

KURZVERÖFFENTLICHUNG

Basiswissen zum Herstellen frei konturierter, lokal verstärkter 3D-Gewebe mit integrierten 3D-Verbindungsstrukturen mittels Jacquard- und Steckschützenwebtechnik (IGF 18719 N)

Autoren: Dr.-Ing. Hans-Jürgen Bauder
Dieter Stellmach
Jürgen Wolfrum
Metin Caliskan
Dr.-Ing. Jürgen Seibold
Prof. Dr.-Ing. Götz T. Gresser

Erschienen: 17.04.2018

Bearbeitungszeitraum: 01.04.2015 - 31.12.2017

Zusammenfassung

Die textile Faserverbundtechnik gewinnt im Bereich der Leichtbauwerkstoffe immer mehr an Bedeutung. Dabei ist das Leistungspotenzial der Faserverbundstrukturen noch lange nicht ausgeschöpft. Es fehlt bisher an einer gewichts- und kraftflussoptimierten Integration von Verbindungselementen in die Architektur der textilen Halbzeuge. Um künftig nachgelagerte Fügeprozesse und damit mögliche Schwachstellen in den Bauteilen zu vermeiden, wurden im Rahmen des Projektes mehrlagige 3D-Gewebestrukturen mit direkt in das Bauteil integrierten Verbindungselementen entwickelt. An konsolidierten Bauteilen wurde das Versagensverhalten solcher komplexen 3D-Gewebe mit unterschiedlichem Strukturaufbau untersucht. Die Erkenntnisse daraus führten am Ende des Projekts zur Entwicklung und Fertigung eines als beweglichen T-Verbinder ausgeführter Demonstrators. Die Wirtschaftlichkeit des neuen Verfahrens mit Jacquard-Steckschützenwebtechnik wurde anhand vergleichender Kostenrechnungen mit konventionell gefertigten CFK-Bauteilen nachgewiesen.

Projektergebnisse

Für die Durchführung der Webversuche stand die CAN-Bus gesteuerte Jacquard-Steckschützenwebanlage der Firma Mageba zur Verfügung. Die in dieser Ausführung weltweit bisher einzigartige Webanlage besteht aus den drei Komponenten Steckschützenwebmaschine, Jacquardmaschine Unival 100 und Linearabzug (Abbildung 1).



Abbildung 1: Jacquard-Steckschützenwebanlage

Da die manuelle Patronierung der Bindung für räumlich komplexe 3D-Gewebearchitekturen sehr zeitaufwendig und auch fehlerbehaftet ist, wird für die Erstellung der Bindungspatrone zwingend ein CAD/CAM-Softwaretool benötigt. Gemeinsam mit der Firma EAT DesignScope Company entstand das Softwaretool „3D Weave Composite“. Damit wurde eine neue Form des „textilen Konstruierens“ geschaffen. Der Aufbau komplexer 3D-Gewebestrukturen erfolgt nicht mehr durch Patronieren der Bindungspatrone, sondern durch eine fadenweise Modellierung des Kett- bzw. Schussschnitts (Abbildung 2).

