



PreFormSchulter

Zielsetzung

Das Ziel des Projektes „PreFormSchulter“ besteht in der Entwicklung eines neuartigen, hochproduktiven und KMU-geeigneten Verfahrens zur wirtschaftlichen und reproduzierbaren Herstellung sowohl schalen- als auch hohlprofilförmiger Preforms mit einer belastungsgerechten Faseranordnung auf Basis der Formschulter-Technologie. Die mit dem zu entwickelnden Verfahren hergestellten Preforms dienen der Weiterverarbeitung zu hochbelastbaren duroplastischen Bauteilen mittels RTM- oder VARI-Verfahren. Die Entwicklung erfolgt zunächst mit dem Ziel der Umformung sowie Struktur- und Geometriefixierung von kommerziell erhältlichen bebinderten Verstärkungsstrukturen zu anforderungsgerechten schalen- bzw. offenen profilförmigen Preforms an ausgewählten Geometrien. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse werden auf die Herstellung geschlossener hohlprofilförmiger Preforms mit Kreis- bzw. Rechteckquerschnitten übertragen sowie ein Funktionsnachweis unter Verwendung eines umzusetzenden Versuchsstandes geführt. Vorab erfolgen simulationsgestützte Erarbeitungen und technische Untersuchungen des Umformprozesses mit Zielstellung einer schädigungsfreien Umformung der sensiblen textilen Gebilde. Für das Erreichen dieses Ziels sollen unter Berücksichtigung der Eigenschaften der textilen Verstärkungsstrukturen grundlegende Gestaltungsrichtlinien zur Umsetzung des Vorhabens erarbeitet werden, die eine flexible Umsetzung von ganz unterschiedlichen Preformgeometrien mit demselben Verfahren ermöglichen.

Lösungsweg

Ein erfolgsversprechender Ansatz für die Entwicklung eines praxistauglichen Verfahrens zur Herstellung von offenen und geschlossenen textilen Preformprofilen liegt in der Übertragung des in der Verpackungstechnik üblichen, hochproduktiv arbeitenden Formschulter- bzw. Schlauchbeutelverfahrens. Bei der Herstellung von Verpackungen mit diesem Verfahren werden dünne, thermoplastische Folien als Bahnenware der Formschulter als geometrischem Umformelement zugeführt und kontinuierlich zu Umverpackungen mit verschiedenen Geometrien geformt. Die Herausforderung besteht nun darin, dieses klassische Formschulterverfahren für die Preformherstellung nutzbar zu machen. Im Rahmen der Forschung wird die gesamte notwendige Prozesskette erarbeitet, ausgehend von einer grundlegenden geometrischen und materialspezifischen Analyse über die virtuelle und simulationsgestützte Prozessauslegung bis hin zu einem Preforming-Versuchsstand zur Überprüfung und Weiterentwicklung der Ergebnisse. Als Ausgangsflächengebilde werden ebene textile Standardstrukturen eingesetzt, wie multiaxiale Gewebe und Gelege, aus denen durch Umformen und anschließendes Fixieren automatisiert komplexe dreidimensionale Preforms in einer einzigen Fertigungsstufe hergestellt werden. Im Fokus der Untersuchungen stehen damit die Teilprozesse Umformung, Strukturfixierung und Transportbewegung. Dabei sollen die textilen Flächengebilde bestehend aus Hochleistungsfaserstoffen, wie Carbon oder Glas, schädigungsfrei verarbeitbar sein. Für den Nachweis der Eignung des neu zu entwickelnden Fertigungsverfahrens werden drei unterschiedliche Funktionsmuster und ein FKV-Demonstrator realisiert.

Ergebnisse

Im Rahmen der systematischen Untersuchungen zur Umsetzung des Teilprozesses Umformung werden zunächst verschiedene Lösungsvarianten entwickelt und auf Grundlage von simulationsgestützten Versuchen bewertet. Klassische Formschultern arbeiten prinzipbedingt mit scharfkantigen Umformelementen, die allerdings eine starke Schädigung der sensiblen Glas- und Carbonfäden verursachen. Durch die Modifikation der Umformelemente wird die Schädigung vermieden und somit die mechanische Leistungsfähigkeit der textilen Verstärkung erhalten. Die Untersuchungen zeigen allerdings auch, dass trotzdem prozessstörende Strukturverzerrungen und Faltenbildungen auftreten. Für die Anwendung des Formschulterprinzips zur Umformung textiler Halbzeuge, ist somit auch eine maßgebliche

