bereits in der kürzlich veröffentlichten Publikation. Einsatzmöglichkeiten für diese kleineren Batterien können Elektroautos oder E-Bikes sein. Damit trägt das Material unter anderem zur Entwicklung umweltfreundlicher Transportmittel bei.

Weitere Anwendungen sehen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler darin, mithilfe des Aerographits nichtleitfähige Kunststoffe elektrisch leitfähig zu machen, ohne, dass diese an Gewicht zunehmen. Damit ließen sich statische Aufladungen, die man aus dem Alltag kennt, vermeiden.

Die Zahl zusätzlicher Anwendungsmöglichkeiten für das zurzeit leichteste Material der Welt ist nur durch die Vorstellungskraft der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler begrenzt. Bereits nach dem Bekanntwerden des Aerographits sprühten auch bei Kolleginnen und Kollegen unterschiedlichster Fachbereiche die Ideen. So wird ein Einsatz in Luftfahrt- und Sattelitenelektronik in Erwägung gezogen, denn diese muss besonders große Vibrationen aushalten können. Oder auch in der Wasserreinigung verspricht das Material großes Potenzial. Es könnte als Sorptionsmittel für persistente Wasserschadstoffe diese elektrochemisch oxidieren, also zersetzen, und so abbauen. Dabei kämen die Vorteile des Aerographits, nämlich mechanische Stabilität, elektrische Leitfähigkeit und hohe Oberfläche zum Tragen. Diese Vorteile sind auch nützlich bei der möglichen Reinigung von Außenluft für Inkubatoren oder Beatmungsgeräten.

Weitere Informationen unter:

Originalpublikation: „Aerographite: Ultra Lightweight, Flexible Nanowall, Carbon Microtube Material with Outstanding Mechanical Performance“; DOI: 10.1002/adma.201200491
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201200491/pdf>

Abbildungen und weiteres Material stehen zum Download bereit:

www.uni-kiel.de/download/pm/2012/2012-212-1.png

Bildunterschrift: Die Abbildung zeigt einen elektronenmikroskopischen Ausschnitt des leichtesten Materials der Welt: Aerographit. Offene Kohlenstoffröhren bilden ein feines Netz und ermöglichen so eine geringe Dichte von bis zu 0,2 Milligramm pro Kubikzentimeter.

Quelle: TUHH

www.uni-kiel.de/download/pm/2012/2012-212-2.png

Bildunterschrift: Im Reaktor bei Temperaturen über 760 Grad Celsius entweichen gasförmiger Zink und Wasserdampf. Im Bild: In den dunklen Bereichen ist noch Zinkoxid zu erkennen. Zurück bleibt die graphitische Hülle (helle Bereiche).
Quelle: CAU

www.uni-kiel.de/download/pm/2012/2012-212-3.png

Bildunterschrift: Während des Entstehungsprozesses wird das sogenannte Opfer-Templat, das kristalline Zinkoxid (hier kräftig weiß), durch Wasserstoff zersetzt. Wasserdampf und Zink entweichen. Die Röhren des Aerographit bleiben zurück.
Quelle: TUHH

www.uni-kiel.de/download/pm/2012/2012-212-4.png

Bildunterschrift: Die Tetrapoden des Zinkoxids bilden die ideale Basis für das robuste Material Aerographit.
Quelle: TUHH

www.uni-kiel.de/download/pm/2012/2012-212-5.png

Bildunterschrift: Das fast fertige Aerographit: Faszinierende Strukturen mit unglaublichem Potenzial zum Beispiel in der Herstellung von Batterien.
Quelle: TUHH

www.uni-kiel.de/download/pm/2012/2012-212-6.jpg

Bildunterschrift: Aerographit ist wasserabweisend, schwärzer als Schwarz (wird zurzeit untersucht) und elektrisch leitfähig.
Quelle: CAU

www.uni-kiel.de/download/pm/2012/2012-212-7.avi

Video: Bis zu 95 Prozent lässt sich Aerographit komprimieren und anschließend wieder auseinanderziehen. Anders als andere Materialien wird es dadurch sogar immer steifer (Durchmesser neun Millimeter).
Quelle: CAU

www.uni-kiel.de/download/pm/2012/2012-212-8.avi

Video: Die sehr geringen Massen des Aerographits ermöglichen sehr schnelle Richtungsänderungen. Erst stellt es sich auf, dann springt es an den Stab aus Kunststoff und wieder auf den Tisch: so holt sich Aerographit Ladung vom Stab und gibt es an den Tisch ab.
Quelle: CAU

Weitere Fotos von der Präsentation des Aerographits werden nach der Pressekonferenz bereitgestellt.

Kontakt:

TU Hamburg-Harburg
Pressestelle
Jutta Katharina Werner
Telefon: 040/428784321
E-Mail: j.werner@tuhh.de

URL zur Pressemitteilung: <http://www.uni-kiel.de/aktuell/pm/2012/2012-212-aerographit.shtml>

