



Integral gefertigte 3D-Schale-Rippen-Strukturen auf Basis von Mehrlagengestrieken

Zielsetzung

Namhafte Studien prognostizieren den Durchbruch faserverstärkter Kunststoffverbunde (FKV) und die Erschließung neuer Anwendungsfelder, wenn es gelingt, FKV-Bauteile mit belastungsgerecht angeordneten Verstärkungsfäden und komplexen Geometrien in kurzer Taktzeiten herzustellen. Aktuell sind die etablierten Verfahren für die Herstellung von FKV-Schale-Rippen-Strukturen (i. d. R. im sequentiellen Preformaufbau) mit einem extrem hohen Anteil manueller Umform- und Fügeprozesse verbunden, was sich auf die Bauteilkosten negativ auswirkt und ihren Einsatz in Großserienproduktion verhindert. Zur Lösung des Problems wird deshalb intensiv an der Entwicklung textiler Fertigungsverfahren zur direkten Herstellung integraler 3D-Preformen mit Versteifungselementen, sog. direktes Preforming, gearbeitet.

Ziel des Forschungsprojektes ist daher die Entwicklung, Umsetzung und Erprobung einer neuartigen Technologie zur direkten und endkonturgerechten Fertigung endlosfaserverstärkter 3D-Schale-Rippen-Mehrlagengestricke (3D-SchalProf-MLG) mit unterschiedlichen komplexen Schalen- bzw. Rippengeometrien sowie lastgerecht angeordneten Verstärkungsfäden. Die Arbeiten konzentrieren sich dabei auf die Schaffung der textiltechnologischen Grundlagen für eine flexible und kostengünstige Herstellung anforderungsgerechter 3D-Schale-Rippen-Preformen für FKV-Anwendungen mit in Schussrichtung (90°) orientierten Rippen.

Ergebnisse

Im Rahmen der Projektbearbeitung konnte eine neuartige, flexible Technologie zur integralen Fertigung endkonturgerechter 3D-SchalProf-MLG mit unterschiedlichen komplexen Schalen- bzw. Rippengeometrien und lastgerecht angeordneten Verstärkungsfäden entwickelt und umgesetzt werden. Damit ist gegenüber dem Stand der Technik eine maßgebliche Vereinfachung des Preformingprozesses und eine verschnittfreie, integrale Fertigung anforderungsgerechter 3D-Preformen möglich. Insbesondere die Vermeidung bzw. die Verringerung der bisher für das sequentielle Preforming erforderlichen zeit- und personalaufwendigen Zuschnitt-, Drapier- und Fügeprozesse führt dabei zu einer deutlichen Reduzierung der Gesamtpreformkosten um ca. 45 % sowie zu einer bedeutenden Senkung des Materialeinsatzes um 40 % durch die konsequente Vermeidung von Verschnittabfällen sowie den bisher erforderlichen Überdimensionierungen zur Kompensation von nicht lastgerecht angeordneten Verstärkungsfäden.

Mit dem im Projekt hergestellten Demonstrator konnte schließlich nachgewiesen werden, dass eine FKV-Bauteilherstellung unter Verwendung integral gefertigter 3D-SchalProf-MLG-Preformen in kurzen Taktzeiten (3 min je Bauteil) möglich ist. Somit sind die Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Serienfertigung von 3D-FKV-Schale-Rippen-Bauteilen mit hoher und reproduzierbarer Qualität geschaffen.

Eine industrielle Anwendung der Projektergebnisse ist insbesondere im Schienenfahrzeug-, Automobil- und Apparatebau (z. B. für Türen oder Maschinenabdeckungen), Schiff- und Modellbau (z. B. für Rumpfstrukturen), in der Windkraftindustrie (z. B. für Rotorblätter) sowie der Luft- und Raumfahrt zu erwarten. Weiterführende Forschungsarbeiten bestehen u. a. in der Weiterentwicklung der Technologie zur direkten Herstellung material- und topologieoptimierter 3D-SchalProf-MLG in Integralbauweise mit komplex angeordneten Rippen als kraftflussgerecht angeordnete Versteifungselemente mit beliebiger Orientierung relativ zur Schale.



Abbildung 1: Integral gefertigte 3D-Schale-Rippen-MLG-Halbzeuge mit angepassten Schalen- bzw. Rippengeometrien und daraus herstellbare FKV-Bauteile mit Versteifungselementen © ITM

Nutzen für kleine und mittlere Unternehmen (KMU)

Durch die Entwicklung einer industrietauglichen Technologie zur integralen Fertigung endkonturgerechter 3D-Schale-Rippen-Textilpreformen mit in 90°-Richtung angeordneten Rippen bilden die Projektergebnisse eine Basis für die Entwicklung innovativer Produkte in den KMU der Textil- bzw. FKV-Industrie und tragen erheblich zur Sicherung und Förderung von deren Innovationskraft am Technologiestandort Deutschland bei.

Mögliche Anwendungen sind im Schienenfahrzeug-, Automobil-, Apparate-, Schiff- und Modellbau, in der Windkraftindustrie sowie für die Luft- und Raumfahrt zu sehen. Insbesondere für diese Branchen verspricht die Bereitstellung verschnittfreier, integral gefertigter 3D-Schale-Rippen-Textilpreformen mit belastungsgerecht angeordneten Verstärkungsfäden und komplexen 3D-Geometrien eine im Vergleich zum Stand der Technik deutlich kosteneffizientere Fertigung von 3D-Schale-Rippen-Bauteilen in kürzeren Taktzeiten und bei hoher und reproduzierbarer Qualität für Serienanwendungen.

Die erzielten Forschungsergebnisse sind somit eine wesentliche Voraussetzung für die deutschen KMU der Textil- und FKV-Industrie, um neuartige 3D-Preformen mit deutlich gesteigerter Ressourceneffizienz bzw. kostengünstigere FKV-Bauteile mit geometrie-angepassten Versteifungselementen sowie deutlich höherer Struktursteifigkeit am Markt platzieren zu können. Durch die Entwicklung, Umsetzung und Vermarktung von neuartigen, integral gefertigten 3D-Schale-Rippen-Verstärkungsstrukturen und darüber hinaus durch die Bereitstellung von darauf basierenden maßgeschneiderten FKV-Bauteilen können die angesprochenen Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern, bestehende Geschäftsfelder deutlich erweitern sowie neue Absatzmärkte erschließen.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 18806 BR/1 der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir danken den genannten Institutionen für die Bereitstellung der finanziellen Mittel.

Der Forschungsbericht und weiterführende Informationen sind am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden erhältlich.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages