Zu diesem Zweck hat der Expertenkreis putertomog Keramikspritzguss ein Testwerkzeug Grünteile so konstruiert und gebaut, das durch viel- sensoren he

fältige Werkzeugeinbauten verschiedene

Schwierigkeitsgrade für die Formfüllsimu-

Bindenahtbildung im Prüfkörper

lation erzeugen kann.

In einem Ringversuch wird das Formfüllverhalten zweier Feedstocks mit unterschiedlichen Simulationstools simuliert und mit dem realen Formfüllverhalten anhand von Formfüllstudien verglichen. Dazu werden lichtmikroskopische Aufnahmen der Füllfronten und röntgencom-

putertomographische Aufnahmen der Grünteile sowie die Daten interner Drucksensoren herangezogen.

Als Ergebnis der Untersuchungen konnte herausgestellt werden, dass ein erheblicher Bedarf besteht, existierende Simulationstools mit dem Ziel weiterzuentwickeln, Formfüllprozesse besser zu durchdringen. Es wurde gezeigt, dass die Wahl des zugrunde liegenden Simulationsmodels einen entscheidenden Einfluss auf den Realitätsbezug der Simulation hat. Ein Simulationstool kann nur so gut sein, wie die im Vorfeld zu bestimmenden Simulationseingangsdaten.

Mit zunehmender Verfeinerung der Simulationsergebnisse werden ebenfalls die Anforderungen an die Ermittlung der rheologischen, mechanischen und thermischen Kenngrößen des Feedstocks unter Berücksichtigung der Form, der spezifischen Oberfläche und der Teilchengrößenverteilung des im Feedstock verarbeiteten Pulvers steigen. Der Expertenkreis macht die Technologie des Keramikspritzgusses und die aus seinen Arbeiten gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse einer breiten Öffentlichkeit zugänglich.



Simulation der Bindenaht (Simpatec GmbH)

Neben dem erfolgreich etablierten DKG-Fortbildungsseminar "Thermoplastische Formgebung von Technischer Keramik", das jährlich Anfang Oktober in Dresden stattfindet, wird der Expertenkreis Keramikspritzguss ab 2011 zusätzliche Fachseminare durchführen. Nähere Informationen zu Aufgaben und Leistungsangebot sowie den Mitgliedsunternehmen finden Sie unter www.keramikspritzguss.eu.

Expertenkreis Keramikspritzguss Winterbergstr. 28, 01277 Dresden

# Aluminium-Polymer-Hybridschäume für den Leichtbau

Autoren: Dr.-Ing. Jörg Weise Ms. Sci. Dhiren Ruparelia Dipl.-Phys. Joachim Baumeister

#### **Einleitung**

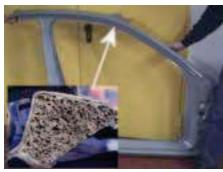


Abbildung 1: PKW-A-Säulen-Demonstratorbauteil mit lokaler Verstärkung durch Aluminiumschaum

Aluminiumschäume bieten aufgrund ihrer inneren Struktur eine Kombination von mechanischen Eigenschaften (hohe spezifische Steifigkeit, vibrationsdämpfend, hohes Energieaufnahmevermögen im Crashfall), die sie für Sandwichstrukturen und lokale Verstärkungen in Hohlstrukturen sehr interessant machen [1].

Als Beispiel für das hohe Potential von Aluminiumschäumen ist in Abbildung 1 eine PKW-A-Säule dargestellt, für welche durch lokalen Schaumeinsatz bei nur 3% Masseerhöhung die Energieabsorption um 40% gesteigert werden konnte [2].

Neuere Entwicklungsansätze haben insbesondere die Senkung der Herstellungskosten für den Aluminiumschaum zum Ziel [3]. In einem dieser Ansätze wird der Aluminiumschaum in Granulatform hergestellt, mit Klebstoff beschichtet und anschließend in den Hohlstrukturen stoffschlüssig zu größeren Schaum-Einheiten verbunden (siehe Beispiel in Abbildung 2) [4].

Die Vorteile dieser Technologie liegen darin, dass keine Formkosten für die Herstellung der Schaumbauteile auftreten und dass sich der Verarbeiter nicht mit der Schäumtechnologie an sich befassen muss, sondern den beschichteten Al-Schaum mit definierten und eng kontrollierten Materialparametern (siehe in Abbildung 3 ein Beispiel für eine Dichteverteilung der Schaumgranulats) vorgefertigt geliefert bekommt.



Abbildung 2: Mit Aluminiumschaumgranulat (APM) gefüllte PKW-Frontstruktur

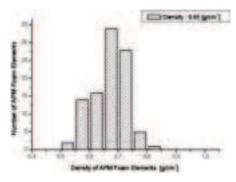


Abbildung 3: Dichteverteilung von Aluminiumschaumgranulat mit Granulatdurchmesser 7 mm und mittlerer Dichte 0,65 g/cm<sup>3</sup>

