

D1

Geschäumte Metalle: Vielfältig einsetzbar

Herstellung vereinfacht

Geschäumte Metalle, im Prinzip bekannt seit den fünfziger Jahren, fanden im Gegensatz zu Kunststoffen bisher nur wenig Resonanz. Sie besitzen jedoch viele Eigenschaften, die sie für eine Anwendung attraktiv machen.

Geschäumte Metalle erreichten nicht die Bedeutung wie geschäumte Kunststoffe, obwohl sie zahlreiche interessante Eigenschaften besitzen. Ihre geringe Dichte, relativ hohe Festigkeit, die gute Wärme- und Schallisolation sowie die Fähigkeit zur Stoßenergieabsorption ergeben

ein breites Anwendungsfeld. Zudem sind sie den Kunststoffen in der Feuer- und Hitzebeständigkeit weit überlegen und auch gut recycelbar.

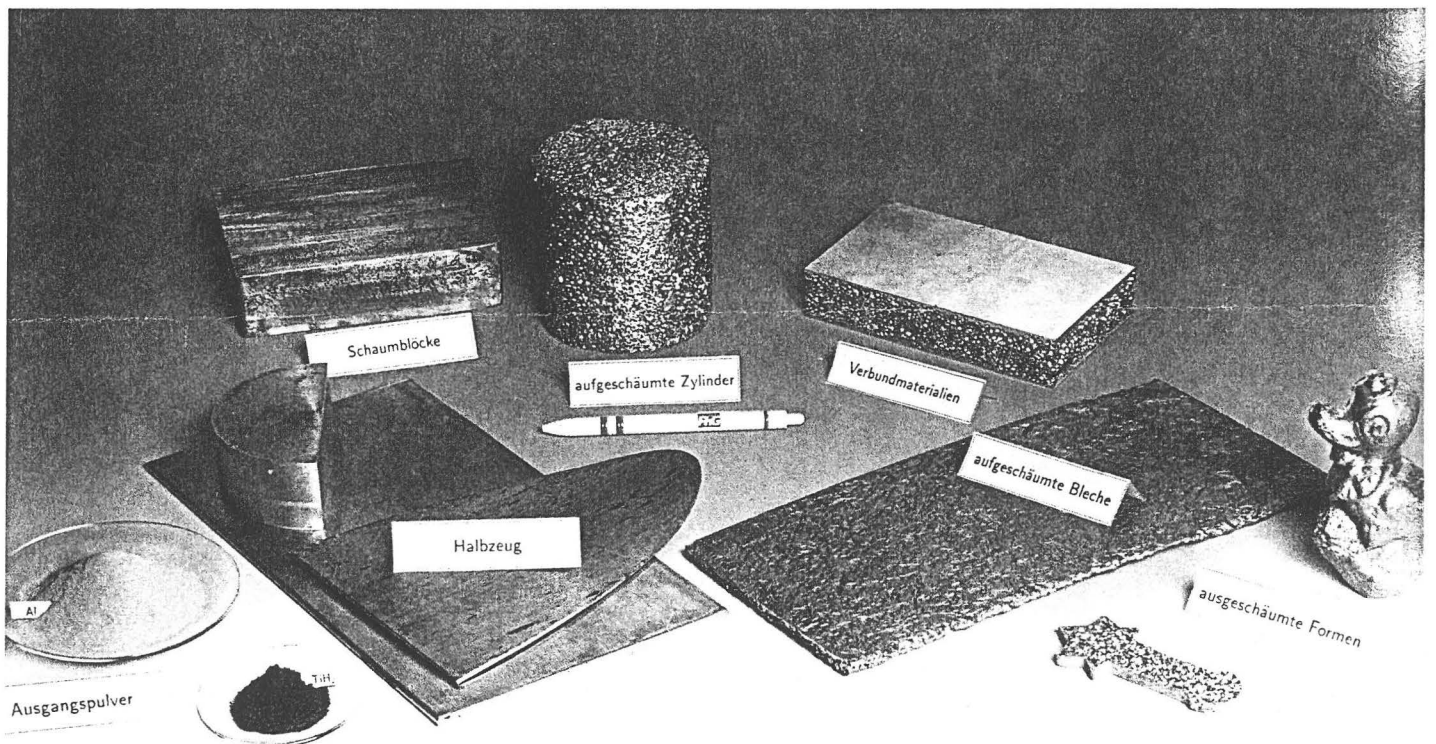
Mit einem neu entwickelten pulvertechnologischen Verfahren konnten auch die Schwierigkeiten beim Herstellen geschäumter Metalle überwunden werden. Der pulverförmige Ausgangswerkstoff wird mit einem Treibmittel gemischt, zu einem Halbzeug verdichtet und durch Umformen weiterverarbeitet. Verdichtet wird durch axiales Heißpressen oder Extrusion. Der entstandene Werkstoff ist makroskopisch nicht von herkömmlichem Metall zu un-

terscheiden. Beim Erwärmen bis nahe über den Schmelzpunkt jedoch schmilzt das Metall, das Gas wird freigesetzt und der Aufschäumvorgang ausgelöst. Die Schmelze expandiert und entwickelt eine halbflüssige, schaumige Konsistenz. Ist der gewünschte Aufschäumgrad erreicht, wird abgekühlt und die Schaumstruktur stabilisiert. Man erhält einen porösen Werkstoff mit gleichmäßiger Porenstruktur.

Bei den mechanischen Eigenschaften fällt auf, daß die Festigkeit und der E-Modul mit steigender Dichte stark ansteigen. Außerdem spiegelt sich die höhere Festigkeit von AlCu4 gegenüber reinem Aluminium auch im Schaum wieder. Die Leitfähigkeit der Schäume ist gegenüber den massiven Materialien stark reduziert, während der thermische Ausdehnungskoeffizient unverändert bleibt.

Eine Eigenschaft von Aluminiumschaum ist das günstige Verhältnis von Masse zu Steifigkeit. Diese Eigenschaft legt einen Einsatz großflächiger Schaumbauteile

Wird das Halbzeug in einer Hohlform aufgeschäumt, füllt der expandierende Schaum den Hohlraum völlig aus. So lassen sich verschiedenste Formteile aus Metallschaum herstellen. Die Außenhaut ist geschlossen. Aufgrund der geringen Dichte von 0,3 bis 0,8 g/cm³ schwimmen die Körper im Wasser



...he, bei denen die Anforderungen an die Steifigkeit hoch sind. Beispiele dafür sind die Bodenplatte im Kraftfahrzeug, Motorhaube, Kofferraumdeckel und Schiebedächer. Diese Teile sollen auch unter dem Einfluß etwa des Fahrtwindes nicht elastisch verformen oder gar anfangen zu zerbrechen.

Eine interessante Eigenschaft von Aluminiumschaum ist, das Knick- und Stauchverhalten von Metallprofilen oder -teilen nachhallig zu beeinflussen, wenn diese mit einem Kern aus diesem Schaum gefüllt werden. Das legt den Einsatz zur Versteifung von Stoßstangen, Unterfahrschutzelementen von Lastwagen, KFZ-Konstruktionselementen wie der A-Säule oder anderen knick- oder nachgiebigen Hohlteilen nahe.

In einer Erweiterung der Schaumtechnik auf Schäume mit offener Porosität sowie auf Schäume aus höherschmelzenden Metallen (etwa Stahl) wird derzeit gearbeitet. Offenporige Metallschäume könnten als Dieselrußpartikelfilter, Wärmetaucher oder Luftfilter dienen, falls es gelingt, die offene Porosität entsprechend einzustellen. Schäume aus Stahl kämen für Hochtemperaturanwendungen wie für die Isolation des Auspuffröhrsummers oder als Katalysatorträger in Frage, bei denen der Schmelzpunkt von Aluminium zu niedrig liegt.

Kontrollierte Schaumentwicklung

In der Luftfahrt und in noch stärkerem Maße in der Raumfahrt ist das niedrige spezifische Gewicht von Aluminiumschaum ein Zusammenspiel mit seinen günstigen Eigenschaften der Grund für die Nachfrage aus diesen Gebieten. Biegesteife großflächige Strukturen könnten als Bodenplatten, Trennwände oder auch für spezielle Konstruktionen, wie zum Beispiel Bordküchen, verwendet werden. Herkömmlich verwendete Materialien in die-

sem Bereich sind beispielsweise Honigwabenstrukturen, deren Nachteile mit entsprechenden Konstruktionen aus Aluminiumschaum vermieden werden könnten.

Die Tatsache, daß der nach dem pulvermetallurgischen Verfahren hergestellte Schaum geschlossenporig ist, führt dazu, daß er in Wasser schwimmt. Dies war Ausgangspunkt für die Überlegung, Aluminiumschaum als Schwimmermaterial für Füllstandsmesser in druck- und temperaturbelasteten flüssigen Medien zu verwenden und in Konkurrenz zu herkömmlichen aus Titanblech und Stützringen zusammengesetzten Konstruktionen zu treten.

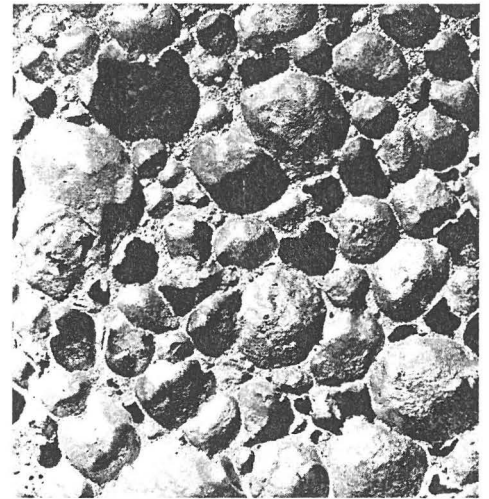
Hohe Steifigkeit bei geringer Masse

Aus den günstigen mechanischen Dämpfungseigenschaften der Aluminiumschäume und den guten Schallabsorptionseigenschaften von irregulären Strukturen allgemein ergeben sich Anwendungen im Bereich der Kapselung von geräusch- und körperschallerzeugenden Aggregaten, wie Motoren und Getrieben. Aufgrund der schon erwähnten reduzierten Wärmeleiteigenschaften ist auch eine thermische Dämmung und Kapselung solcher Aggregate bei Temperaturen möglich, die mit Kunststoffen nicht erreichbar sind.

Weitere Anwendungen ergeben sich fast zwangsläufig aus den Eigenschaften der Aluminiumschäume. Beispielsweise wurde ein Einsatz als Grundmaterial für Kochtöpfe vorgeschlagen. Weiterhin ist es denkbar, sehr leichte Walzen für die Druck- oder Papierindustrie durch Ausschäumen einer dünnen Blechhülse mit Aluminium herzustellen.

Dr. John Banhart, Dipl.-Phys. Joachim Baumeister und Dipl.-Ing. Markus Weber sind Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen

Die aufgeschäumten Körper haben eine geschlossenporige Struktur. Werden sie mit konventionellen Aluminiumblechen verbunden, entstehen Sandwich-Verbundstrukturen, die rein metallisch oder geklebt sein können



Legierung	Al99.5	AlCu4	Al99.5 massiv
verwendetes Treibmittel	TiH ₂	TiH ₂	-
Wärmebehandlung des Schaumes	keine	ausgehärtet	-
Dichte	0.4 g/cm ³	0.7 g/cm ³	2.7 g/cm ³
mittlerer Porendurchmesser	4 mm	3 mm	-
Druckfestigkeit	3 MPa	21 MPa	-
Energieabsorption bei 30% Stauchung	0.72 MJ/m ³ =1.8kJ/kg	5.2 MJ/m ³ =7.4kJ/kg	-
Elastizitätsmodul	2.4 GPa	7 GPa	67 GPa
dynamischer Verlustfaktor (1 kHz)	25·10 ⁻⁴	--	<5·10 ⁻⁴
elektrische Leitfähigkeit	2.1 m/(Ω·mm ²)	3.5 m/(Ω·mm ²)	34 m/(Ω·mm ²)
spezifischer elektrischer Widerstand	48 μΩ·cm	29 μΩ·cm	2.9 μΩ·cm
thermische Leitfähigkeit	12 W/(m·K)	--	235 W/(m·K)
thermischer Ausdehnungskoeffizient	23·10 ⁶ 1/K	24·10 ⁶ 1/K	23.6·10 ⁶ 1/K

Typisch für die spezifischen Eigenschaften der Aluminiumschäume sind die Daten der drei angeführten Legierungen. Sie zeigen zum Beispiel das günstige Verhältnis von Masse zu Steifigkeit.

Ein pulverförmiger metallischer Ausgangswerkstoff wird intensiv mit dem Treibmittel, beispielsweise Titanhydrid, gemischt. Die so erhaltene Mischung wird unter kontrollierten Bedingungen zu einem Halbzeug verdichtet und kann durch Umformen weiter bearbeitet werden (Bilder: IFAM)

