

Brückenschlag zu den Ingenieuren

Am Hahn-Meitner-Institut (HMI) in Berlin-Wannsee forschen Hunderte von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern an einer breiten Palette von Themen. Sie nutzen wissenschaftliche Geräte mit einer großen Bandbreite. Am bekanntesten ist der Zehn-Megawatt-Forschungsreaktor zur Erzeugung von Neutronen. Das Ionenstrahllabor (ISL) stellt den Forschern hochenergetische Strahlen zur Verfügung. Das Spektrum reicht von der Krebstherapie bis zur Analyse komplexer Materialien. Schließlich beteiligen sich die Forscher des HMI auch am Synchrotron des BESSY in Berlin-Adlershof. Es liefert extrem intensive Röntgenstrahlen von hoher Qualität. Zwischen der TU Berlin und dem HMI gibt es neben den gemeinsamen Forschungsprojekten jetzt auch eine eigene »Transferstelle«.

Von John Banhart

Aufwändige und anspruchsvolle Geräte wie Reaktoren und Synchrotrons sind in der Industrie kaum zu finden. Normalerweise sind es die Physiker, die solche Geräte entwerfen, bauen und betreiben. Die in der Wirtschaft tätigen Ingenieure kennen die Chancen der Großgeräte kaum. Zu wenig wissen Sie über diese Methoden. Was meist fehlt, ist der Brückenschlag. Aus diesem Grund wurde ein Anlauf gemacht, um die am HMI vorhandenen Möglichkeiten den Ingenieurinnen und Ingenieuren an der TU Berlin, an anderen Universitäten und in der Industrie nutzbar zu machen.

Die Leitung der TU Berlin stellte der Arbeitsgruppe Banhart dafür eine Wissenschaftlerstelle zur Verfügung, befristet auf sechs Jahre. Die Aufgabe dieses Wissenschaftlers soll sein, systematisch nach neuen Anwendungen für die Methoden des HMI zu suchen. Der Nachwuchsforscher soll versuchen, gemeinsame Projekte mit Instituten der TU zu initiieren. In ihrer Zusammenarbeit betreten HMI und TU kein Neuland. So erfolgt die Charakterisierung von Materialspannungen in Bauteilen wie Turbinenschaufeln gemeinsam vom Zentrum für Eigenspannungsanalyse und Texturuntersuchungen (ZET) am HMI und von dem Lehrstuhl Prof. Walter Reimers im Institut für Werkstoffwissenschaften und -technologien der TU Berlin. Die neue Kontaktstelle soll die Angebotspalette verbreitern: So sollen die Tomographie, die Kleinwinkelstreuung und die chemische Oberflächenanalyse als weitere Methoden angeboten werden. Momentan werden alle diese für die Ingenieure interessanten Methoden unter dem Dach eines virtuellen Zentrums NIXE gebündelt.

DAS PRINZIP DES BROTBACKENS

Die Tomographie ermöglicht es, von einem Objekt ein dreidimensionales Bild zu erhalten. Man verwendet Röntgenstrahlen oder Neutronen, um es zu durchstrahlen. Die Auswahl hängt davon ab, welche chemischen Elemente in dem Bauteil enthalten sind. Die Kleinwinkelstreuung ist ein Verfahren, bei dem ein Röntgen- oder Neutronenstrahl ein Untersuchungsobjekt durchstrahlt und dabei um sehr kleine Winkel (im Bereich von Hundertstel eines Grades) abgelenkt wird. Die Ablenkung in diesem Winkelbereich wird von Ungleichmäßigkeiten im Objekt verursacht, die nur wenige hundert Nanometer betragen. Durch eine Analyse des Ablenkungsprofils lassen sich beispielsweise die Größe und die Verteilung von kleinsten Einschlüssen in einem Werkstoff bestimmen. Diese Einschlüsse sind oft maßgebend für die Eigenschaften eines Stoffes. Die Oberflächenanalytik mit Hilfe von Ionen schließlich erlaubt es, die genaue Verteilung chemischer Elemente in Schichten auf Werkstoffen zu untersuchen.

