

Noch weniger Gewicht

Füllstoffe. Das SMC-Verfahren ermöglicht die Fertigung von maßhaltigen Bauteilen mit glänzenden Oberflächen in mittleren bis großen Serien und birgt ein beachtliches Leichtbaupotenzial. Durch die richtige Wahl der SMC-Füllstoffe kann aufgrund ihres hohen Volumenanteils noch mehr Gewicht reduziert werden. Geblähtes Perlite kann hier eine wirtschaftliche Alternative gegenüber etablierten Leichtfüllstoffen wie Mikrohohlglaskugeln darstellen.

**CHRISTOPH KECKL
JAN KUPPINGER
FRANK HENNING**

Bauteile aus Sheet Molding Compound (SMC) sind im Automobil- und Nutzfahrzeugbau (Titelbild) weit verbreitet. Das Verfahren ermöglicht glänzende Oberflächen und ist gleichzeitig kosteneffizient bei der Herstellung von mittleren bis großen Stückzahlen [1]. In einer für Class A- oder Semistrukturanwendungen eingesetzten Materialzusammensetzung (Bild 1) weist der Werkstoff üblicherweise eine Dichte von circa

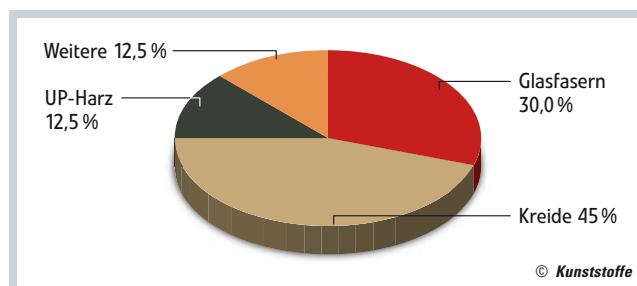


Bild 1. Materialbestandteile von SMC für Class A-Anwendungen

1,9 g/cm³ auf. Die relativ hohe Dichte im Vergleich zu anderen Glasfaserverbundwerkstoffen ist maßgeblich auf den hohen Anteil von Füllstoffen am Gesamtvolumen des SMC zurückzuführen. Füllstoffe, z. B. Kreide oder Talkum, sind jedoch notwendig, um ein homogenes Fließen des SMC beim Heißpressen zu er-

zielen sowie zur Realisierung der geforderten Oberflächengüte (Class A) [2, 3].

Durch den Einsatz beispielsweise von Mikrohohlglaskugeln in Kombination mit Kreide kann die Gesamtdichte des Werkstoffs auf etwa 1,4 g/cm³ deutlich herabgesetzt werden, bei einer gleichbleibenden Class A-Qualität [3, 4].

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU111589

Zur Realisierung von Class A-Anwendungen können die relativ großkörnigen Leichtfüllstoffe nicht ausschließlich eingesetzt werden, da daraus sonst Bauteiloberflächen mit hoher Welligkeit resultieren würden. Damit eine glatte Bauteiloberfläche entstehen kann, werden die Leichtfüllstoffe mit feinkörnigen Füllstoffen, z. B. gemahlene Kreide, vermischt.

Innerhalb des vom Land Baden-Württemberg und der Europäischen Union geförderten Verbundprojekts „TC²“ werden am Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT), Pfinztal, u. a. bisher nicht etablierte Leichtfüllstoffe für den SMC-Prozess untersucht. Vorrangiges Ziel ist es hierbei, die gewichtsspezifischen mechanischen Eigenschaften des Werkstoffs zu erhöhen und gleichzeitig eine möglichst gute Oberflächenqualität der resultierenden Bauteile zu erreichen.

