

» Ultraleichte Strukturbauteile mit hochverstärkter Randschicht

Thermoplast-Schaumspritzgiessen

Der Trend zum Leichtbau ist branchenübergreifend weiterhin ungebrochen. Kunststoffe spielen hierbei aufgrund ihrer geringen Dichte eine wichtige Rolle und ersetzen dabei immer mehr auch Metalle. Möglichkeiten zur Umsetzung einer Leichtbaustrategie erstrecken sich dabei vom Einsatz endlosfaserverstärkter Duroplast- bis hin zu kurzfaserverstärkten Thermoplastbauteilen. Durch Kombination des Thermoplast-Schaumspritzgiessens (TSG) und dem Hinterspritzen von endlosfaserverstärkten Tapes können leichte Strukturbauteile in hohen Stückzahlen wirtschaftlich realisiert werden.

» **Curdin Wick¹,
Prof. Dr. Gion Andrea Barandun²**

Der strukturelle Leichtbau mit Kunststoffen wird weiterhin an Bedeutung gewinnen, da in vielen Branchen, aber insbesondere in allen Bereichen des Transportwesens, Gewicht eingespart werden soll. Leichtere Fahrzeuge verbrauchen weniger Treibstoff und stossen dadurch weniger CO₂ aus. Kunststoffbauteile an sich bringen bereits erhebliche Gewichtsreduktionen. Durch die Realisierung von geschäumten Bauteilen kann hier ein zusätzlicher Beitrag geleistet werden. Die Gewichteinsparung bedeutet natürlich gleichzeitig auch einen geringeren Verbrauch an Rohmaterial. Ziel ist die Herstellung von Integralschäumen aus Thermoplasten, die durch ihren sandwichähnlichen Aufbau ein sehr hohes Leichtbaupotenzial bei gleichzeitig sehr hoher Biegesteifigkeit bieten. Unter Integralschäumen versteht man Schaumstrukturen mit einer kompakten Aussenhaut und einem porösen Kern. Dabei nimmt die Dichte in Richtung der Bauteilmitte kontinuierlich ab. Ein bedeutendes Verfahren zur Herstellung sogenannter Integralschäume ist das Thermoplast-Schaumspritzgiessen (TSG). Die Schaumstruktur kann dabei durch chemische und physikalische Treibmittel erzielt werden. Auch eine Kombination der beiden Verfahrensvarianten ist möglich, wodurch besonders

¹ Curdin Wick, IWK, Fachbereichsleiter Spritzgiessen, curdin.wick@ost.ch
² Prof. Dr. Gion Andrea Barandun, IWK, Fachbereichsleiter Faserverbundtechnik/Leichtbau, gion.barandun@ost.ch

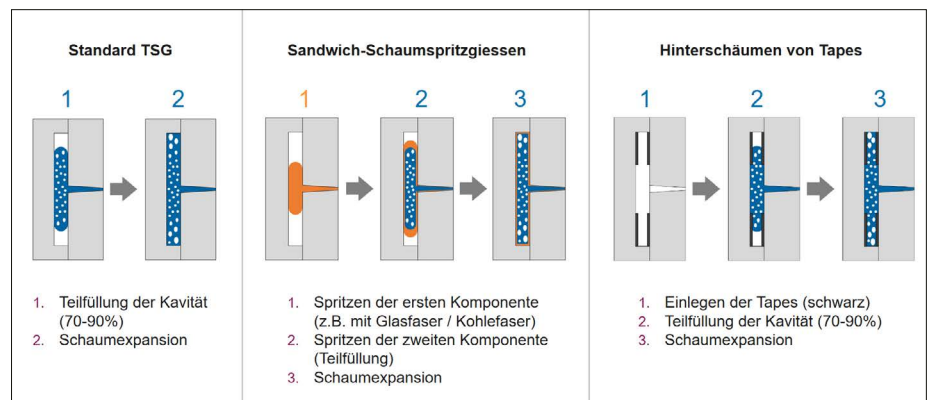


Bild 1: TSG-Verfahrensvarianten zur Realisierung biegesteifer Bauteile. (Bilder: IWK)

hohe Gewichtsreduktionen erzielt werden können. Vorteile dieser Spritzgiessbauteile sind ihre geringe Dichte bei guten mechanischen Eigenschaften, die Funktions- und Prozessintegrationsmöglichkeiten sowie die Designfreiheit bei der Gestaltung.

TSG-Verfahrensvarianten

Im Rahmen eines von der Innosuisse geförderten Projekts wird zusammen mit zwei Industriepartnern das Potenzial des TSG für diverse Materialien und Treibmittel (chemisch sowie physikalisch) untersucht. Mit verschiedenen Verfahrensvarianten werden dabei möglichst biegesteife Integralschäume realisiert. Verfahrensvarianten, welche detaillierter untersucht werden, sind neben dem Standard TSG mit einem Material, das Sandwichspritzgiessen mit zwei verschiedenen Materialien und das Hinterschäumen von endlosfaserverstärkten Tapes (Bild 1). Durch das Hinterschäumen von endlosfaserverstärkten Tapes können besonders biegesteife Bauteile realisiert werden, wie der Vergleich in Bild 2 zeigt.

TSG-Bauteile mit Tapeverstärkung

Eine mögliche Versagensursache solcher Sandwichstrukturen ist eine mangelnde Verbundhaftung zwischen den Deckschichten und dem geschäumten Kern, sprich eine Delamination. Um ein solches Versagen zu verhindern, soll die Verbundhaftung zwischen den Komponenten möglichst optimiert werden. Die Verbundhaftung kann über Schälversuche auf einer Zugprüfmaschine quantitativ bestimmt werden (Bild 3).

Als Prüfkörper dient ein speziell für diesen Test konzipiertes Bauteil. Im Spritzgiessverfahren wird dabei ein endlosfaserverstärktes Tape von zwei Seiten her hinterspritzt bzw. hinterschäumt, so dass in der Bauteilmitte das Tape freiliegend bleibt. Durch das freiliegende Tape ist ein sauberes Abschälen des Tapes möglich. Untersuchungen am IWK zeigten, dass folgende Grössen einen positiven Einfluss auf die Verbundhaftung zwischen Tape und geschäumtem Kunststoff haben:

- Eine hohe Aufheiztemperatur der Tape-

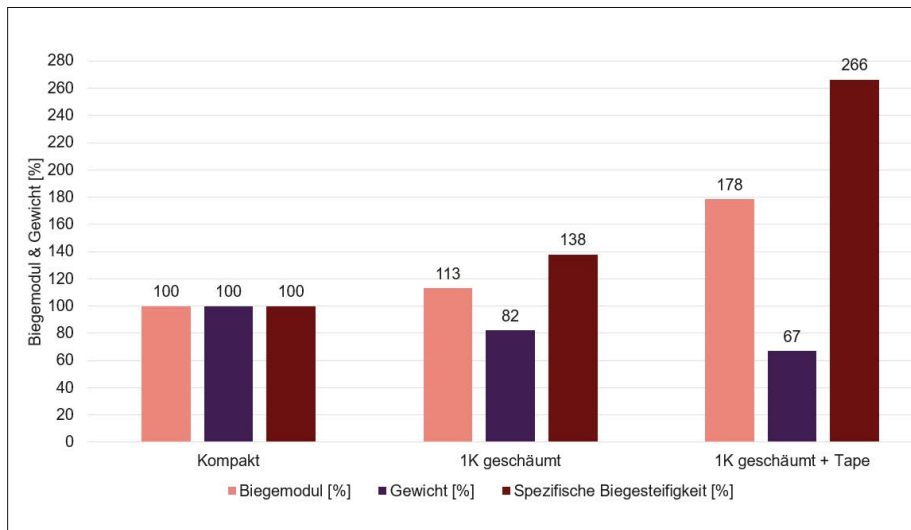


Bild 2: Erzielbare Gewichtsreduktionen und Biegemoduli mit dem TSG-Verfahren (Material: PPGF20)