Veränderung des Einlaufwinkels der Formschulter zwingend notwendig. Durch die Berücksichtigung der spezifischen Materialeigenschaften textiler Halbzeuge und die Anwendung von Modellierungs- und Simulationstechniken ist dies erfolgreich möglich. Für die Simulation der Umformung wird das am ITM entwickelte Materialmodell für textile Strukturen genutzt und weiterentwickelt. Mit den vorab validierten Simulationsmodellen werden die möglichen Umformflächen für Profile mit Rechteck- und Hutquerschnitten generiert und darauf basierend umgesetzt.

Ein weiterer anspruchsvoller Arbeitsschritt ist die Erarbeitung und Umsetzung des nachfolgenden Teilprozessschritts Strukturfixierung der Preforms. Zur Fixierung der umgeformten Preformgeometrie wird ein vorab auf die textilen Strukturen aufgebrachtes thermoplastisches Binderpulver durch einen Temperatureintrag aufgeschmolzen. Der prozesstechnisch hohe Anspruch ergibt sich daraus den notwendigen Energieeintrag in einer kurzen Prozesszeit bereitzustellen und im Resultat eine hohe Preformsteifigkeit zu erreichen. Durch die Verwendung von Heißluft als strömendem Fluid für den Energieeintrag sind die nötigen Anforderungen bestens erfüllt. Die realisierte Baugruppe zur Strukturfixierung erwärmt kontinuierlich Preforms innerhalb von 2 s auf ca. 120 °C und aktiviert damit zuverlässig den Binder. Für den Teilprozess „Transportbewegung“ werden unterschiedliche Konzepte untersucht, die die Einleitung der Antriebsbewegung in die bereits umgeformten und strukturfixierten Preforms prozesssicher erlauben. Im Ergebnis der Arbeiten zeigt sich der „Repetierer mit adaptiven Greifmodul“ als Vorzugsvariante. Das Repetierprinzip erfüllt auch die Voraussetzungen und Anforderungen, die sich aus der Herstellung der Preforms in einem kontinuierlichen Verfahren ergeben.

Die konstruktiven Ergebnisse aller Teilprozesse werden in modularer Bauweise in einen Preforming-Versuchstand nach Abbildung 1 eingebracht und komplettieren damit die gesamte Prozesskette. Die Entwicklungsarbeiten sind mit der erfolgreichen Erprobung des Versuchstandes abgeschlossen. Für die Erprobung wurden verschiedenste Ausgangsflächengebilde eingesetzt, u.a. auch zwei Schichten eines Quadrixalkettengewirkes 0/+45/90/-45°, die gleichzeitig umgeformt und fixiert werden. Die so erreichbaren Preforms nach Abbildung 2 weisen eine hohe Steifigkeit auf und verfügen damit über hervorragende Handlingeigenschaften für die Weiterverarbeitung.



Abb. 1: Preforming-Versuchsstand im ITM-Technikum

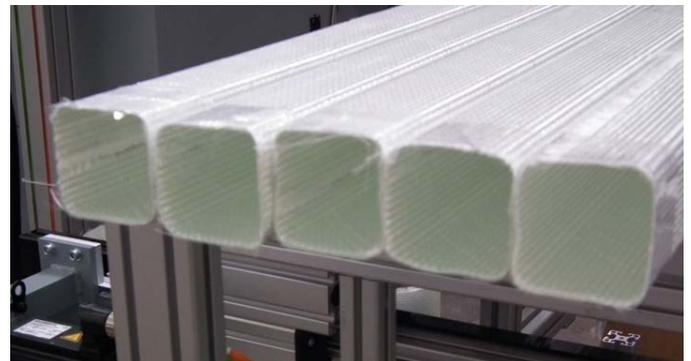


Abb. 2: Realisierte, eigenstabile Rechteckprofile mit konstantem Querschnitt

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 18404 BR der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e. V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Die Autoren danken den genannten Institutionen für die Bereitstellung der finanziellen Mittel. Weiterhin danken wir den Firmen des projektbegleitenden Ausschusses für die fachliche Unterstützung und die Bereitstellung von Versuchsmaterial sowie allen weiteren Partnern, die uns in der Forschungsarbeit zu diesem Themenkreis unterstützen. Der Abschlussbericht und weiterführende Informationen sind am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden erhältlich.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages