

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT)

## vliesRTM – Hochwertige Wiederverwendung von Verschnittfasern in Compositen

Bei der Herstellung von Bauteilen aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) mittels Harzinjektionsverfahren fällt Faserverschnitt in Form trockener Kohlefasern an [1-3]. Dieser Abfall kann durch optimierten Zuschnitt der Faserhalbzeuge (Rollenware) reduziert, meist aber nicht vollständig vermieden werden. Der Wiedereinsatz dieser Faserabfälle in hochwertigen Verbundwerkstoffen wird im Rahmen

des von der AiF geförderten Projektes vliesRTM (IGF Vorhabens Nr. 19192) untersucht. Innerhalb des Projekts forscht das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT) mit dem Sächsischen Textilforschungsinstitut (STFI) am funktionellen Wiedereinsatz von recycelten Kohlenstofffasern. Der Artikel zeigt Herausforderungen bei der Imprägnierung der Vliesstoffe zum Verbundwerkstoff auf und stellt anschließend die ermit-

telten mechanischen Kennwerte der hergestellten Werkstoffe dar.

### Herstellung der rCF-Vliesstoffe

Bei der Vliesstoffherstellung am STFI werden die Faserabfälle zunächst mittels geeigneter Reiß- und Schneidtechniken aufbereitet. Hierbei wird das Material zu Langfasern mit einer durchschnittlichen Faserlänge von 90 bis 110 mm geschnitten und im Reißverfahren vereinzelt. Mit dem in der Textilindustrie etablierten Kardierverfahren wird dann das Vlies auf einer Krempel gebildet (Abbildung 1). Die CF werden über einen Tambour (Haupttrommel) geführt, mithilfe von Arbeiter- und Wenderpaaren aufgelöst, parallelisiert und als Faserflor abgezogen. Beim alternierenden Stapeln mittels Kreuzleger wird das Flächengewicht eingestellt, eine Anisotropie kann dabei ebenfalls erzeugt werden. So erhalten die Vliesstoffe maßgeschneiderte Eigenschaften, die in Belastungsrichtung durch die Anisotropie deutlich erhöht werden können. Der rCF-Vliesstoff wird abschließend vernadelt und/oder verwirkt und so zur Weiterverarbeitung im HP-RTM oder WCM vorbereitet [4].

### Imprägnierverfahren

Die rCF-Vliesstoffe werden in Form von Rollenware am Fraunhofer ICT weiterverarbeitet und im Hochdruck RTM (HP-RTM) Verfahren oder im Nasspressverfahren (WCM) mit einem Harzsystem imprägniert und ausgehärtet.



Abbildung 1: Mini-Card Krempel am STFI (oben) und Hochdruck RTM Prozess-technik bestehend aus Hydraulikpresse und Hochdruck-Injektionseinheit am Fraunhofer ICT (unten)

