

Kooperation bei Kompositen

Nach der Glasindustrie hat nun auch die Aluminiumindustrie „Fortadur“, ein faserverstärktes Glas von Schott Medica, entdeckt. Neue Forschungsergebnisse lassen zudem hoffen, dass die Komposite eine vielversprechende Zukunft vor sich haben.



► Vor einigen Jahren hat die Schott-Forschung einen neuen Werkstoff entwickelt, der heute – von Schott Medica produziert und vertrieben – unter dem Markennamen „Fortadur“ wachsenden Erfolg verzeichnet. Bei dem ungewöhnlichen Material handelt es sich um ein faserverstärktes Glas, wobei die keramischen Fasern entweder aus Kohlenstoff (C) oder Siliziumcarbid (SiC) bestehen. Dank dieser eingebauten „Verstärker“ entsteht ein Glas mit maßgeschneiderten Eigenschaften, die sonst nicht gerade typisch sind für den spröden Stoff: „Die Komposite weisen eine einzigartige Bruch- und Biegefestigkeit auf“, bestätigt Hans-Hermann Leiß, Produktionsleiter bei Schott Medica GmbH in Wertheim. Darüber hinaus besitzt „Fortadur“ eine sehr hohe Temperaturwechselbeständigkeit und verträgt je nach Glas- und Fasertyp Temperaturen in Luft von 450°C („Duran“/C) bzw. bis zu 1.200°C (Glaskeramik/SiC).

Interessante Einsatzfelder

Als erste Branche hat sich die Glasindustrie das große Potenzial der neuen Werkstoffklasse zunutze gemacht. Beim Handling heißer Teile beispielsweise in der Flaschenfertigung gibt es eine ganze Reihe von Werkzeugen und Maschinenelementen, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Sie müssen robust sein, gute Standzeiten bieten und keine Spuren auf den Glasprodukten hinterlassen. Die Anforderungen bei der Produktion von Flaschen und

Gläsern sind enorm, denn hier sind Stückzahlen von drei bis fünf Millionen Einheiten pro Tag die Regel. In diesem Umfeld ist faserverstärktes Glas, aus dem Greifer, Schieber, Rechen und Transporteinrichtungen gefertigt werden, eine sehr gute Wahl. Metalle kommen für derartige Aufgaben nicht in Frage, weil sie den Flaschen zu viel Wärme entziehen und so Risse entstehen können. Eine Alternative ist Graphit, dieser Werkstoff

ist aber zerbrechlich. Einsatzort von „Fortadur“ sind nicht nur die Glashütten selbst, sondern auch weiterverarbeitende Betriebe, in denen das Glas im formbaren Zustand gehandhabt werden muss.

Was sich bei Glas bewährt hat, lässt sich auch auf andere Materialien wie Keramik und Metalle übertragen. So setzt inzwischen auch die Aluminiumindustrie die Komposite



„Fortadur“ weist eine sehr gute Bruch- und Biegefestigkeit auf, verträgt Temperaturen bis zu 1.200°C und ermöglicht die Herstellung von Bauteilen in komplexen Geometrien.

Die Endlosfasern werden in einem Wirbelbad mit Glaspulver beschichtet und auf einer Folie zu breiten Bändern gewickelt.



ein. Hier schlägt positiv zu Buche, dass „Fortadur“ nicht von dem Metall benetzt wird, das als besonders leichter Konstruktionswerkstoff vor allem im Automobilbau, in Luft- und Raumfahrt oder bei Schienenfahrzeugen an Bedeutung gewinnt.

Mit dem Verbundwerkstoff werden Prozesse beschleunigt, weil Umrüstzeiten verkürzt und Standzeiten verlängert werden. Der Einstieg in den Aluminiumbereich ist bei der Produktion von Kolbenringen gelungen, weitere Anwendungen sind Haken, Rührer oder Schöpflöffel. „Wir liefern in der Tat immer mehr in die Aluminiumindustrie. „Fortadur“ ist ein gutes Produkt, bestätigt Geschäftsführer Armin Reiche von

Schott Medica, wo eine der größten Heißpressen der Welt steht. Sie ist für den wichtigsten Prozessschritt verantwortlich.

