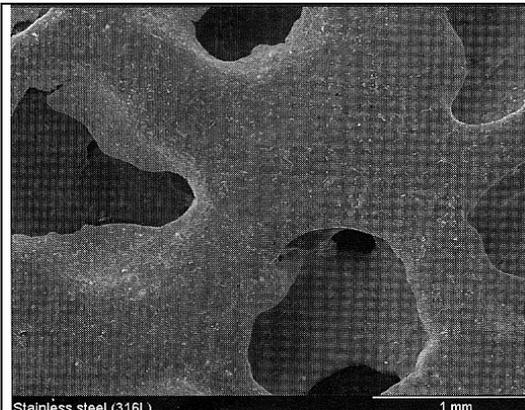


Neue Chancen für strukturelle und funktionale Anwendungen

Zellulare Systeme aus und mit Stahl

Die Entwicklung von Metallschäumen und Hohlkugelstrukturen hat zu leichten und funktionsoptimierten Werkstoffen mit definierter Porosität geführt. Diese zellularen Systeme eröffnen neuartige, spezifische Anwendungsmöglichkeiten. Sie bieten neue Chancen sowohl für den Leichtbau als auch zur Nutzung ihrer besonderen funktionellen Eigenschaften zum Beispiel für Dämpfung, Filtration und Permeabilität.



Mikrostruktur von hochporösem rostfreiem Stahl 316L (1.4404). Pulvermetallurgische Herstellung mit Platzhalter; etwa 70 % Porosität.

Bild: Institut für Werkstoffe und Verfahren der Energietechnik, FZ Jülich

Mit einem am 11. Juni 2002 im Stahl-Zentrum Düsseldorf von der Studiengesellschaft Stahlanwendung veranstalteten Kolloquium wurden neuere Entwicklungen bei Herstellung, Eigenschaften und Anwendung zellulärer Strukturen aus und mit Stahl vorgestellt. Während die Wissenschaft bereits erhebliche Fortschritte erzielt habe, wie Tagungsleiter Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Bleck, Institut für Eisenhüttenkunde, RWTH Aachen, erläuterte, fehle noch die durchgreifende Marktanwendung. Allerdings sei der Einsatz von Metallen, die dann optimal sind, wenn ihre spezifischen Eigenschaften zur Geltung gebracht werden können, nicht trivial. Die veranstaltende Studiengesellschaft Stahlanwendung sieht in der Thematik aber deutliche Chancen für ihren Werkstoff und will sich auch in Zukunft, wie ihr Leiter Dr.-Ing. Franz-Josef Floßdorf betonte, in beiden Sektoren der zellularen Systeme, Schäume wie Kugelstrukturen, weiter nachhaltig engagieren.

Stahlschäume für Hochleistung

Während sich viele Entwicklungen in den letzten Jahren oftmals auf die Aluminiumlegierungen als typische Leichtbauwerkstoffe konzentrierten, führt vor allem der Wunsch nach höherer Temperaturbeständigkeit, höherer Festigkeit und höherem E-Modul sowie verbesserter Korrosionsbeständigkeit dazu, auch die Entwicklung zellulärer Stahlwerkstoffe voranzutreiben.

Am Fraunhofer IFAM in Bremen werden in diesem Zusammenhang zwei pulvermetallurgische Technologien zur Herstellung poröser Stähle verfolgt: geschlossenporöse Werkstoffe nach dem Treibmittelverfahren und offenporöse Werkstoffe nach dem Platzhalterverfahren. Bei der erstgenannten Gruppe wurden die bereits entwickelten Herstellungstechnologien der Aluminiumschäume auf Stahlwerkstoffe übertragen. Offenporöse Strukturen, wie sie zum Beispiel beim Einsatz als Filter, Schallabsorber oder als Trägerstruktur für katalytische Reaktionen erforderlich sind, werden über das Platzhalterverfahren hergestellt. Dabei wird eine Stahlpulver/Platzhaltermischung verdichtet und anschließend der Platzhalterwerkstoff wieder ausgetrieben. Nach der Sinterung erhält man einen durchströmbaren Formkörper, dessen Porosität und Porengrößenverteilung in weiten Bereichen einstellbar ist.

Am Gießerei-Institut der RWTH Aachen werden Herstellbarkeit und Eigenschaften präzisionsgegossener zellulärer metallischer Schwammstrukturen untersucht. Deren hohe Regelmäßigkeit und kontrollierte Offenporigkeit machen die Struktur für Anwendungen sowohl als Funktions- als auch als Konstruktionswerkstoff interessant. Durch die Kombination von massiven und offenporigen Bereichen ist die Fertigung von Ver-

bundwerkstoffen möglich, die in einem Schritt gegossen werden können. Durch Infiltration der offenporigen Schwammstruktur mit Kunststoffen oder Metallen können Bauteile zum Beispiel lokal dort, wo es konstruktiv notwendig ist, mit besonderen mechanischen Eigenschaften versehen werden.

Eine Alternative zur schmelzmetallurgischen Herstellung offenporiger Schäume aus Gusseisen und unlegiertem Baustahl verfolgt das Institut für Eisenhüttenkunde der RWTH Aachen mit dem neuentwickelten SRSS-Verfahren (SchlickerReaktionsSchaumSinter). Ein Metallpulver wird mit einem Dispergiermittel, einem Lösungsmittel und einem Bindemittel (Phosphorsäure) gemischt. Der in einer Metall-Säure-Reaktion entstehende Schaum wird durch die Bildung von Metallphosphat, das in der Keramikindustrie seit langem als Binder verwendet wird, "eingefroren". Durch anschließendes Austreiben des Lösungsmittels entsteht eine offenporöse Struktur, die reduzierend zu einem festen metallischen Verbund gesintert wird. Das Verfahren wurde bereits auf die Herstellung von Grünlingen aus Edelpulver ausgedehnt. Bei der Verwendung Cr-haltiger Pulver ergeben sich aber noch Schwierigkeiten beim Sintern der Schaumgrünlinge. Nichtrostende Stähle stehen auch mit Mittelpunkt des Interesses der Arbeiten am Institut für Werkstoffe und Verfahren der Energietechnik 1 im Forschungszentrum Jülich.

Ziel ist die pulvermetallurgische (PM-)Herstellung endkonturnaher Bauteile mit funktioneller Porosität. Vorteil der PM-Route gegenüber der schmelzmetallurgischen Variante ist, dass sich beim Versintern von Metallpulvern ein zusammenhängendes Netzwerk von Poren direkt ausbildet. Zusätzlich können die Gesamtporosität und der Durchmesser der Poren durch die Verfahrensparameter gezielt eingestellt werden.

Stahthohtkugetn

Aus metallischen Hohkugeln aufgebaute Leichtbauwerkstoffe sind eine interessante Variante der konstruierbaren zellularen Strukturen. Die Dichte der Hohlkugelstrukturen kann in weiten Grenzen variiert werden. Im Vergleich zu Metallschäumen zeigen metallische Hohlkugelstrukturen wie Bienenwabenstrukturen eine homogene und somit berechenbare Zellstruktur und eine hohe Materialvielfalt. Mit der am Fraunhofer IFAM in Dresden entwickelten Technologie ist es möglich, metallische Hohkugeln in einem weiten Durchmesserbereich (0,5 bis 10 mm) sowie einen Schalendickenbereich (20 bis 1000 μm) herzustellen. Ziel bei der Entwicklung von Leichtbaustrukturen ist es, mit "konstruierbaren Hohlkugelstrukturen" sowohl leichte und gleichzeitig steife Sandwichkonstruktionen als auch Crash-Absorber (zur Energieabsorption) nach simulativer Optimierung aufzubauen. Dabei sollen sie sich auf die spezifischen Anforderungen von Strukturkomponenten in Fahrzeugkarosserien anpassen lassen.

*Weitere Informationen und Kontakte:
StudiengesellschaftStahlanwendung,
Sohnstr. 65, 40237 Düsseldorf
Tel.: 02 11167 07 856
E-Mail: stud.ges@stahlforschung.de*