

Neue textile Strukturen für reaktiv hergestellte Hochleistungs- Compositebauteile für den Leichtbau (IGF 334 ZN)

Autoren: Dr. Hans-Jürgen Bauder
Jürgen Wolfrum
Prof. Dr.-Ing. Heinrich Planck

Erschienen: 31.10.2012

Zusammenfassung:

Das Thema Leichtbau hat in den letzten Jahren vor allem in der Fahrzeug- und der Flugzeugindustrie immer mehr an Bedeutung gewonnen. Für die Substitution von Baugruppen aus Stahl bzw. Aluminium sind thermoplastische Faserverbundwerkstoffe besonders geeignet. Sie verfügen trotz ihres geringen Gewichts über hervorragende mechanische Eigenschaften. Außerdem sind sie umweltverträglich verarbeitbar und am Ende ihrer Nutzung durch Einschmelzen recycelbar.

Zur Herstellung thermoplastischer Verbundwerkstoffe wurde dazu am Fraunhofer ICT ein neuartiges, großserientaugliches, reaktives Verfahren auf Basis der anionischen Lactampolymerisation entwickelt. Um das Potenzial des sog. T-RTM-Verfahrens vollständig nutzen zu können, sollte im Rahmen des Vorhabens speziell auf die Lactampolymerisation abgestimmte, neue textile Verstärkungsstrukturen geschaffen werden. Außerdem galt es, die Prozessabläufe der anionischen Lactampolymerisation weiter zu optimieren.

Voraussetzung für hohe mechanische Eigenschaften im Compositebauteil ist eine chemische Kompatibilität der Schichte bzw. Präparation der verwendeten Materialien zur anionischen Lactampolymerisation.

Damit das Compositebauteil aus einem symmetrisch aufgebauten mehrlagigen Gewebeverbund gebildet werden kann, wurden Glasfaserrovings der Feinheit 1.200 tex verwendet.

Von dem zu entwickelnden Verstärkungstextil wird erwartet, dass es eine gelegeartige Struktur besitzt, sich sehr gut drapieren lässt und außerdem form- und maßstabil ist. Bei Geweben mit einer in Schussrichtung unidirektionalen Ablage der Glasfaserrovings konnten diese Anforderungen am besten mit der EasyLeno® 2T Dreherwebtechnologie der Fa. Dornier erfüllt werden (Abbildung 1). In Verbindung mit einer auf die Oberfläche des Glasfaserrovings aufgetragenen aktivierenden, die Polymerisation einleitende bzw. beschleunigende Substanz wurden im Compositebauteil Festigkeiten bis 1.200 MPa bzw. E-Module > 40 GPa erreicht. Dies sind Werte die deutlich über das Niveau von Glasfaserstrukturen hinausgehen und sich denen von Bauteilen aus Carbonfaser-Gelegen annähern.

Damit ein konturnahes Preformen ohne chemische Binder möglich ist, wurde in das UD-Drehergewebe ein Gitter aus feinen Metalldrähten integriert. Die mit weich geglühtem Edelstahldraht bzw. blankem Eisendraht bei einem Drahtdurchmesser von 0,28 mm erzielten Umformgrade reichen aus, um bei weniger komplexen 3-D-Strukturen eine passgenaue Ablage im Werkzeug sowie eine störungsfreie Verbundbildung zu ermöglichen (Abbildung 2). Ein einfacheres Handling mittels schaltbarem Permanent-Elektromagneten lässt sich mit einem engmaschigen, aus 0,12 mm dicken Eisendraht gebildeten Drahtgitter (5 mm x 5 mm) realisieren. Mit dieser Maßnahme und der Herstellung dickerer Gewebestrukturen wird die Effizienz des ganzheitlichen Prozesses der Compositeherstellung für deren Serientauglichkeit wesentlich gesteigert.