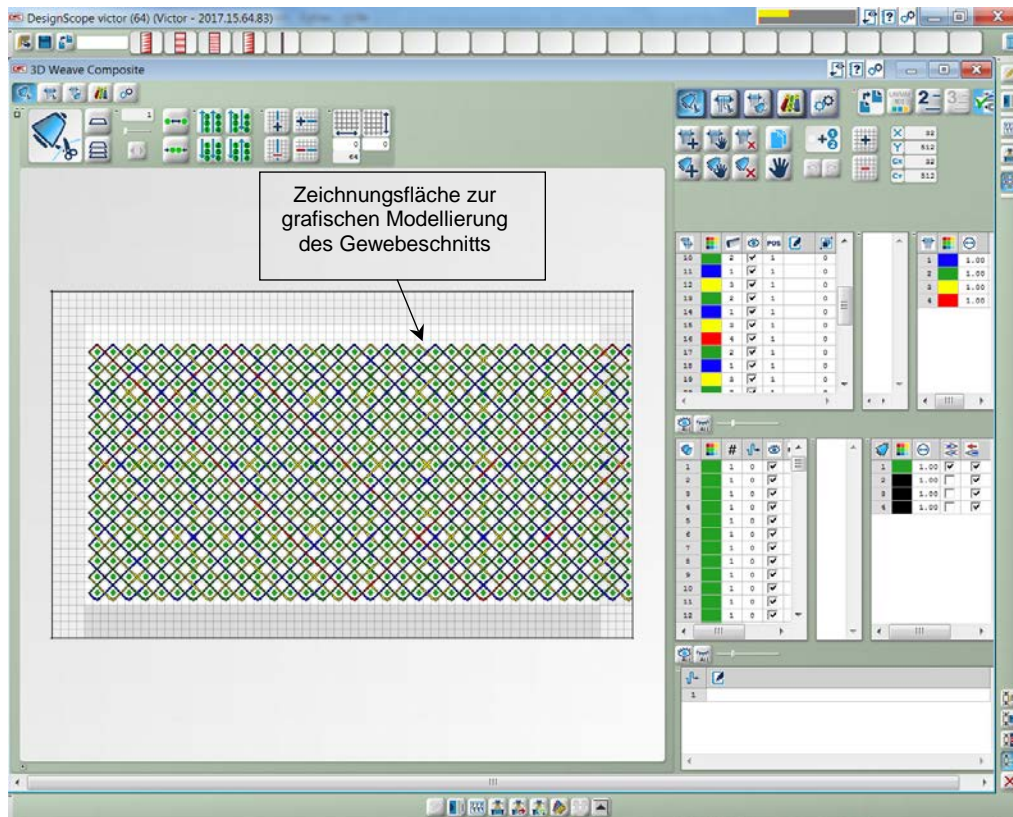


Abbildung 2: Bedienoberfläche des „3D Weave Composite“ Softwaretools

In der ersten Phase des Projekts wurden experimentelle Voruntersuchungen für die Struktur- auslegung der generischen Grundelemente sowie den daraus abgeleiteten Funktions- mustern durchgeführt. Mit diesen Gewebestudien gelang es, die komplexen Zusammen- hänge zwischen unterschiedlichen Bindungsstrukturen und der daraus resultierenden realen Gewebearchitektur zu analysieren sowie die Webgrenzen der Steckschützenwebtechnologie auszuloten. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurden Funktionselemente für den als beweg- lichen T-Verbinder ausgeführten Demonstrator entwickelt. Es wurden dazu konturnahe und kraftflussgerechte 3D-Gewebestrukturen aufgebaut. Um die Vorzüge der Schützen- gegen- über der Greiferwebtechnologie bei der Umsetzung funktioneller Eigenschaften eines 3D- Bauteils ermitteln zu können, wurde in Schuss- bzw. Lastrichtung geschlossene, verkreuzte sowie unterbrochene, offene Fadenverläufe untersucht.

Für die Bewertung des Einflusses unterschiedlicher Bindungsstrukturen auf die mechani- schen Bauteileigenschaften, wurden verschiedene 3D-Gewebemuster konsolidiert (Abbildung 3). An beispielhaften Prüfungen von konsolidierten Zugstangen konnte der

Einfluss der Bindungsstruktur auf die Eigenschaftsmerkmale der Bauteile eindeutig nachgewiesen werden.

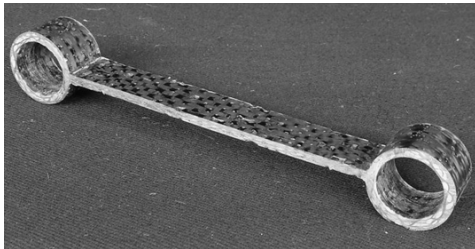
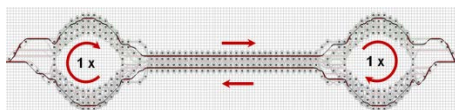
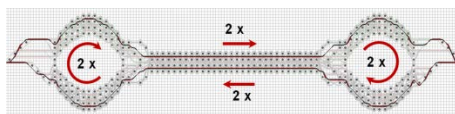


Abbildung 3: Konsolidiertes Bauteil

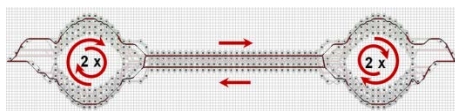
Das Einfügen zusätzlicher Carbonrovings in Lastrichtung des Bauteils führt bei einer einfachen, zum Mittelsteg hin offenen Umschlingung des Verbindungselements zu keiner Veränderung der relativen Bauteilfestigkeit (Abbildung 4). Eine Zunahme der relativen Bauteilfestigkeit zeigt sich erst, wenn eine in sich geschlossene Verstärkungsschleife um das Verbindungselement gelegt wird. Wechseln die Carbonschussfäden am Übergang zwischen dem Verbindungselement und dem Mittelsteg kreuzweise die Gewebelagen, führt dies bei Zugbeanspruchung zu einer erhöhten Resistenz gegen eine Delamination des Bauteils im Bereich des Mittelstegs. Eine Greiferwebkante mit unterbrochenem Fadenverlauf führt im Vergleich zu einer Schützenwebkante mit einem geschlossenen Fadenlauf zu einer deutlichen Reduzierung der Bauteilfestigkeit.



