



**Felix Flachmann, M.Sc.**

---

## Verbesserung des Füllverhaltens von naturfasergefüllten Schmelzen durch die Beigabe von Schaumbildnern im Spritzgießprozess

---

Naturfasergefüllte Kunststoffe, wie Wood-Plastic-Composites (WPC), eignen sich aufgrund der geringeren Dichte von Holz gegenüber mineralischen Füllstoffen hervorragend für den Einsatz als leichte Konstruktionswerkstoffe. Des Weiteren besitzen sie gegenüber reinem Holz eine höhere dreidimensionale Gestaltungsfreiheit und Feuchteresistenz. Im Vergleich zu Mono-Kunststoff weist WPC eine höhere Steifigkeit und einen geringeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf.

Neben den positiven Eigenschaften treten jedoch häufig Probleme bei der Verarbeitung von WPC mit einem Füllstoffgehalt oberhalb 40 Gew.-% beim Spritzgießprozess auf. Statt einer regulären Quellströmung sind während der Formteilkfüllung Fließanomalien oder Entmischung zu beobachten. Eine solche Entartung ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.



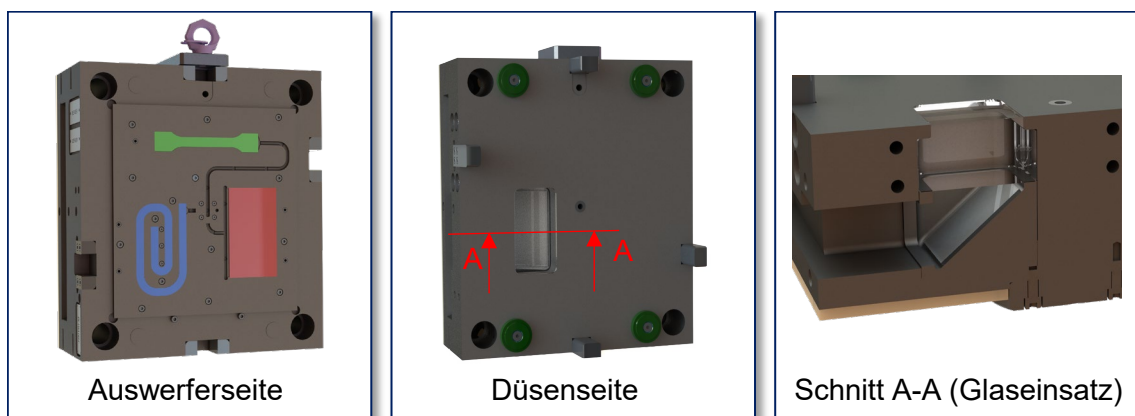
*Teilfüllung während Füllstudie mit Fließanomalien*

Das bereits abgeschlossene Forschungsvorhaben in Kooperation mit dem SKZ in Würzburg hatte zum Ziel, das Fließverhalten der hochgefüllten WPCs mittels Schaumbildner zu optimieren. Dazu wurde Treibmittel in die Schmelze eingebracht und gelöst, mit der Absicht deren Viskosität herabzusetzen. Unterschiedliche Treibmittel, die sich unter anderem durch die Art ihres Reaktionsmechanismus (endotherm, exotherm) unterscheiden, wurden beim Thermoplastischen Schaumspritzgießen (TSG) verarbeitet. Beim chemischen Schäumen wird das Treibmittel dem WPC als Masterbatch, in gebundener Form beigefügt, wobei beim physikalischen Schäumen das gasförmige Treibmittel ( $\text{CO}_2$ ) erst in der Plastifiziereinheit injiziert wird. Somit kann beim chemischen Schäumen eine konventionelle Anlagentechnik ohne zusätzliche Investition verwendet werden. Durch die Ausbildung einer Schaumstruktur wird außerdem eine Dichtereduktion der Bauteile erreicht, wodurch effektiver Leichtbau ermöglicht wird und Materialkosten einspart werden können. Ein weiterer Vorteil bei der Verwendung von Schaumbildnern ist der nicht benötigte Nachdruck, wodurch auch auf kleinen

Spritzgießmaschinen mit geringerer Schließkraft Bauteile mit relativ großen Projektionsflächen herstellbar sind.

