

Poröse Keramik als Wärmedämmung der Superlative

von Elisabeth Heinzelmann, Bern

Wissenschaftler der ETH Zürich tüftelten auf der Grundlage von modifizierten kolloidalen Partikeln als Schaumstabilisatoren an neuartigen Schäumen mit regulierbarer Porosität. Basierend auf diesen Arbeiten entwickelten ETH-Forscher nun einen neuartigen, anorganischen Werkstoff für Wärmedämmungen bis 1700°C, mit dem sich beträchtliche Einsparungen an Wärme und Kohlendioxid – also CO₂ – erzielen lassen. Für den Markteintritt entstand das Spin-off de Cavis AG.

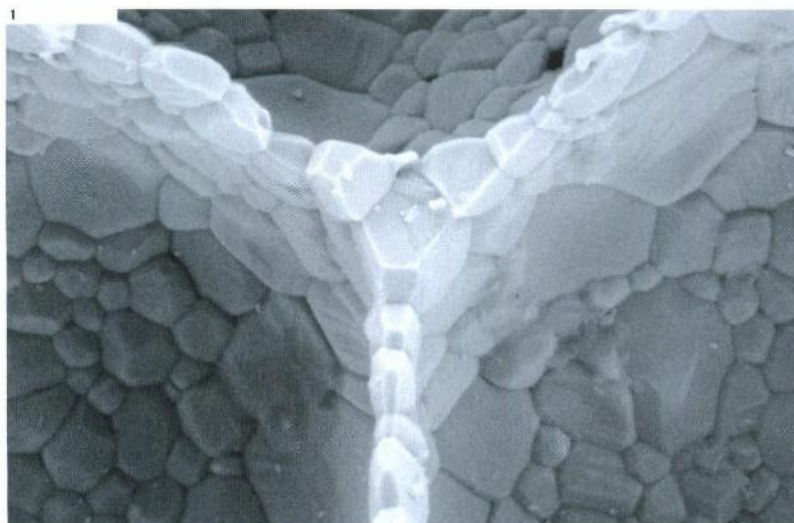
Geschäumte Bauteile, besonders auf der Grundlage von Polymeren und Tensiden, stehen verbreitet im Einsatz zur Wärmedämmung von Gebäuden und tragen dazu bei, den Energieverbrauch und die Emissionen von CO₂ zu senken. Neue Wege geht Dr. Urs Gonzenbach, Oberas-

sistent an der Professur für Nichtmetallische Werkstoffe an der ETH Zürich. Gemeinsam mit Kollegen entwickelt er hoch poröse anorganische Materialien, die auf einer neuartigen, patentierten Plattform-Technologie beruhen und bisher nicht erreichte mechanische und thermische Eigenschaften erzielen. Eines ihrer Einsatzgebiete ist dort, wo Temperaturen 1000° C überschreiten, wie beispielsweise in Industrieanlagen, Hochöfen, der Metallgiesserei oder dem Brandschutz. Solche Materialien können aber auch im Bereich der Gebäudeisolation eingesetzt werden. Interessant an diesen Materialien ist die Tatsache, dass sich ihre Eigenschaften auf spezifische Bedürfnisse oder eine bestimmte Anwendung hin massschneidern lassen. Ihre Porosität variiert zwischen 30 % und 95 %, die Poren weisen durchschnittliche Grössen von

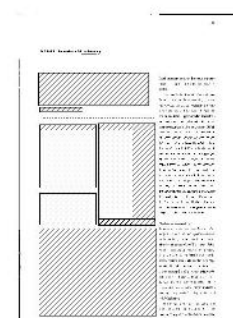
einigen Mikrometern bis mehrere Millimeter auf.

Dabei bestechen sie durch ihre reduzierte thermische Leitfähigkeit und ihre hohe mechanische Stärke.

In solchen Werkstoffen steckt beachtliches Potenzial, um den Energieverschleiss sowie den Ausstoss von CO₂ zu reduzieren. Die Plattform-Technologie als Herzstück der Entwicklung erlaubt die Herstellung von stabilen Nassschäumen und Emulsionen mit verschiedensten Zusammensetzungen und einer grossen Vielfalt von Mikrostrukturen. Dank ihrer hohen Stabilität im nassen Zustand können diese Schäume und Emulsionen weiter verarbeitet werden – entweder in poröse, faserfreie Werkstoffe oder in festbeschichtete Mikrokapseln mit einzigartigen Eigenschaften. Solche anorganischen Mikrokapseln lassen sich aus den unterschiedlichsten



1 Wet foams: Nasser Schaum, in welchem die eingebrachte Luft durch Submikrometer-grosse Partikel stabilisiert wurde.



Argus Ref 37440877

Rohmaterialien fertigen. Sie sind sowohl chemisch- wie Temperatur-resistent, wobei ihre Grösse und Durchlässigkeit anwendungsspezifisch eingestellt werden können. Damit reichen ihre Anwendungen von Baumaterialien und der thermischen Isolierung bis hin zu Mikrokapseln für Kosmetika und biomedizinische Applikationen. Beispiele dafür sind die gezielte Freisetzung von Chemikalien oder Wirkstoffen.

Und so funktioniert es

Schauen wir uns einen nassen Schaum näher an (Bild 1). Ähnlich der Schlagsahne wurde die zu Beginn flüssige keramische Suspension mit einem Mixer aufgeschäumt (Bild 1 oben). Dabei wurde die eingebrachte Luft durch Submikrometer-grosse Partikel stabilisiert. So bleibt der nasse Schaum über viele Stunden und Tage stabil und behält seine feine äussere Form. Das

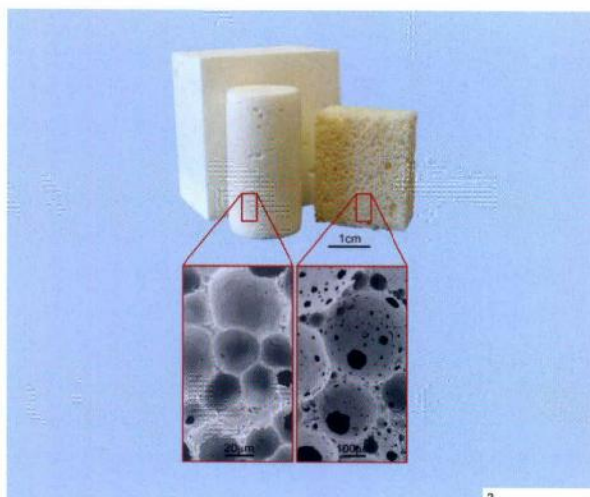
Lichtmikroskop-Bild (Bild 1 unten) zeigt die einzelnen hellen Luftblasen, die einen Durchmesser von rund 20 Mikrometer aufweisen. Dieser nasse Schaum wurde dann unter kontrollierten Bedingungen getrocknet und später bei rund 1600°C gebrannt.

Drei Beispiele von porösen gebrannten Aluminiumoxid-Schäumen zeigt uns Bild 2. Sie bestehen aus jeweils rund 87% Luft und weisen - wie die beiden Rasterelektronen-Mikroskopaufnahmen belegen - verschieden grosse Poren auf. Der Schaum links besteht aus rund 30 Mikrometer grossen, eher geschlossenen Poren, der Schaum rechts aus ungefähr 200 Mikrometer grossen offenen Poren. Der kleine Zylinder hat einen Durchmesser von 1,5cm. Obwohl auch er aus 87% Luft besteht, lässt er sich problemlos mit über 200 kg belasten, ohne Schaden zu nehmen.

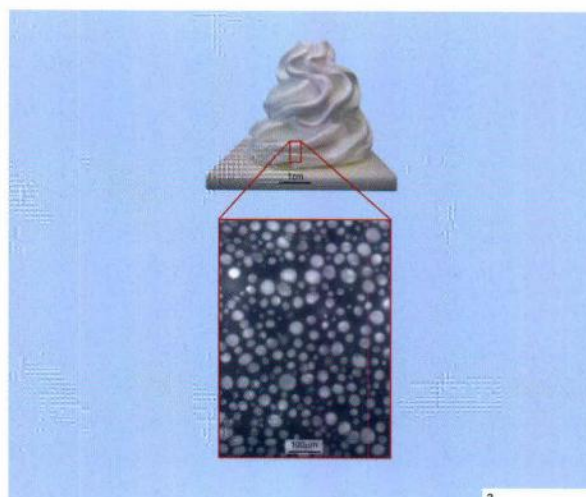
Im Rasterelektronen-Mikroskop wird auch die Mikrostruktur eines porösen Aluminium-Oxidschaums erkennbar (Bild 3). Sichtbar sind Teile von drei Poren, welche eine dünne Wand aus Aluminiumoxid-Partikeln voneinander trennt. Diese Wand ist dünner als 1 Mikrometer, und das ganze Material ist aus solchen filigranen Strukturen aufgebaut - und trotzdem ist dies das hochfesteste poröse keramische Material der Welt.

Hightech-Forschung für den Markt

Die Entwicklung dieser Plattform-Technologie wurde vor rund sechs Jahren an der Professur für Nichtmetallische Werkstoffe der ETH Zürich lanciert. Ausgehend von modifizierten kolloidalen Partikeln als Schaumstabilisatoren, war ein neuartiges Verfahren zur Realisierung von Schäumen mit massgeschneiderter Porosität, über 200 kg belasten, ohne Schaden zu nehmen.



2



3

2 Fiber-free porous materials: Gebrannte Aluminiumoxidschäume mit verschieden grossen Poren, zu 87% aus Luft bestehend, aber hochstabil.

3 Microstructures strut triangle: Rasterelektronenbild mit dünnwandigen Aluminiumoxidpartikeln, das hochfesteste poröse keramische Material überhaupt.

Porengrösse und Porenverbindung angepeilt. Es ging vor allem auch darum, mit einer verbesserten Schaumstabilität im nassen Zustand die innere Mikrostruktur des Schaums optimal zu kontrollieren. Denn nur so ist es möglich, poröse Strukturen mit definierten Blasengrössen hervorzubringen und damit einzigartige Eigenschaften zu erzielen, wie sie beispielsweise für anspruchsvolle Knochentransplantate oder effiziente Isolationsmaterialien für Hochtemperaturanwendungen benötigt werden.

Um seine Innovationen auf den Markt zu bringen, gründete Urs Gonzenbach im Januar 2009 die Firma de Cavis AG als Spin-off der ETH Zürich. Professionelle Beratung für die Geschäftsentwicklung bietet ihm «CTI Start-up», die Förderinitiative für Jungunternehmen der «Förderagentur für Innovation KTI», das Programm «venture kick» unterstützte ihn finanziell für den Aufbau einer Prototypenanlage und zur Herstellung von Musterproben.

Das Interesse seitens Industrie ist angesichts des beachtlichen Einsparpotenzials an Wärme und CO₂ rege, erste Kooperationen im Bereich der thermischen Isolation sind etabliert. Aber nicht nur die Industrie hat der umtriebige Erfinder im Auge. Während diese und das verarbeitende Ge-

werbe 32,9% des gesamtschweizerischen Stromverbrauchs ausmachen, stehen die privaten Haushalte mit 30,6% durchaus als schwarze Schafe da. Laut Bundesamt für Statistik verursachten sie im Jahr 2005 satte 39% der Treibhausgas-Emissionen. «CO₂-Ausstoss und Energieverbrauch zu reduzieren, ist deshalb nicht allein eine Aufgabe der Industrie, sondern muss durch die Gesellschaft insgesamt in Angriff genommen werden», so Urs Gonzenbach. «Ein Umdenken ist dringend nötig. Dabei können uns neuartige Isolationsmaterialien helfen, wenn es darum geht, hervorragende Wärmedämmungseigenschaften auf kleinen Materialdicken zu erreichen.»

Adressen

DE CAVIS AG
c/o ETH Zürich
Wolfgang-Pauli-Strasse 10, HCI G531
Fon +41 (0)44 632 71 84
info@decavis.com, www.decavis.com

CTI START-UP OFFICE
Effingerstrasse 27, 3003 Bern
Fon +41 (0)31 324 04 35
info@ctistartup.ch, www.ctistartup.ch

VENTURE KICK
Kirchlistrasse 1, 9010 St.Gallen
Fon +41 (0)71 242 98 68
info@venturekick.ch, www.venturekick.ch