

Entwicklung einer flexiblen Technologie zur Umsetzung verschnittfreier MLG-Strukturen mit anforderungsgerechter Kettfadenanordnung für komplexe FKV-Anwendungen (ZeroWaste) - IGF18869BR

Zielsetzung

Der zur Herstellung von hoch belastbaren FKV-Strukturen notwendige Zuschnitt von textilen Verstärkungsstrukturen, der dabei entstehende Verschnitt und die erforderliche Entsorgung bzw. dessen Aufarbeitung verursachen bis zu 30% der FKV-Bauteilgesamtkosten. Innovative Lösungen insbesondere durch eine direkte Ausbildung der Endkontur, unter Verwendung leistungsfähiger und flexibler textiler Flächenbildungstechniken, können dagegen zur Reduktion von Verschnitt und Verfahrensschritten und damit zur deutlichen Erhöhung der Materialeffizienz führen. Zur effektiven Nutzung dieser Potentiale bestand das Ziel des abgeschlossenen Projektes „ZeroWaste“ in der Entwicklung eines völlig neuen Verfahrens zur wirtschaftlichen und reproduzierbaren Herstellung verschnittfreier Mehrlagengestrick- (MLG) Verstärkungsstrukturen. Dazu bietet die MLG-Technik hervorragende Formgebungsmöglichkeiten zur direkten Herstellung endkontur- und anforderungsgerechter textiler 2D- und 3D-Halbzeuggeometrien. Biaxial verstärkte MLG-Strukturen bestehen aus in die Maschenstruktur integrierten, gestreckt angeordneten Verstärkungsfäden in Kett- und Schussfadenrichtung. Für die Herstellung endkonturgerechter 2D- und 3D-MLG-Halbzeuge nach Abb. 1a waren bis dato keine technologischen und technischen Lösungen zur anforderungsgerechten Manipulation des Kettfadenverlaufs während des Strickprozesses verfügbar. Deshalb wurden bisher die gestrickkonturabhängigen und nicht in die Maschenstruktur eingebundenen Kettfäden nachträglich entfernt, was im Sinne der Materialeffizienz jedoch unakzeptabel ist.

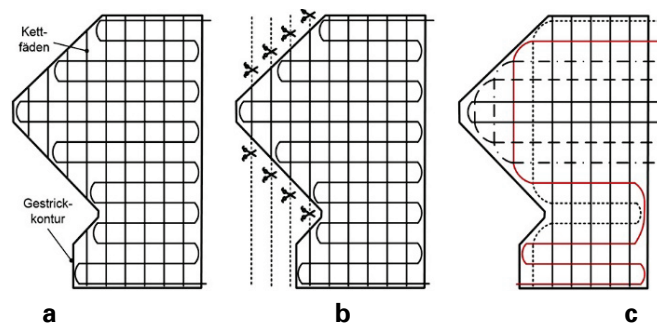


Abb. 1: Exemplarische Umsetzung einer endkonturgerechten Gestrickstruktur (a) durch nachträgliches, verschnittbehaftetes Entfernen der Kettfäden (b) und Transformation von Kett- zu Schussfäden (c)

Lösungsweg

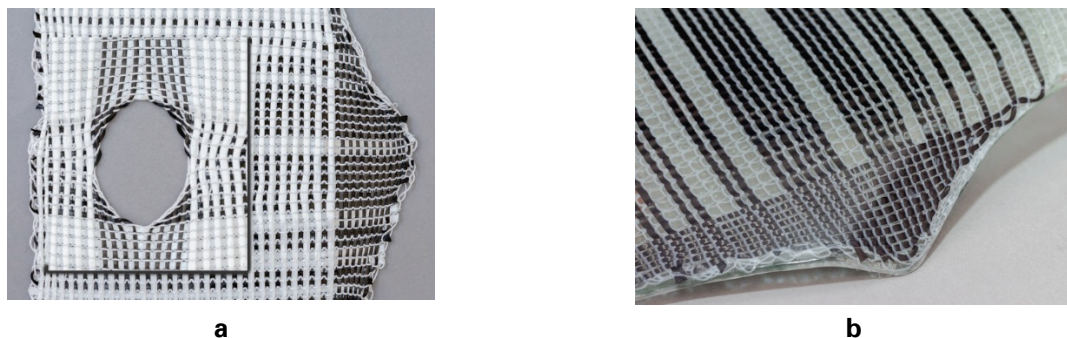
Die Abb. 1c zeigt den im Projekt verfolgten Technologieansatz im Vergleich: verschnittbehaftete (Abb. 1b) und nun durch Transformation von Kett- zu Schussfäden (Abb. 1c) herstellbare, verschnittfreie Strukturen. Die konstruktive Umsetzung des Technologieansatzes erforderte insbesondere die Entwicklung geeigneter Mechanismen für eine gezielte Auswahl von Kettfäden, deren Lösen aus der in 0°-Richtung bzw. Produktionsrichtung verlaufenden Kettfadenschar, deren gezielte anforderungsgerechte Transformation zu Schussfäden und die Einbringung in die MLG-Struktur. Die Herausforderung besteht darin diesen Technologieansatz auf konventionellen und in KMU bereits verfügbaren RR-Flachstrickmaschinen mit stark begrenztem Bauraum im Maschenbildungsbereich umzusetzen, ohne die eigentliche Flächenbildung zu beeinträchtigen. Alle notwendigen konstruktiv-technologischen Entwicklungen müssen zudem eine schädigungsfreie Verarbeitung von Glas- und Carbon-Rovings und die Einhaltung üblicher industrieller Qualitätsanforderungen sicherstellen.

Ergebnisse

Zunächst erfolgte eine produktgruppenspezifische Clusterung und Präzisierung der an relevante endkonturgerechte und komplex geformte FKV-Bauteile gestellten Anforderungen in Zusammenarbeit mit dem projektbegleitenden Ausschuss. Die im Projekt zu entwickelnden MLG-Strukturen sind demnach zur Herstellung von FKV-Bauteilen für den Automobilbereich in monolithischer Schalen- (Monocoque), Halbschalen- oder auch Hybridbauweise geeignet. Diese FKV-Bauteile weisen variierende Breiten sowie Durchbrüchen auf und verfügen über komplexe, mehrfach gekrümmte Freiformflächen. Zur Umsetzung der ZeroWaste-Verstärkungsstrukturen wurden wichtige Anforderungen und Maßnahmen zu deren Qualifizierung innerhalb einer Anforderungsmatrix zusammengefasst und während der systematischen Projektbearbeitung als Zielgröße aufgegriffen. Durch ein konstruktionsmethodisches Vorgehen unter Anwendung des Top-Down-Konstruktionsprinzips erfolgte die Ableitung technisch/technologischer Vorzugsvarianten zur Lösung der Gesamtaufgabe. Die im Rahmen der Projektbearbeitung technisch umzusetzenden Teilprozesse sind u. a. die:

- Realisierung einer bedarfsgerechten Zuführung der Kettfäden zum Maschenbildungsbereich,
- Transformation von Kett- in Schussfäden mittels Handhabungseinrichtung (Manipulator) und
- Technisch/technologische Implementierung aller Teilprozesse in eine konventionelle Flachstrickmaschine unter Gewährleistung einer unbeeinträchtigten Flächenbildung.

Im Rahmen der anspruchsvollen Forschungsarbeiten zur Entwicklung der Transformation erfolgte zunächst die Bewertung unterschiedliche prozesssicherer Konzepte mit Hinblick auf eine Minimierung des für die technischen Einrichtungen notwendigen Bauraums. Im Ergebnis wurde eine segmentierte Kettfadenschiene mit entnehmbaren Kettfadenführern und ein dazu passender automatisierter Manipulator auf Basis der optimierten Bewegungsfunktion eines viergliedrigen Koppelgetriebes entwickelt. Der innovative und zielführende Gedanke dabei war, dass der entwickelte Manipulator auch die Funktion eines Schussfadenführers erfüllen kann und für die Flächenbildung vollständig einsetzbar ist. Mit der im Rahmen der Projektbearbeitung entwickelten und aufgebauten Maschinenteknik wurde die technische Umsetzbarkeit materialeffizienter, verschnittfreier gestrickter Verstärkungshalbzeuge als textile 2D-Preform anhand von Funktionsmustern nach Abb. 2a entsprechend der Anforderungsmatrix erfolgreich demonstriert. Die gewonnenen Projektergebnisse eröffnen weitreichende industrielle Anwendungsmöglichkeiten mit ZeroWaste-MLG-Strukturen in Leichtbauanwendungen, was anhand eines schalenförmigen mehrfachgekrümmten FKV-Technologiedemonstrators (vgl. Abb. 2b) gezeigt werden konnte.



**Abb. 2: Umgesetzte ZeroWaste-MLG-Strukturen mit transformierten Kettfäden (schwarz):
Textile 2D-Preform mit variierender Breite sowie lastpfadgerechtem Durchbruch (a) und
FKV-Technologiedemonstrator „Textilverstärkter Kotflügel“ (b)**

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 18869 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 unterstützt haben. 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