

Thermoplastische Composite-Hybride für die Serienanwendung

Jens Jung & Ralph Funck
ProfileComp GmbH
Marie-Curie-Str.11
67661 Kaiserslautern, Germany
www.profilecomp.de

Kurzfassung —Die vorliegende Veröffentlichung befasst sich mit dem Fertigungskonzept zur Herstellung eines Composite-Hybrid-Bauteils am Beispiel eines PKW-Dachspriegels. Im Fokus stehen die kontinuierlich faserverstärkten DExWin® Thermoplast-Profile zur lastpfadgerechten Verstärkung des Bauteils, die bei der ProfileComp GmbH mittels Pultrusionstechnologie hergestellt wurden.

Schlagworte —Thermoplastische Composite-Hybride, Endlosfaserverstärkte Thermoplaste, DExWin® Thermoplast-Profile, Pultrusion, Schmelzimpregnierung, UD Tapes & Profile

I. EINLEITUNG

Gegenwärtig kann branchenübergreifend eine steigende Nachfrage nach hochfesten CFK-Bauteilen (CFK steht als Abkürzung für Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe) beobachtet werden. Im Bereich Automotive sorgt vor allem BMW mit der i-Reihe für einen Kohlenstoff faserverstärkten Kunststoff -Boom. Erstmals gelang die Herstellung eines Fahrzeugs, dessen Karosserie zu großen Teilen aus CFK besteht, in einer mittleren Seriengröße von 10.000 p.A.. Bisher beschränkte sich der Einsatz von Faserverbundbauteilen im Automobilbereich auf auserlesene Sportwagen bzw. auf den Rennsport mit traditionell geringen Stückzahlen. Im Gegensatz zur Luft- und Raumfahrt oder dem Windenergiesektor ist im Automotive-Bereich die technische Notwendigkeit des Einsatzes von Faserverbundmaterialien nicht in dem Maße gegeben um entsprechende Mehrkosten für Gewichtseinsparungen zu akzeptieren. Daher bedarf es der weiteren Senkungen von Bauteilkosten, um hochfeste Faser-Kunststoff-Verbunde in High Volume – Anwendungen platzieren zu können. Kostenreduzierungen resultieren u.a. aus Prozessverbesserungen oder aus geschickten Gestaltungsansätzen (z.B. Composite-Hybride). [1] [2] [3]

II. COMPOSITE-HYBRID

A. Bauteilkonzept

Das Forschungsprojekt „MAI Skelett“ greift diese beiden Maßnahmen auf. Im Vordergrund des Projekts stand die Forderung zur Herstellung kostengünstiger CFK-Hochleistungsbauteile in hoher Stückzahl. Die Umsetzung erfolgte am konkreten Beispiel eines Dachspriegels durch die

Zusammenarbeit mehrerer Projektpartner aus unterschiedlichen Branchen:

- BMW (Projektleitung, Produktgestaltung und Umformung)
- CirComp / ProfileComp GmbH (Herstellung endlosfaserverstärkter DExWin® Thermoplast-Profile)
- Eckerle GmbH (Spritzgießen & Werkzeugbau)
- P+Z Engineering GmbH (Bauteilauslegung, Simulation und Optimierung)
- SGL-ACF (Herstellung Spritzgusscompound & Herstellung Carbonfasern)

Bei der Bauteilkonzipierung wurden alle drei klassischen Leichtbaupotentiale – Material-, Struktur- und Systemleichtbau – ausgeschöpft. Das Ergebnis ist ein Composite-Hybrid aus carbonfaserverstärktem Thermoplast in Skelettbauweise (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Composite-Hybrid aus carbonfaserverstärktem PA6

Entlang der Bauteillastpfade werden endlosfaserverstärkte DExWin® Thermoplast-Profile der ProfileComp GmbH eingesetzt. Aufgrund der unidirektionalen Ausrichtung der Carbonfasern kann die maximale Leistungsfähigkeit des Materials genutzt werden. Wie in Abbildung 2 zu erkennen ist, sind die Profile am Bauteilende zur exakten Abdeckung des Lastpfades zudem umgeformt. Umgeben werden die Profile von Spritzguss-compound, welches dank des gleichen Basismaterials eine ideale stoffschlüssige Anbindung der Verstärkungsprofile an die Rippenstruktur ermöglicht. Die Compoundierung des Spritzgussmaterials erfolgte auf Basis rezyklierter Carbonfasern.