Hohlpartikel durch Blähen

Wie bei den meisten Leichtfüllstoffen für SMC liegen die Füllstoffpartikel in Hohlkörperform vor. Die Herstellung dieser Hohlpartikel erfolgt beispielsweise durch Glühen des gemahlene Perlits, sodass sich durch thermische Ausdehnung ein Hohlkörper bildet [5]. Bei dem geblähten Perlit Microfill 43H von der Kerapor GmbH, Weinheim, das für die Untersuchungen herangezogen wurde, weisen die Hohlpartikel teils Zerstörungen in der Struktur als auch einen Feinanteil auf (Bild 2). Dadurch ergibt die Dichtemes-

sung mittels Heliumgaspyknometrie lediglich eine effektive Dichte von 0,95 g/cm³. Diese Beschädigungen an den Hohlpartikeln entstehen durch den Blähprozess. Durch Trennen der beschädigten Partikel von den unversehrten Hohlpartikeln kann eine Dichte von ca. 0,65 g/cm³ erreicht werden.

Die vergleichsweise betrachteten Mikrohohlglaskugeln des Typs im 16K von der 3M Deutschland GmbH, Neuss, weisen eine Dichte von 0,47 g/cm³ auf. Die Kreide Millicarb von der Omya GmbH, Köln, als massiver Feinfüllstoff liegt hier

i Kontakt

Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT)
Polymer Engineering
D-76327 Pfinztal
TEL +49 721 4640-511
→ www.ict.fraunhofer.de

bei einem Wert von 2,70 g/cm³. Bild 3 zeigt Rasterelektronenmikroskop (REM)-Aufnahmen der eingesetzten Füllstoffe.

Kombination für Class A-Qualität

Für weitergehende Untersuchungen wurde der Füllstoff als Ersatz für die Mikrohohlglaskugeln einer Class A-Rezeptur verwendet (Tabelle 1), um das Potenzial

hinsichtlich der erzielbaren mechanischen und optischen Bauteileigenschaften abzuschätzen.

Zur Eignungsuntersuchung des alternativen Füllstoffs wurde eine SMC-Ausgangsrezeptur, deren Gewichtsreduktion auf Mikrohohlglaskugeln basiert, mit Class A-Eigenschaften gewählt (SMC 1). In einem zweiten Schritt wurde dieser Formulierung anstatt der Mikrohohlglaskugeln geblähtes Perlit beigemischt (SMC 2). Um ähnliche Verarbeitungseigenschaften zu gewährleisten, war für die Zumischungsmenge des geblähten Perlits hier eine gleichbleibende Pastenviskosität bezüglich des SMC 1 maßgeblich. Dadurch, als auch durch die unterschiedlichen Füllstoffdichten, ergeben sich unterschiedliche Rohstoffzusammensetzungen.

Nach der für die SMC-Verarbeitung notwendigen Reifezeit wurden die Halbzuge im Fließpressverfahren zu Probeplatten verarbeitet. Aus den hergestellten Probeplatten wurden mittels Wasser-

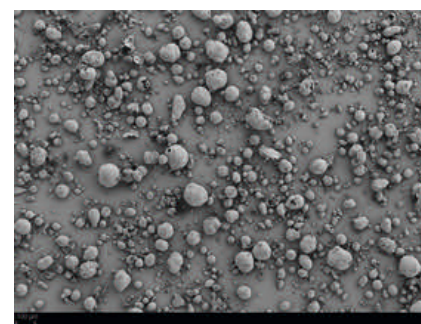


Bild 2. REM-Aufnahme von geblähtem Perlit mit sichtbarem Feinanteil und teils beschädigten Hohlpartikeln

strahlschneiden Probekörper für die Biegeprüfung (nach DIN EN ISO 14125) und Schlagzähigkeitseigenschaften (nach DIN EN ISO 179-1) entnommen. Zudem wurden die Probeplatten hinsichtlich der Oberflächenwelligkeiten mittels Deflektometrie (Typ: Qualisurf, Hersteller: Visuol Technologies, Saint-Étienne/Frankreich) untersucht. Bei der Deflektometrie wird ein Streifenmuster auf die spiegelnde Bauteiloberfläche projiziert und das reflektierte Muster durch eine Kamera erfasst. Mittels Bildanalyse können die Krümmungswerte bzw. Welligkeiten ermittelt werden.