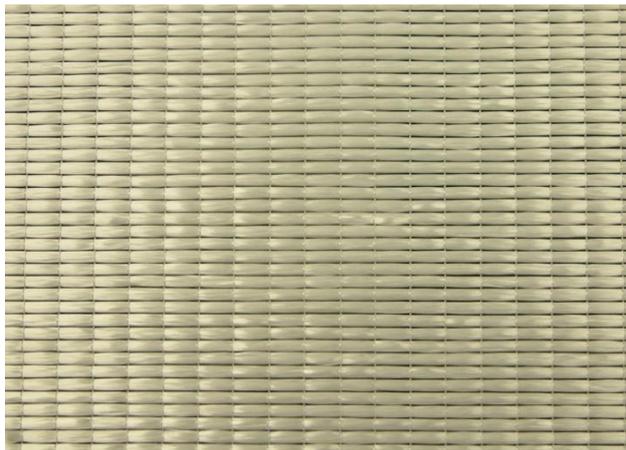


Abbildung 1: EasyLeno® 2T Drehergewebe mit 1.200 tex Glasroving im Schuss

Schussrichtung
↑



⇒ Kettrichtung

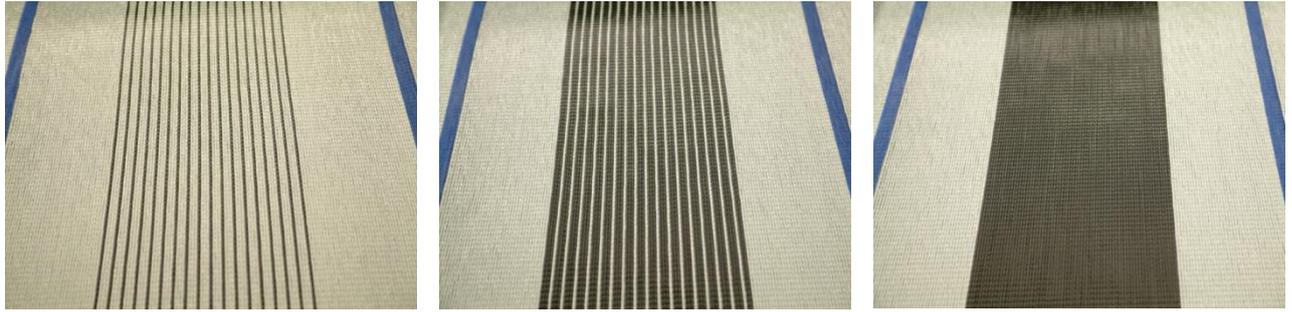


Gewebe in der Form

Gewebe außerhalb der Form

Abbildung 2: Preformverhalten eines EasyLeno® 2T-Drehergewebes mit weich geglühtem Stahldraht, Ø 0,28 mm in Kette und Schuss, Drahtgitter 10 mm x 9,1 mm (K x S)

Die EasyLeno® 2T Webtechnologie kann auch sehr gut für die Herstellung von UD-Geweben mit belastungsorientierten Verstärkungsstrukturen eingesetzt werden. Die Verstärkung selbst kann durch eine Erhöhung der Schussdichte oder partiellen Austausch der Glasfaserrovings gegen z. B. Carbonfaserrovings vorgenommen werden (Abbildung 3).



Schussverh.: GF : Carbon = 3 : 1

Schussverh.: GF : Carbon = 1 : 3

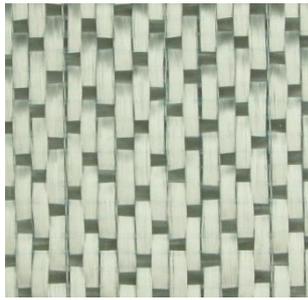
nur Carbon



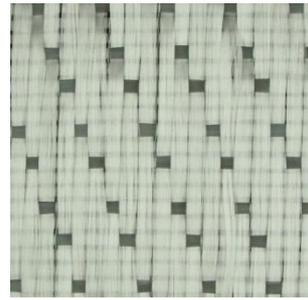
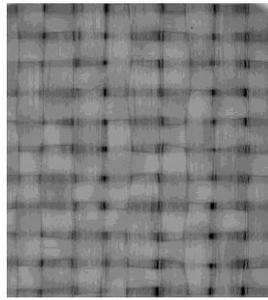
„hutförmiger“ Biegeträger

Abbildung 3: UD-Hybridgewebe mit unterschiedlichem Carbonanteil im Verstärkungsbereich eines „hutförmigen“ Biegeträgers

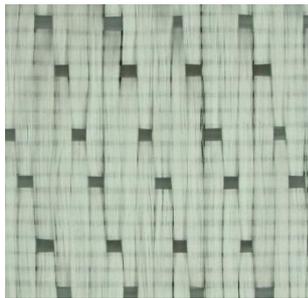
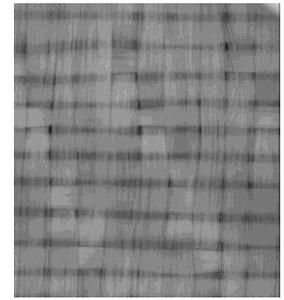
Die EasyLeno® 2T Webtechnologie eignet sich allerdings weniger für die Herstellung bidirektionaler Verstärkungsgewebe. Ungedrehte Glasfaserrovings scheuern im Stehernadelriet auf. Außerdem werden die Glasfaserrovings vom Dreher zu stark eingeschnürt. Dadurch wird das Gewebe zu dick und zu offen. Um auch hier die gewünschten Gewebeeigenschaften zu erhalten, konnte die klassische Schaftwebtechnologie mit der bewegungsoptimierten Dreherwebtechnologie PosiLeno® kombiniert werden. Mit dem Wechsel zur konventionellen Dreherwebtechnologie gelang es erstmals, unterschiedlich strukturierte 0°/90°-Drehergewebe anzufertigen (Abbildung 4). Die Abbindung des Kettrovings wirkt sich dabei unterschiedlich auf die mechanischen Eigenschaften des Compositebauteils aus. So führen im Vergleich zu einem konventionellen Leinwandgewebe längere Flottungen des Kettrovings aufgrund der geringeren Ondulation zu hohen Zugfestigkeiten und kürzere Flottungen zu hohen Biegesteifigkeiten.