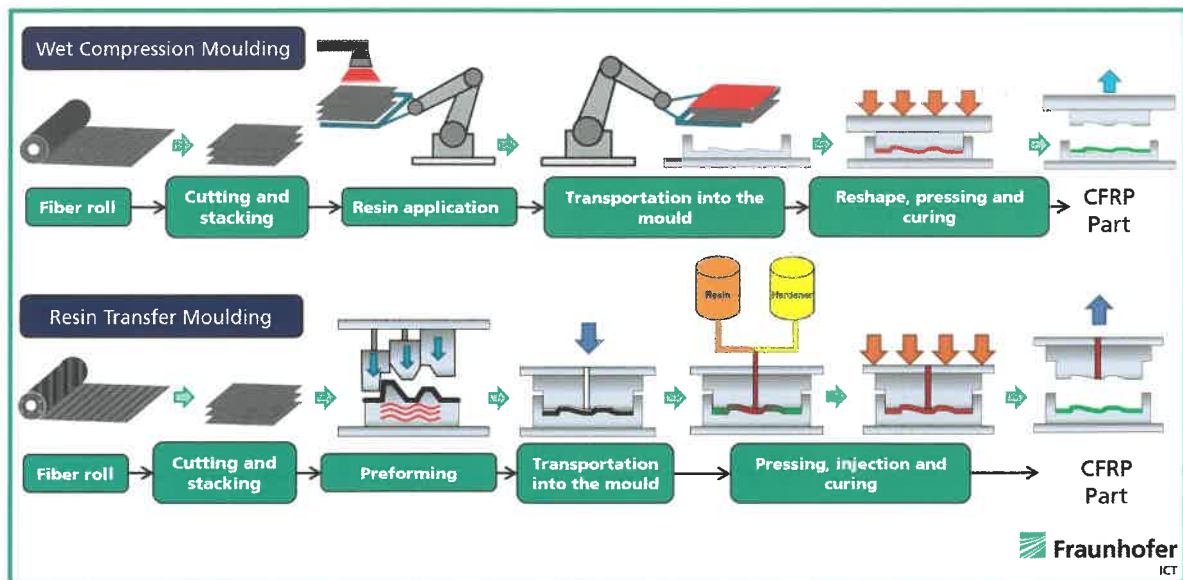


Abbildung 2 zeigt die Prozessschritte der beiden Herstellungsverfahren. Beim HP-RTM wird die Matrix in das vollständig geschlossene Werkzeug injiziert. Da der rCF-Vliesstoff beim Schließen kompaktiert wird, entsteht ein hoher Fließwiderstand und ein hoher Injektionsdruck von über 100 bar ist zur Imprägnierung der Fasern erforderlich. Beim WCM-Prozess erfolgt die Benetzung des Vlieses außerhalb der Presse. Durch den parallelisierten Harzauftrag sind höhere Stückzahlen aufgrund der kürzeren Presszeit erzielbar. Die flächige Harzapplikation sorgt für eine Faserimprägnierung, die hauptsächlich in Dickenrichtung verläuft, die Fließwege in der Laminatfläche sind verkürzt. Daher ist der Kavitätsdruck beim WCM deutlich geringer.

### Mechanische Kennwerte

Die hergestellten Lamine erzielen Faservolumenanteile von 31 bis 38 Prozent. Die mechanische Charakterisierung ausgewählter Kennwerte erfolgte mit Probekörpern, die den hergestellten Platten per Wasserstrahlzusschnitt entnommen wurden. Auf Vliesstoffbasis erreichen die Lamine dabei

durchschnittliche Zugfestigkeiten von 370 MPa, Biegefestigkeiten von 522 MPa und Druckfestigkeiten von 340 MPa in Faserhaupto-

rientierung. Die Anisotropie des Vliesstoffs kann mittels der am Verbund durchgeführten Zug- und Biegeversuche orthogonal zur

Wir setzen auf klimaschonende Technologien

**gwk**



- Drehzahlgeregelte Zentrifugalpumpen
- OPC UA Schnittstelle

Testen Sie jetzt die Temperiergeräte-Serie mit dem **geringsten Energieeinsatz.**

[www.gwkenersave.com](http://www.gwkenersave.com)

Member of the technotrans group

**Literaturverzeichnis:**

- [1] Henning, Frank, Moeller, Elvira. Fertigungsrouten zur Herstellung von Hybridverbunden: Teil 1: Produktentstehungsprozess für Leichtbaukomponenten Teil 2: Werkstoffe für den Leichtbau – Auswahl und Eigenschaften Teil 3: Fertigungsverfahren im Leichtbau – Formgebung, Be- und Verarbeitung 2016.
- [2] Rosenberg, P. Entwicklung einer RTM Prozessvariante zur kavitätsdruckgeregelten Herstellung von Faserverbundstrukturbauteilen. Dissertation; Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, 2018.
- [3] Henning, F.; Karcher, M.; Kärger, L.; Müller, T. Funktionsintegrierter Leichtbau. In Ressourceneffizienz; Neugebauer, R., Ed.; Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2017; pp 127–143.
- [4] Hofmann M., Gulich B. Aufbereiten – Separieren – Mischen – Flächenbilden; Alternative Verfahren für Leichtbauvliesstoffe. Vortrag im Rahmen der 55. Chemiefasertagung Dornbirn, 20. – 22.09.2016, Dornbirn (A)