Tabelle 2 führt die Ergebnisse der Biegefestigkeit, der Biegesteifigkeit, der Schlagzähigkeit sowie der ermittelten Dichte auf. Die mechanischen Kennwerte des SMC 2 liegen auf einem in etwa gleichen Niveau wie die des SMC 1. Die geringfügig höhere Biegefestigkeit und -steifigkeit von

| Rohstoff | Gewichtsanteile [%] | | Volumenanteile [%] | |
|---|---------------------|-------|--------------------|-------|
| | SMC 1 | SMC 2 | SMC 1 | SMC 2 |
| UP-Harz und Additive | 29,6 | 32,3 | 40,4 | 49,8 |
| Füllstoff Kreide | 26,4 | 28,9 | 14,7 | 18,1 |
| Leichtfüllstoffe Mikrohohlglas im 16K Geblähtes Perlit Microfill 43H | 7,2 | 6,1 | 23,6 | 10,8 |
| Glasfasern 1 Zoll | 36,8 | 32,7 | 21,3 | |

Tabelle 1. Untersuchte SMC-Rezepturen

| Gefülltes SMC | Biegefestigkeit [MPa] | Biegemodul [GPa] | Schlagzähigkeit [kJ/m ²] | Dichte der Probenplatte [g/cm ³] |
|------------------------------|-----------------------|------------------|--------------------------------------|--|
| SMC 1 Mikrohohlglaskugeln | 113 | 8,3 | 53 | 1,50 |
| SMC 2 Geblähtes Perlit | 125 | 10,1 | 54 | 1,76 |

Tabelle 2. Darstellung ausgewählter mechanischer Eigenschaften von SMC mit geblähtem Perlit und Mikrohohlglaskugel

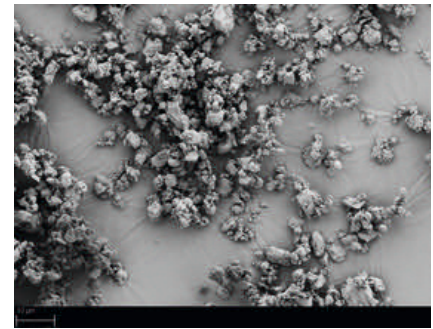
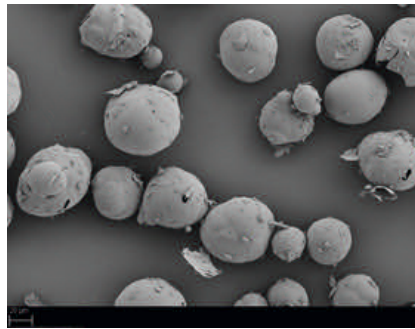
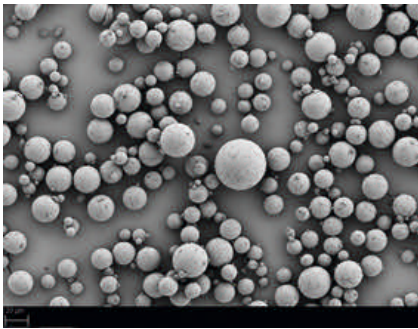


Bild 3. REM-Aufnahmen ausgewählter Füllstoffe für die SMC-Verarbeitung (links: Mikrohohlglaskugeln im 16K, Mitte: geblähtes Perlit Microfill 43H; rechts: Kreide Millicarb)

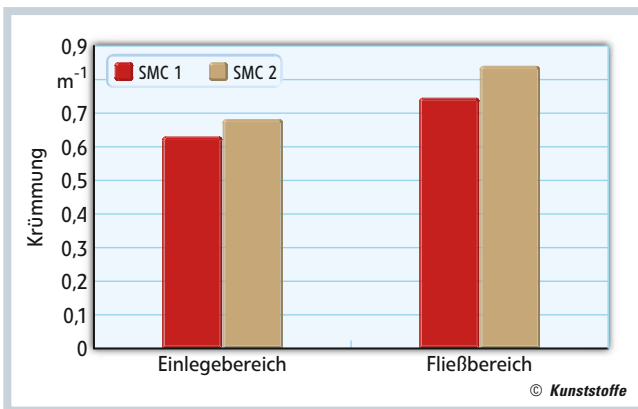


Bild 4. Krümmungswerte der SMC-Bauteiloberflächen für geblähtes Perlit (SMC 1) und Mikrohohlglas (SMC 2)

SMC 2 im Vergleich zu SMC 1 ist durch den insgesamt etwas höheren Harzanteil im Gesamtvolumen zu erklären, wodurch eine bessere Faseranbindung begünstigt wird. Die geringe Bauteildichte, die durch die Mikrohohlglaskugeln erzielt wird (SMC 1), erreicht SMC 2 wegen der höheren Dichte von geblähtem Perlit nicht.

Die deflektometrisch gemessenen Welligkeitswerte der Bauteiloberflächen für Einlegebereich und Fließbereich stellt **Bild 4** dar. Diese zeigen leicht schlechtere Welligkeitseigenschaften für das SMC 2 mit geblähtem Perlit – sie befinden sich aber dennoch in einem Bereich, der auf eine Eignung als Class A-Werkstoff schließen lässt.

Fazit

Auch wenn durch geblähtes Perlit die hervorragenden optischen Eigenschaften und Dichtewerte im Bauteil wie beim Einsatz von Mikrohohlglaskugeln bisher nicht ganz erreicht werden, kann geblähtes Perlit eine interessante Alternative als Leichtfüllstoff für SMC-Bauteile darstellen. Ein noch besserer Beitrag zum Leichtbau kann durch ein Abtrennen des Feinanteils und beschädigter Hohlpartikel erreicht werden, eine Verringerung der Bauteilwelligkeit voraussichtlich durch Sieben in Fraktionen mit Partikelgrößen kleiner als 100 µm. Dadurch er-

gibt sich ein rechnerisches Gewichtsreduktionspotenzial für den entsprechenden SMC-Werkstoff auf etwa 1,45 g/cm³. ■

DANK

Die vorgestellten Untersuchungen wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens „Technologie-Cluster Composites EFRE SMC“ durchgeführt. Dieses Vorhaben wird durch die Europäische Union – Europäischer Fonds für regionale Entwicklung – sowie das Land Baden-Württemberg gefördert.

LITERATUR

- 1 McConnell, V. P.: SMC Has Plenty of Road to Run in Automotive Applications. Reinforced Plastics, 2007
- 2 Kia, H. G.: Sheet Moulding Compounds. Science and Technology. München: Hanser, 1993, S. 95–114
- 3 Gregl, B., Larson, L., Sommer, M., Lemkie, J.: Formulation advancements in hollow-glass filled SMC. s.l. SAE Technical paper series, no 1999-01-0980; 1999
- 4 Seats, R. L.; Fisher, D. H.; Twardowska, H.: Tough, Low Mass SMC Development for Transportation Applications. In: Composites Research Journal; 2007; S.30–35
- 5 EP 2101942 B1. Glühverfahren für geblähtes Perlit (2008). Nelson, Christopher R.

DIE AUTOREN

DIPL.-WI.-ING. CHRISTOPH KECKL, geb. 1982, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Polymer Engineering am Fraunhofer Institut für Chemische Technologie, Pfinztal.

DR.-ING. JAN KUPPINGER, geb. 1981, ist stellvertretender Produktbereichsleiter Polymer Engineering am Fraunhofer Institut für Chemische Technologie, Pfinztal.

PROF. DR.-ING. FRANK HENNING, geb. 1969, ist Produktbereichsleiter Polymer Engineering und stellvertretender Institutsleiter des Fraunhofer Institut für Chemische Technologie, Pfinztal.

SUMMARY

EVEN LIGHTER

LIGHTWEIGHT FILLERS. The SMC process permits production of moderate to large quantities of dimensionally accurate parts with a high-gloss surface and has significant potential for manufacturing lightweight parts. With proper selection of SMC fillers, the weight of these parts can be reduced even further, because of the high volume taken up by the fillers. Expanded perlite can offer an economical alternative to established lightweight fillers such as hollow glass microspheres.

Read the complete article in our magazine

Kunststoffe international and on

www.kunststoffe-international.com