Neben dieser neuen Kontaktstelle entsteht derzeit an der TU ein Labor, in dem neuartige Werkstoffe entwickelt werden. Einer dieser Werkstoffe ist der Metallschaum. Seit den 40er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts arbeiten Forscher an diesem neuen Werkstoff. Ähnlich dem Prinzip des Brotbackens wird hierbei Metallpulver mit einem Treibmittel gemischt, zu einem kompakten Vorprodukt verpresst und in einem Wärmebehand-

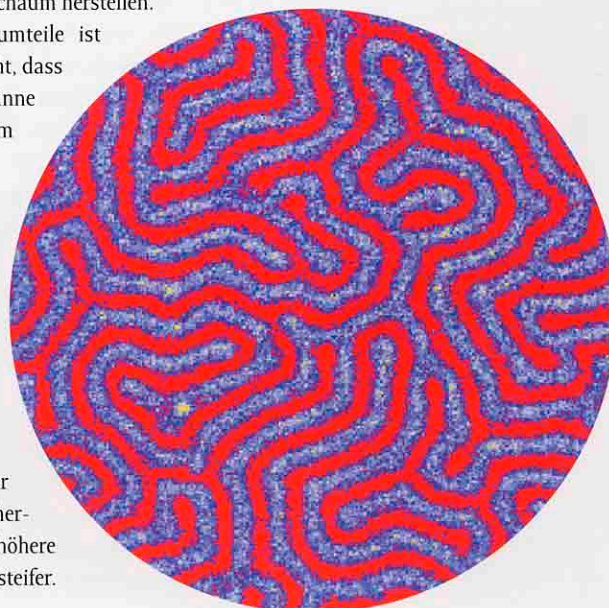
lungsprozess aufgeschäumt. Das so entstehende Material zeichnet sich durch zahlreiche Vorteile gegenüber massiven Metallen aus. So ist es bei gleicher Masse steifer, verformt sich durch eine andersartige Kräfteverteilung aufgrund der porösen Struktur gleichmäßiger als volles Material und vieles mehr. Metallschäume wurden in den letzten Jahren intensiv auf mögliche Anwendungen hin geprüft. Besonders Verbundlösungen bestehend aus Aluminiumschaum und konventionellen Metallen, wie zum Beispiel Aluminiumbleche oder Aluminiumprofile, versprechen interessante Anwendungen. Frühere Herstellungsverfahren waren aufwändig und teuer. Sie waren schwierig zu kontrollieren und führten nur zu mäßiger Qualität. Durch die Entwicklung in den vergangenen Jahren sind heute schmelz- und pulvermetallurgische Methoden bekannt, die eine höhere Qualität des geschäumten Metalls versprechen. Insbesondere ein am Fraunhofer-Institut für Angewandte Materialforschung in Bremen entwickeltes und patentiertes Verfahren aus der Pulvermetallurgie erlaubt es, geschäumte Metalle aus Aluminium, Zink, Zinn, Bronze, Messing und Blei auf relativ einfachem Wege herzustellen. Als Treibmittel für das Metallpulver wirkt beispielsweise Titanhydrid. Die Mischung wird zu einem Halbzeug verdichtet, durch axiales Heißpressen oder durch Strangpressen. Erwärmt man dieses Halbzeug bis knapp über seinen Schmelzpunkt, wird das Metall verflüssigt. Das Treibmittel setzt Gase frei und löst den Vorgang des Aufschäumens aus. Anschließend wird die Schaumstruktur durch Abkühlung stabilisiert. Man erhält einen hochporösen Werkstoff mit gleichmäßiger Porenstruktur.