**Tabelle 1:****Erzielte Zug- und Biegefestigkeiten der hergestellten Composite-Laminat**

Typ	Verfestigung	Flächen- gewicht	durchschn. Faservolumen- gehalt	Dichte Verbund- werkstoff	Zugfestigkeit 0° zur FH*	Zugfestigkeit 90° zur FH*	Biegefestigkeit 0° zur FH*	Biegefestigkeit 90° zur FH*
		g/m <sup>2</sup>	%	g/cm <sup>3</sup>	MPa	MPa	MPa	MPa
K1	mech. Vernadelt	300	33,39	1,324	339,03	230,82	486,50	337,65
K2	mech. Vernadelt + Maliwatt	300	34,64	1,331	292,09	188,42	418,39	289,32
K4	mech. Vernadelt	600	34,08	1,327	370,42	237,21	522,03	347,96
K5	mech. Vernadelt + Maliwatt	600	32,18	1,317	289,05	187,74	453,37	297,53
K6	mech. Vernadelt	600	38,11	1,350	392,66	217,68	551,49	350,50

Autoren:

Fabian Albrecht<sup>1</sup>, Felix Behnisch<sup>1</sup>. Dr.-Ing. Philipp Rosenberg<sup>1</sup>, Katharina Heilos<sup>2</sup>, Marcel Hofmann<sup>2</sup>

Forschungsstellen:

1: Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Pfinztal

2: Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.

Das IGF-Forschungsprojekt 19192BG VliesRTM wird von der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V. und der DECHEMA initiiert und von der AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der „Industrial Community Research“ (IGF) aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert.

\*FH: Faserhauptorientierung

Hauptorientierung bestätigt werden. Daher sinken die Zug- und Biegefestigkeiten quer zur Faserhauptorientierung um 35,9 bzw. um 33,5 Prozent.

**Fazit und Ausblick**

Die Herstellung von rCF-Vliesstoffen sowie deren Infiltration zu Langfaserverbundplatten ist sowohl im HP-RTM als auch im WCM-Prozess realisierbar und die erreichten Festigkeits- und Steifigkeitswerte sind für beide Verfahren auf Plattenebene vergleichbar. Der erzielbare Faservolumengehalt ist im Vergleich zu endlosfaserverstärkten Faserhalbzeugen (z.B. Gelege) geringer. Dies ist auf den hohen Grad an sich überkreuzenden Faserfilamenten im rCF-Vliesstoff bei einer vergleichsweise schwachen Anisotropie und einer somit deutlich schlechteren erreichbaren Packungsdichte zurückzuführen. Zur Evaluierung der Umformigenschaften wird aktuell ein 3-D-Demonstrator geplant und Mitte 2019 hergestellt.

» [www.ict.fraunhofer.de](http://www.ict.fraunhofer.de)**IK Industrievereinigung Kunststoffverpackungen****Leitfaden Eco-Design**

Der „Runde Tisch Eco Design von Kunststoffverpackungen“ hat einen umfassenden Leitfaden „Eco Design“ vorgelegt. Dieser soll das Management von Verpackungsherstellern bei der

Entwicklung geeigneter Verpackungslösungen unterstützen. Bei der Gestaltung der Verpackung wird der Grundstein für eine erfolgreiche Kreislaufwirtschaft gelegt.

Der Leitfaden mit Checklisten, Anleitungen und Praxisbeispielen kann kostenlos von der Webseite heruntergeladen werden:

» [www.ecodesign-packaging.org](http://www.ecodesign-packaging.org)