1-fache Verstärkung mit 6 CF-Rovings
(einseitig offene Verstärkungsschleife)



1-fache Verstärkung mit 12 CF-Rovings
(einseitig offene Verstärkungsschleife)



2-fache Verstärkung mit 18 CF-Rovings
(geschlossene Verstärkungsschleife)

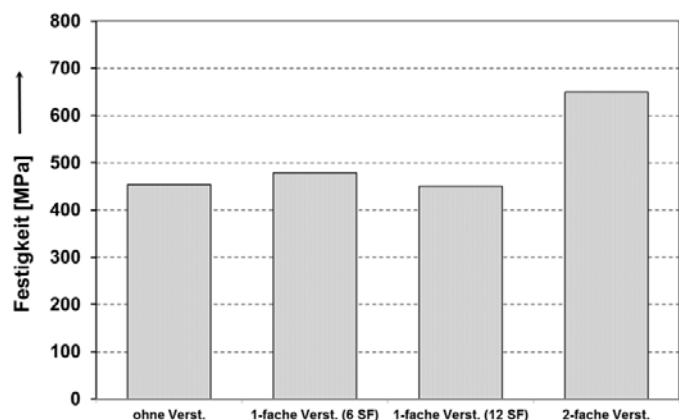


Abbildung 4: Einfluss der zur Verstärkung zusätzlich in den textilen Rohling eingebrachten Carbonrovings auf die Bauteilfestigkeit

Auf Basis der aus den generischen Grundelementen abgeleiteten Funktionsmerkmalen wurde als Demonstrator ein beweglicher T-Verbinder gefertigt (Abbildung 5).



Abbildung 5: Beweglicher T-Verbinder als Demonstrator

Parallel zu den experimentellen Untersuchungen wurde das Basiswissens zur Herstellung kraftflussgerecht ausgelegter Verbindungsstrukturen dokumentiert, so dass diese modularen Strukturen für neue Anwendungsfälle künftig gezielt kombiniert werden können.

Außerdem wurden mittels der MFCA-Methodik eine vergleichende Kostenrechnung zwischen dem neu entwickelten und dem traditionellen Fertigungsprozess durchgeführt (Abbildung 6). Dazu wurden die einzelnen Prozesse detailliert modelliert und parametrisiert, um dann mittels Sensitivitätsanalysen der relevanten Produkt- und Prozessparameter die ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen zu bewerten. Dabei zeigte sich, dass bei Verwendung der Jacquard-Steckschützenwebtechnologie trotz der deutlich längeren Webprozessdauer durch die erhebliche Reduzierung der Dauer des manuellen Drapier-Prozesses 3D-Bauteile mit integrierten Verbindungselementen kosteneffizient gefertigt werden können.

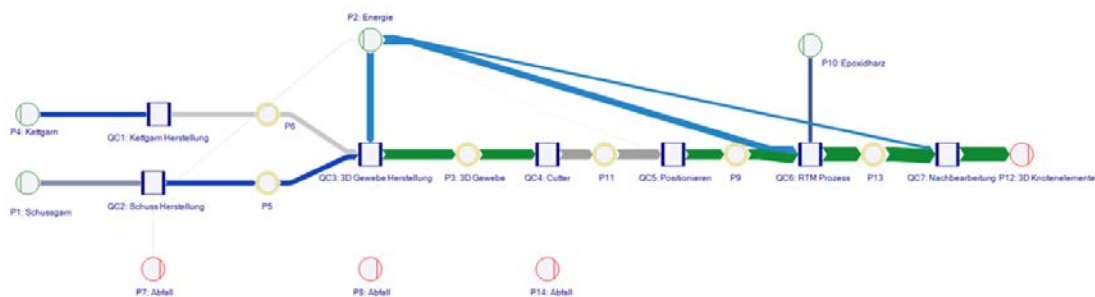


Abbildung 6: MFCA Modell des neuen 3D-Webprozesses

Mit diesem Forschungsvorhaben wird den Textil- und Verbundherstellern das Basiswissen zum Konzipieren, Auslegen, Kalkulieren und Fertigen von Faserverbundhalbzeugen für Bauteile mit integrierten Verbindungsstellen zur Verfügung gestellt. Die größten Markttreiber für solche kostensenkende Integrationsansätze werden Endanwender aus den Bereichen Automobil, Luftfahrt, Maschinenbau und Windenergie sein.

Danksagung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 18719 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12-14, 10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Für diese Förderung danken wir.

Weiterhin danken wir folgenden Firmen für die freundliche Unterstützung

- MAGEBA Textilmaschinen GmbH & Co. KG
Wuppertalstraße 21
54470 Bernkastel-Kues
- Stäubli Bayreuth GmbH
Theodor-Schmidt-Str. 19
95448 Bayreuth
- EAT GmbH „The DesignScope Company“
Jungfernweg 40
47799 Krefeld

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens (IGF-Nr. 18719 N) ist an den Deutschen Instituten für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF) erhältlich.

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Bauder (hans-juergen.bauder@ditf.de)

Dieter Stellmach (dieter.stellmach@ditf.de)

Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf

Körschtalstraße 26
73770 Denkendorf
www.ditf.de

Bibliothek

Bernd Janisch | Dipl.-Ing. Kathrin Thumm
bibliothek@ditf.de
T +49 (0)711 93 40-505 | F +49 (0)711 93 40-297