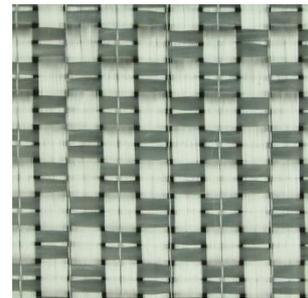
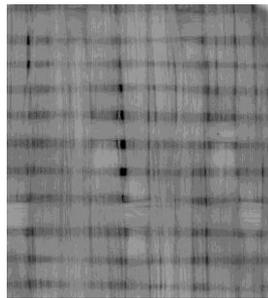
kettseitige kurze Flottung
K 3/1 X



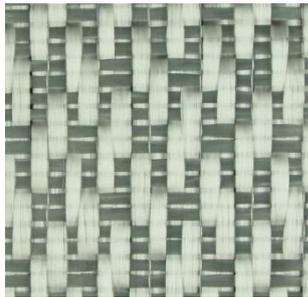
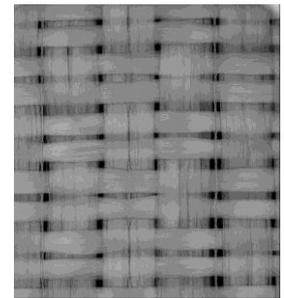
kettseitige mittellange Flottung
9/1 (Steigung 2/3)



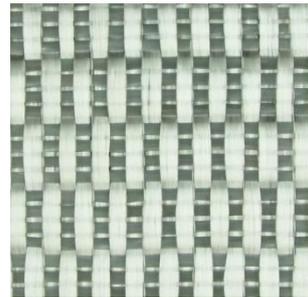
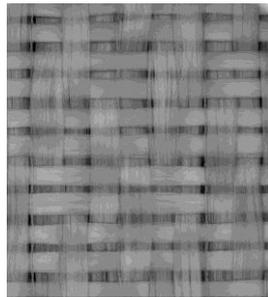
kettseitige lange Flottung
13/1 (Steigung 3/4)



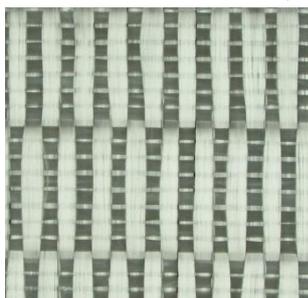
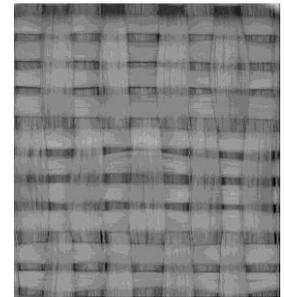
gleichseitige kurze Flottung
P 2/2 2-fädig



gleichseitige mittellange Flottung
K 4/4 X (Steigung 2)



gleichseitige mittellange Flottung
RQ 4/4 2-fädig



gleichseitige lange Flottung
RQ 8/8 2-fädig

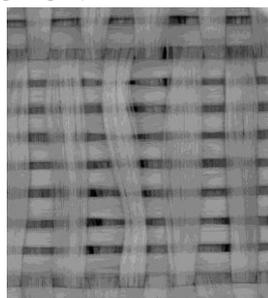


Abbildung 4: Gewebestrukturen bidirektionaler Verstärkungsgewebe in Abhängigkeit der gewählten Bindung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich mithilfe der Dreherwebtechnologie sowohl bei uni- als auch bidirektionalen Geweben bei entsprechend angepassten Gewebekonstruktionen Verstärkungsstrukturen ergeben, die zu einer hohen Drapier- und Preformbarkeit führen. Umgeformte textile Strukturen zeigen bei Beibehaltung der Faserorientierung ein flächig homogenes Ablagebild. Das Aufspreizen parallel angeordneter Faserstränge an konvexen Radien wie auch das Verdichten dieser an konkaven Radien war bei den stabilen unidirektionalen Geweben kaum noch feststellbar und konnte bei mehreren orthogonalen Gewebekonstruktionen minimiert werden. Hergestellte Bauteilzuschnitte zeigen eine gute Formbeständigkeit und Maßhaltigkeit in der Fläche und in der 3. Dimension nach der Umformung. Die erzielten mechanischen Eigenschaften liegen über denen von konventionellen Geweben.

Danksagung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben „WovenStruct“ / 334 ZN der Forschungsvereinigung DECHEMA e.V., Theodor-Heuss-Allee-25, 60486 Frankfurt 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.

Dieses Forschungsvorhaben wurde in Kooperation mit der AiF-Mitgliedsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12-14, 10117 Berlin durchgeführt, der wir für die Unterstützung danken.

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens „Neue textile Strukturen für reaktiv hergestellte Hochleistungs-Compositebauteile für den Leichtbau“ (IGF 334 ZN) ist am Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf erhältlich.

Ansprechpartner

Dr. Hans-Jürgen Bauder (hans-juergen.bauder@itv-denkendorf.de)

Jürgen Wolfrum (juergen.wolfrum@itv-denkendorf.de)