Beim Einsatz von Endlosfasern werden diese zunächst in einem Wirbelbad mit Glaspulver beschichtet, auf Trommeln dann zu breiten Bändern gewickelt und in definierte Abschnitte, die sogenannten „Tapes“, gekürzt. Diese Tapes werden dann in Stapeln (Prepregs) vorgetrocknet und anschließend im Zweierpack bei 1.000°C und 100 Atmosphären Druck zum fertigen Komposit nahezu porenfrei verschmolzen. Dies geschieht mit einem Ober- und Unterstempel, das Verdichtungsverhältnis beträgt etwa 1:4.

Ziel: Günstigere Herstellmethoden

Bei aller Freude über das Glas der besonderen Art, ein Nachteil ist noch nicht befriedigend behoben: Die Siliziumcarbid-Fasern, die von zwei Firmen in Japan (UBE und Nippon Carbon) hergestellt werden, sind sehr teuer. Doch das Technologieunternehmen Schott betreibt gleich mehrere Strategien, um günstigere Lösungen zu erreichen. So wurde ein neues Herstell-

ungsverfahren entwickelt, bei dem nicht mehr gewickelte Endlos-, sondern kurze Wirrfasern von rund einem Zentimeter Länge zum Einsatz kommen. Das ermöglicht einen Technologiesprung, weil zum einen die Produktionskosten sinken, zum anderen isotrope, d.h. in alle Richtungen gleiche Eigenschaften erzielt werden, wobei die guten Festigkeitsmerkmale annähernd identisch bleiben. Dank der Isotropie sind zudem andere Geometrien möglich, was das Anwendungspotenzial weiter erhöht. „Inzwischen arbeiten wir zu 80 bis 85 % mit den Wirrfasern“, so Leiß.

Einen anderen Weg beschreitet das Fraunhofer-Institut für Silicidforschung (ISC) in Würzburg unter Leitung von Prof. Dr. Gerd Müller, mit dem auch Schott zusammenarbeitet. Marktgängige Verstärkungsfasern sind für die angestrebten Einsatzfälle oft zu teuer. Deshalb arbeitet das ISC insbesondere an Fasertypen, die preislich günstiger sein sollen. Gearbeitet wird so beispielsweise an SiBN_3C -Fasern, die neben Silizium die Elemente Bor, Stick- und Kohlenstoff enthalten. Sie unterscheiden sich von bisherigen Siliziumcarbid-Typen durch eine bessere Oxidations- und Temperaturbeständigkeit.

Gute Ausgangsposition

„Fortadur“ weist durch den hohen Faseranteil von 40 %, ganz gleich ob mit Siliziumcarbid- oder Kohlenstoffverstärkung, eine nahezu schwarze Farbe auf. Composite, die transluzent oder sogar transparent wären,



Einen Technologiesprung bedeutet der Einsatz von Wirtfasern. Komposite lassen sich im Vergleich zu Endlosfasern nicht nur wirtschaftlicher fertigen, sondern erlauben darüber hinaus aufgrund der erzielten isotropen Eigenschaften andere Bauteil-Geometrien.



hätten ein deutlich größeres Einsatzpotenzial, zum Beispiel für durchwurf- oder durchschuss-hemmende Scheiben. „Dazu ist es notwendig, dass Glas und Faser identische Brechungsindizes haben“, erläutert Schott-Materialexperte Prof. Dr. Wolfram Beier. Entsprechende Möglichkeiten lotet die Technische Universität Ilmenau im Verbund mit der Universität Chemnitz und der Bergakademie Freiberg aus; die Arbeiten werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert.