Nicht nur die Verfahren zur Herstellung der Schäume wurden verbessert. Auch für ihre Anwendung öffneten sich neue Möglichkeiten: So werden heute beispielsweise erhöhte Anforderungen an die Sicherheit in Autos oder an die Wiederverwertbarkeit von Altmaterial gestellt. Metallschäume erfüllen diese Anforderungen und könnten breiten Einsatz finden. Der Formvielfalt denkbarer Bauteile ist dabei kaum eine Grenze gesetzt: Wird das aufschäumbare Halbzeug in einer Hohlform aus Stahlblech aufgeschäumt, so füllt der expandierende Schaum den Hohlraum völlig aus. Auf diese Weise lassen sich leicht Formteile aus Metallschaum herstellen.

Die Außenhaut der Schaumteile ist geschlossen. Sie sind so leicht, dass sie sogar schwimmen. Dünne Bleche aus aufschäumbarem Halbzeug können zu Flachmaterial aufgeschäumt werden. Werden diese mit konventionellen Aluminiumblechen beklebt, entstehen Sandwich-Verbundstrukturen. Verbundstrukturen aus Aluminiumschaum und massive Metallprofile lassen sich ohne Klebstoffe mit einer rein metallischen Bindung herstellen. Dadurch halten sie höhere Temperaturen aus und sind steifer.

Bild links:
Messplätze am Ionenstrahllabor im HMI

Struktur eines
ultradünnen Eisenfilms



Ruthenium-Material für neue Solarzellen



AUTOR



Prof. Dr. John Banhart

lehrt und forscht am Institut für Werkstoffwissenschaften der TU Berlin. Er leitet die Abteilung Strukturforschung und Werkstoffe am Hahn-Meitner-Institut (HMI) in Berlin.

(030) 80 62-27 66
banhart@hmi.de

Noch ein Blick in die Zukunft: Gegenwärtig arbeiten die Wissenschaftler daran, die Herstellung der Schäume weiter zu verfeinern. Zur Qualitätskontrolle wird unter anderem ein Echtzeit-Röntgen-Verfahren eingesetzt. Dabei werden während des Erhitzens zwischen 500 und 1000 hochauflösende Röntgenaufnahmen gemacht. Sie ermöglichen es, den Schäumprozess minutiös nachzuvollziehen. Mit Hilfe dieser Bilder wurde beispielsweise festgestellt, dass das Schäumverhalten stark von der Temperatur abhängt. Zu hohe Temperaturen führen zu einer inhomogenen Porenstruktur. Der Einsatz solcher Methoden an diesen neuartigen Werkstoffen führt also langfristig zur Entwicklung von zuverlässigeren und homogeneren Metallschäumen.

Ein weiterer Trend ist die Suche nach gänzlich neuen Verfahren zur Herstellung von Metallschäumen. So wurde durch Dietmar Leitmeier und seine Kollegen am Leichtmetall-Kompetenzzentrum Ranshofen (LKR) und der Hütte Kleinreichenbach – beide in Österreich – ein neues Verfahren erprobt, bei dem eine Aluminiumschmelze durch Keramikpartikel schäum-

bar gemacht wird. Die Forscher bliesen Gas in die Schmelze und erzeugten eine Vielzahl von nahezu einheitlich großen Blasen, die bis zur Erstarrung stabil blieben.

Metallschäume finden immer mehr Zugang zu neuen Anwendungsgebieten. Dazu gehören die Raumfahrt, der Flugzeugbau, Schiffbau und die Bahnen, das Bauwesen und die Medizintechnik. Dort wird am Einsatz von Metallschäumen in Zahnimplantaten geforscht. Die Schäume sind in hohem Maße für die Schleimhäute im Mund verträglich, elastisch und passen sich gut an die Kieferknochen an. Die Automobilindustrie schätzt die Metallschäume in Leichtbauteilen als Dämmstoff oder als Werkstoff für energieabsorbierende Bauteile, die den Insassenschutz verbessern. Künftig ist es denkbar, verschiedene Eigenschaften zu kombinieren, zum Beispiel in wärme- und schalldämmenden Paneelen. Das Ziel ist es, möglichst viele Eigenschaften der neuen Aluminiumschäume nutzbringend einzusetzen.

www.hmi.de/bereiche/SF/SF3/