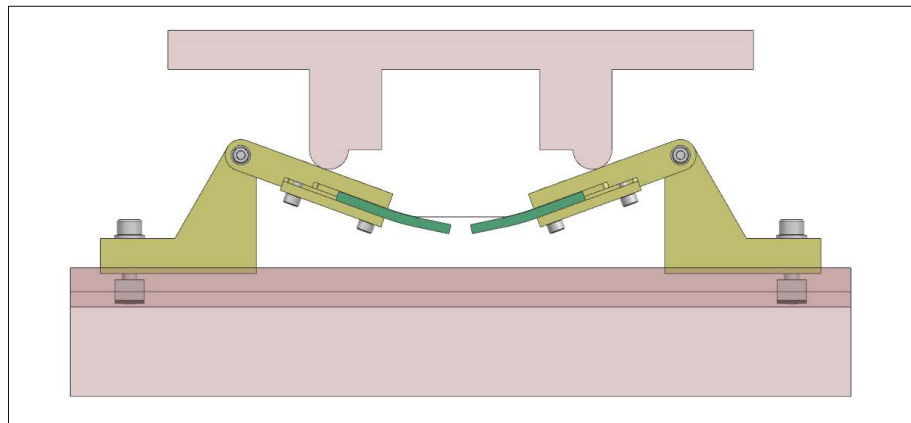


Bild 3: Vorrichtung zur Charakterisierung der Verbundhaftung

- Halbzeuge (> Schmelztemperatur der Tapematrix) und eine hohe Massetemperatur begünstigen die Adhäsionseigenschaften, primär aufgrund der höheren Beweglichkeit der Molekülketten.
- Durch eine tiefe Werkzeugtemperatur weisen die Bauteile eine kompakte Randschicht auf. Dies wirkt sich positiv auf die Grenzschicht und die Verbundhaftung aus.
 - Bei wenig gefüllten Materialien sollte eine tiefe Einspritzgeschwindigkeit gewählt werden. Bei hochgefüllten Materialien zeigt die Einspritzgeschwindigkeit keinen wesentlichen Einfluss.

Projektbeispiel Surffinne

Eine potenzielle Anwendung des Hinterschäumens von endlosfaserverstärkten Tapes ist die Surffinne, die aktuell von KWB in Buchs (SG) produziert wird (Bild 4). Es handelt sich um die erste

High-End-Surffinne, die im Spritzgießverfahren hergestellt und den technischen Anforderungen gerecht wird. Im Surfsport sind die Eigenschaften der Finne von immenser Wichtigkeit, ihr Verhalten im Wasser beeinflusst das gesamte Fahrverhalten des Surfbrettes. Der wichtigste Kennwert ist der sogenannte Flex (Biegesteifigkeit) der Surffinne. Ebenfalls sehr



Bild 4: Surffinne im Spritzguss hergestellt

wichtig ist das Gesamtgewicht des Surfbrettes und daher auch der einzelnen Komponenten. Um diese beiden Anforderungen an eine Surffinne zu erfüllen, werden herkömmliche Surffinnen unter anderem in Infusions- oder RTM-Prozessen mit duromeren Harzsystemen hergestellt, was allerdings entsprechend aufwendig und zeitintensiv ist.

Durch die Integration von unidirektionalen thermoplastischen Carbontapes in den Spritzgießprozess können ähnliche Eigenschaften, bei einem sehr viel effizienteren Herstellungsprozess, erzielt werden. Dabei werden die Carbontapes in das Spritzgießwerkzeug eingelegt und hinterspritzt. Die an den Aussenseiten liegenden Tapes bilden unter einer Biegebelastung ein Druck- und Zugband (Sandwichbauteil). Durch die Ausrichtung der Fasern sowie der Ausschnittgeometrie können die Eigenschaften ergänzend noch feinjustiert werden, zudem bleibt dank der geringeren Dichte des Kunststoffkerns das Gewicht der Finne niedrig.

Als nächster Optimierungsschritt soll das Gewicht der Finne weiter gesenkt werden. Dies kann erreicht werden, indem die Dichte der Kernkomponente minimiert wird. Dafür gibt es bei gleichbleibender Geometrie zwei Möglichkeiten: Entweder wird ein Materialwechsel zu einem Material mit einer geringeren Dichte vollzogen – dieses Material muss allerdings die gleiche Verbindung (Adhäsion) zu den Tapes sicherstellen, wie das bisherige Material. Die zweite Möglichkeit besteht darin, das bereits verwendete Material zu schäumen (TSG). Dadurch kann die Materialmenge und somit das Gewicht reduziert werden, ohne die strukturelle Mechanik der Surffinne signifikant zu verändern. Das Zug- und Druckband bleiben weiterbestehen und generieren so die hervorragenden Eigenschaften der Surffinne.

Kontakt

Prof. Dr. Gion Andrea Barandun
iwk Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung
OST Ostschweizer Fachhochschule
gion.barandun@ost.ch
www.ost.ch/iwk