Im diesem Bereich gibt es viele Optionen: So untersucht Schott selbst den Einsatz von Aluminosilikatgläsern und der „Ceran“ Glaskeramik für die Faserverstärkung. Auch weitere Anwendungsbereiche deuten sich an. So ließen sich beispielsweise Kupplungsscheiben oder -beläge ebenso aus faserverstärktem Glas herstellen wie Bremscheiben und -beläge. Derartige Komponenten könnten nicht nur im Straßen-, sondern auch im Schienenverkehr für Hochleistungszüge wie ICE, TGV oder Shinkansen Einsatz finden. Die Vorteile liegen auf der Hand: Bauteile dieser Art zeichnen sich durch ihre Temperaturbeständigkeit, hohe Reibwerte, geringen Verschleiß, gutes Komfortverhalten und gegenüber keramischen Alternativen günstigen Preis aus. Vor diesem Hintergrund ist die Aussage sicher zulässig: Die Zukunft faserverstärkter Gläser hat gerade erst begonnen. Und Schott hat in diesem Bereich eine sehr gute Ausgangsposition: „Denn wir haben als einziges Unternehmen bereits verkaufbare Produkte“, freut sich Armin Reiche. ◀

Faserverstärkte Werkstoffe:

Bald transluzent oder transparent?

„Die Untersuchungen haben gezeigt, dass eine weitgehende Übereinstimmung der optischen Eigenschaften der Verbundkomponenten primär Voraussetzung für Transluzenz ist“, erklärt Prof. Dagmar Hülsenberg, Leiterin des Instituts für Werkstofftechnik der TU Ilmenau. Die Herstellung solcher Composite ist allerdings eine Gradwanderung, weil eine Optimierung der zunächst widersprüchlichen Anforderungen an die gewünschte maximale Verstärkung einerseits und die bestmögliche Durchsichtigkeit andererseits erforderlich ist. Erleichtert wird dieser Weg dadurch, dass man Zwischenschichten zum Beispiel aus Titanoxid oder Bornitrid mittels CVD-Verfahren (Chemical Vapor Deposition) auf die Fasern aufbringt. Die Erhöhung von Festigkeit und Bruchzähigkeit ist an die Wirksamkeit unterschiedlicher Verstärkungsmechanismen geknüpft. Hierbei übernimmt die Zwischenschicht, etwa in der Stärke von 30 Nanometern (Milliardstel Meter), eine Schlüsselrolle.

Um transparente, extrem widerstandsfähige Materialien geht es auch im Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Sinterwerkstoffe (IKTS) in Dresden. Ursprünglich ging es um die Entwicklung von Kolben für Halogenlampen, die durch das heiße Plasma stark beansprucht sind. Selbst Quarzgläser und bisher verwendete Keramiken halten dem hohen Gasdruck nicht stand und können platzen. Das IKTS hat mit Aluminiumoxid, auch als Korund bekannt, eine Lösung gefunden. Wie seine farbigen Geschwister Saphir und Rubin schmilzt Korund erst oberhalb von 2.000°C, doch kann er nicht einfach – wie bei Gläsern üblich – geschmolzen und anschließend in Form gegossen oder geblasen werden. Da die erstarrte Schmelze kristallisiert, resultieren ungünstige mechanische Eigenschaften. Deshalb verwendet man eine Temperatur etwa 200 K unterhalb des Schmelzpunktes, bei der die Pulverkörnchen sintern, also oberflächlich verbacken. Die Partikel werden dadurch größer – durch die Porigkeit streut das Licht, deshalb sind diese Hochleistungskeramiken meist trüb wie Milchglas.

Einen Ausweg haben die „Fraunhofer“ im Rahmen des EU-Projektes „Starelight“, gefunden. „Entscheidend für die Transparenz ist zunächst, dass ein Rohstoff mit Korngrößen deutlich unter einem Drittel Mikrometer eingesetzt wird. In der fertigen Keramik sind sie nicht wesentlich größer als ein halber Mikrometer. Daher wird das Licht kaum gestreut“, betont Dr. Andreas Krell, Projektleiter des IKTS. Möglich wird dies bei einer um 600 K niedrigeren Sinter Temperatur als bisher. „Wir konnten die Prozesse so aufeinander abstimmen, dass die Keramik trotz dieser niedrigeren Temperatur am Ende nahezu porenfrei ist. Transparenz und hohe Festigkeit sind die Folge“, so Krell. Dieser interessante Ansatz mit Nanopulvern ließe sich möglicherweise auch auf andere Systeme, wie faserverstärkte Gläser, übertragen.



Die Zukunft: Transparente und sehr widerstandsfähige Materialien, die im Rahmen eines EU-Projektes untersucht wurden.