**Werkstoffe** 5/2010 **33** 

## Werkstoffentwicklung

Derartiges vorgefertigtes Aluminium-schaum-Granulat ist ebenfalls Ausgangspunkt einer aktuellen Materialentwicklung – der Aluminium-Polymer-Hybridschäume. Hierbei handelt es sich um Polymerschäume, in welche Aluminiumschaum-Granulat eingebettet ist. Das Ziel ist, die gute Energieaufnahme des Aluminiumschaums im Crashfall mit der einfachen Verarbeitbarkeit der Polymerschäume zu kombinieren. Hierfür wird Aluminiumschaumgranulat mit einem einkomponentigen tempera-

turaktivierten Klebstoff, z.B. Epoxidharz, beschichtet (Abbildung 4). In diesen Klebstoff ist ein gasabspaltendes chemisches Treibmittel integriert. Das beschichtete Granulat wird dann in die zu füllenden Hohlstrukturen gegeben. Bei einer anschließenden Wärmebehandlung bei moderaten Temperaturen (ca. 140–180°C) erweicht der Klebstoff, schäumt auf und härtet aus. Je nach Dicke der Klebstoffbeschichtung und nach Treibmittelgehalt kommt es dabei zur Ausbildung verschiedener Hybridschaum-Strukturen (Abbildung 5).



Abbildung 4: Aluminiumschaum-Granulat, links: vor der Beschichtung, rechts: nach der Beschichtung mit Klebstoff

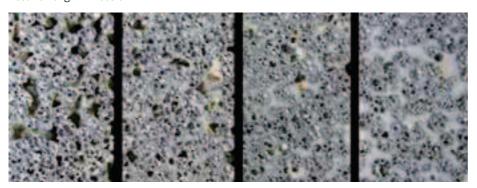


Abbildung 5: Aluminium-Epoxidharz-Hybridschaumstrukturen, ausgehend von verschiedenen Beschichtungsdicken des Klebstoffs auf dem Aluminiumschaum-Granulat

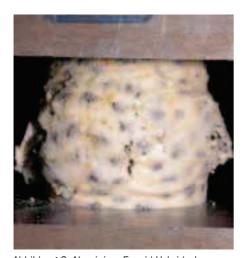


Abbildung 6: Aluminium-Epoxid-Hybridschaum-Probekörper im quasistatischen Druckversuch nach einem Deformationsweg von 40% der Ausgangslänge des Probekörpers

#### Eigenschaften und Anwendungen

Ein wesentliches Zielanwendungsgebiet für Schäume ist die Absorption von Stossenergie, Beispiele hierfür sind EPS-Schäume in der Verpackungsindustrie oder Aluminiumschäume in Frontstrukturen von Schienenfahrzeugen [5]. Die entsprechenden Materialkenngrößen werden in quasistatischen oder dynamischen Druckversuchen gewonnen.

Die neuentwickelten Aluminium-Polymer-Hybridschäume zeigen hierbei auch bei großen Deformationswegen einen guten Zusammenhalt der Metall- und Polymerkomponenten (Abbildung 6), sowie sehr schön ausgeprägte Spannungsplateaus über weite Verformungsbereiche (Abbildung 7). Diese guten Materialeigenschaften äußern sich dann auch in dem-

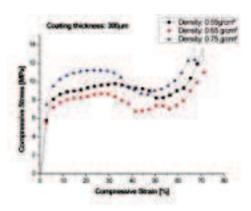


Abbildung 7: Spannungs-Stauchungs-Diagramme von Aluminium-Epoxidharz-Hybridschaumproben in Abhängigkeit der Dichte des Aluminiumgranulats

entsprechend guten Kennwerten wie der massespezifischen Energieabsorption und der Absorptionseffizienz, welche im Bereich von 80–90% liegt.

Im Vergleich zu einfach geklebten Al-Schaumgranulaten konnten durch die anders gearteten mechanischen Anbindungsverhältnisse zwischen den Granulat-Kugeln im Hybridschaum wichtige mechanische Eigenschaften wie die gewichtsspezifische Energieaufnahme verbessert werden.

Hierdurch und durch die einfache Anwendungstechnologie eröffnen sich neue Anwendungsbereiche für Aluminiumschäume, insbesondere auch in Bereichen des Leichtbaus und der Crashsicherheit von Kraftfahrzeugen.

### Literatur:

[1] J. Banhart, H.W. Seeliger: Aluminium foam sandwich panels: metallurgy, manufacture and applications, in: Porous metals and metallic foams, Proc. Metfoam 2007, Ed. L.P. Lefebvre, J. Banhart, D.C. Dunand, S. 3–6.

[2] A.G. Hanssen, K. Stöbener, G. Rausch, M. Langseth, H. Keller: Optimisation of energy absorption of an A-pillar by metal foam insert, Int. J. Crashworthiness, Bd. 11, Nr. 3, 2006, S. 231–241.

[3] D. Lehmhus, J. Baumeister, M. Haesche, K. Stöbener, J. Weise, D. Lange, N. Meyer: Paths toward cost reduction in precursor material based aluminium foam production, 11th Intern. Conf. on Aluminium Alloys ICAA, 22.-26.09.2008, Aachen.

[4] K. Stöbener, J.Baumeister, G. Rausch, M. Busse: Metal Foams with Advanced Pore Morphology (APM), High temperature materials and processes Bd. 26, Nr. 4, 2007, S. 231–237.

[5] G. Rausch, K. Stöbener: Improving Structural Crashworthiness Using Metallic Foams, in: Porous metals and metal foaming technology, Proc. MetFoam 2005, Ed. H. Nakajima, N. Kanetake, S. 1–4.