Abbildung 2: Endlosfaserverstärkte DExWin® Thermoplast-Profile der ProfileComp GmbH entlang der Bauteillastpfade (rote Pfeile)

B. Fertigungskonzept

Neben dem Vorteil kurzer Zykluszeiten beim Verarbeiten von thermoplastischen Kunststoffen ist die Reduzierung auf wenige Prozessschritte ein entscheidender Faktor für die wirtschaftliche Herstellung des Dachspriegels aus CFK. Die Kernprozesse zur Produktion der Dachspriegel beschränken sich auf die Herstellung der endlosfaserverstärkten Thermoplast-Profile in einem einstufigen Fertigungsverfahren, dem Umformen dieser sowie dem anschließenden Hinterspritzen zum fertigen Bauteil. Sowohl die kontinuierliche Herstellung des endlosfaserverstärkten Thermoplast-Profils, der Umformprozess als auch der Spritzgussprozess einschließlich des Handlings der umgeformten Profile sind automatisiert.

III. HERSTELLUNG UD-PROFILE

Die endlosfaserverstärkten Thermoplast-Profile werden mit Hilfe eines kontinuierlichen Pultrusionsprozesses (DExWin®-Prozess, siehe Abbildung 3) bei der Fa. ProfileComp hergestellt. Dabei werden die Rovings mit plastifiziertem Kunststoff imprägniert und anschließend in einem Kalibrierwerkzeug in Form gebracht und konsolidiert.

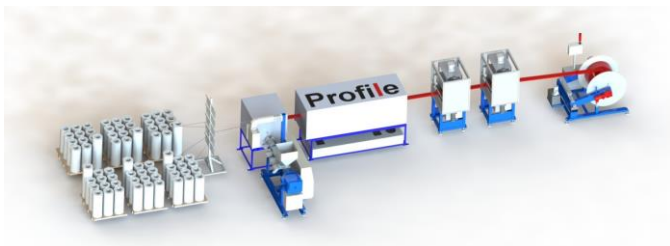


Abbildung 3: DExWin®-Prozess

Durch die eingesetzte Schmelzimpregniertechnologie kann eine Vielzahl an thermoplastischen Matrices verarbeitet werden. Tabelle I veranschaulicht die bereits angewendeten Materialkombinationen, die speziell auf die Kundenwünsche angepasst werden.

TABELLE I: ÜBERSICHT MATERIALKOMBINATIONEN

Verstärkungsfasern	Endlosfasern	Glas, Carbon
	Gewebe (0°/90°)	
Thermoplastische Matrices	PP, PE, ABS, PA (PA6, PA6.6), PBT, PET, TPU, PVDF, PPS	

Der DExWin®-Prozess ermöglicht die Produktion von sogenannten Tapes sowie von Profilen mit großem Querschnitt (in dieser Anwendung 10mm x 10mm) in einem einstufigen Prozess. Aufgrund der Kostenstruktur wurden im Rahmen des „MAI Skelett – Projekts“ sogenannte Heavy Tows aus Carbon zur Herstellung der Profile verwendet. Heavy Tows lassen sich bedingt durch die hohe Anzahl an Einzelfilamenten und der hohen Packungsdichte nur äußerst schwer mit dem thermoplastischen Kunststoff imprägnieren. Um eine Verarbeitung der 50k Faser – bestehend aus 50.000 Filamenten – zu gewährleisten hat die Fa. ProfileComp ein zusätzliches Anlagenmodul zur Verarbeitung der Rovings entwickelt. Ziel dieses Moduls ist eine möglichst breite Auffächerung des Rovings, sodass eine vollständige Benetzung der Filamente realisiert werden kann. Darüber hinaus fand eine Konzeptüberarbeitung der Schmelzimpregnierwerkzeuge zur Optimierung des Matrixflusses statt.

IV. ZUSAMMENFASSUNG

Durch firmenübergreifende Zusammenarbeit gelang im Rahmen des MAI Skelett – Projektes die Fertigung eines kostengünstigen Dachspriegels aus thermoplastischen CFK-Materialien. Die lastpfadgerechte Anordnung der CFK UD-Profile ermöglicht hohe Bauteilfestigkeiten bei maximal effizientem Materialeinsatz. Der schlanke Fertigungsprozess sowie die Verwendung von Thermoplast-Material führen zu einer deutlichen Zykluszeiten- und Prozesskostenreduzierung. Zudem kann eine deutliche Reduzierung des Abfalls im Produktionsprozess realisiert werden.

Das dieser Veröffentlichung zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03MAI19D gefördert.

LITERATUR

- [1] Dr. Ralph Lässig et al.: Serienproduktion von hochfesten Faserverbundbauteilen, 2012
- [2] VDI-Gesellschaft Material Engineering: Werkstoffinnovation für nachhaltige Mobilität und Energieversorgung, 2014
- [3] VDI Technologiezentrum GmbH: Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe im Fahrzeugbau – Ressourceneffizienz und Technologien, 2013