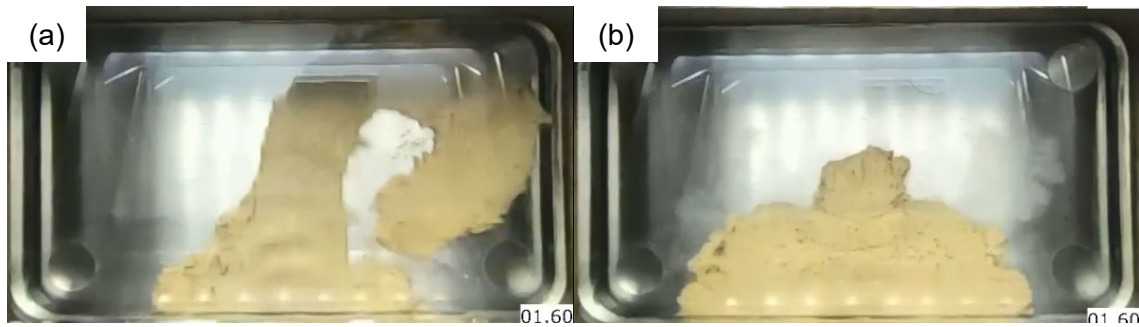
Untersuchungsgegenstände des Forschungsvorhabens waren die Schaumstruktur, das Formfüllverhalten und die Wirtschaftlichkeit geschäumter dickwandiger WPC-Bauteile. Dabei sollte der Einfluss unterschiedlicher Parameter analysiert werden. Es wurden WPC-Rezepturen, die sich durch Matrixmaterial, Holzpartikelgröße und Füllstoffgehalt unterscheiden, und verschiedene Treibmittel untersucht. Zusätzlich wurden Bauteilgeometrie sowie Prozessparameter, wie die Einspritzgeschwindigkeit und die Massetemperatur, variiert. Dabei musste ein Kompromiss zwischen guter Schaumbildung und geringer thermischer Schädigung der Holzfasern gefunden werden.

Da das Formfüllverhalten durch die expandierenden Treibmittel nicht mittels einer konventionellen Füllstudie bewertet werden kann, wurde ein neues Werkzeugkonzept entwickelt. Wie in der nachfolgenden Abbildung gezeigt, ermöglicht ein Glaseinsatz in Kombination mit einem Umlenkspiegel eine Echtzeitaufnahme der Formfüllung per Hochgeschwindigkeitskamera. Mit dem neuen Werkzeug können unter anderem eine Platte und Zugproben mit variierenden Dicken (6,8,10,12 mm) hergestellt werden. So kann der Einfluss der Bauteildicke auf die jeweiligen Zielgrößen berücksichtigt werden.



*CAD-Modell des Werkzeugs mit Glaseinsatz*

In der untenstehenden Abbildung sind zwei Standbilder der Aufnahmen, die mittels Hochgeschwindigkeitskamera aufgenommen wurden, zu sehen. Beide Bilder zeigen die gleiche WPC-Rezeptur mit 45 Gew.-%, groben Holzpartikeln und einem niedrigviskosen Polypropylen als Matrixmaterial bei identischen momentanen Einspritzvolumina. Auf der rechten Seite (b) wurde ein chemisches Treibmittel hinzugefügt, während auf der linken Seite (a) darauf verzichtet wurde. Die Variante mit Treibmittel zeigt eine geringere Ausprägung eines Freistrahls. Dieser positive Effekt auf den Füllvorgang wurde lediglich für niedrigviskose WPC-Rezepturen mit groben Holzpartikeln beobachtet. Aus diesem Grund wird weniger die viskositätssenkende Wirkung des Treibmittels, sondern eher dessen induzierter Gasdruck in die Schmelze als Ursache für die Verbesserung des Formfüllverhaltens vermutet. Der Gasdruck drückt vor allem niedrigviskosere Schmelzen gegen die Werkzeugwand und erhöht so die Reibung und reduziert Gleiten.



*Standbild von Videoaufnahmen des Füllvorgangs von WPC ohne (a) und mit (b) Treibmittel*

Da bei homogenen Querschnitten eine konstante Normalspannung bei Zugbelastung vorherrscht und sich durch die eingebrachte Zellstruktur die effektive Querschnittsfläche verringert sowie eine Kerbwirkung entsteht, verschlechtern sich die spezifischen Zugeigenschaften der geschäumten Proben. Bei einer Biegebeanspruchung hingegen ist die Spannung in der Mitte der belasteten homogenen Probe gleich null, während die Spannung in Richtung der Randfasern ansteigt. Durch den Einsatz von Treibmitteln entsteht eine Integralschaumstruktur, die in Bereichen der höchsten Beanspruchungen eine kompakte Randschicht besitzt und in den weniger beanspruchten mittigen Bereichen Poren aufweist. Dadurch können die spezifischen Biegeeigenschaften der geschäumten Proben mit den der kompakten mithalten und übertreffen diese sogar.

Abschließend wurde ein Richtlinienkatalog für die Verarbeitung von WPC mit Treibmitteln erstellt und in Form des Abschlussberichts interessierten Unternehmen zur Verfügung gestellt.

### **Danksagung**

Wir danken der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) (IGF-Nr. 20365 N) für die finanzielle Förderung der Arbeiten im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsförderung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Zudem bedanken wir uns für die Unterstützung der Unternehmen aus dem projektbegleitenden Ausschuss.