

Tapes aus recycelten Carbonfasern für den Leichtbau

Aufgrund ihrer ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften und ihrem geringen Eigengewicht werden in Leichtbauanwendungen, bei denen eine hohe Festigkeit und Steifigkeit bei zugleich minimalem Gewicht entscheidend sind, zunehmend carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) eingesetzt. Jedoch gehen mit dem wachsenden Einsatz an CFK auch große Mengen an Carbonfaserabfällen einher. Für diese haben sich bisher nur Verarbeitungsrouten etablieren können, die eine signifikante Verringerung der CFK-Eigenschaften und somit eine Einschränkung der Einsatzbereiche aufweisen. Die Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF) haben hochorientierte Tapes aus recycelten Carbonfasern (rCF) entwickelt, die auch für Hochleistungsanwendungen wie Strukturbauteile im Automobil wiedereingesetzt werden können.

Carbonfasern werden in der Regel aus erdölbasierten Rohstoffen in einem energieintensiven Prozess hergestellt, wobei große Mengen CO₂ ausgestoßen werden. Das verwendete Material entspricht einem Treibhauspotential von ungefähr 20 – 65 Kilogramm CO₂-Äquivalenten pro Kilogramm. Trotzdem steigt die Produktion von CFK weiterhin und mit ihr auch die Menge an CFK-Abfällen. Denn je nach Verarbeitungsverfahren fällt in der Produktion bis zu 50 Prozent Verschnitt an. Hinzu kommen große Mengen CFK-Abfälle in Form von Bauteilen, die das Ende ihrer Lebenszeit erreicht haben. Allein in Europa werden bis 2030 voraussichtlich etwa 8.000 Passagierflugzeuge mit erheblichen Anteilen an CFK aus dem Betrieb genommen. Aktuell werden lediglich 15 Prozent der CFK-Abfälle recycelt. Die übrigen über 85 Prozent dieser CFK-Bauteile landen am Ende ihrer Lebensdauer in Müllverbrennungsanlagen oder Deponien. Durch die Verbrennung kann zwar Energie in Form von Wärme oder Strom gewonnen werden. Ein Recycling der Carbonfasern würde jedoch weit mehr für den Klima- und Ressourcenschutz beitragen.

In den letzten Jahren wurden deshalb verschiedene Recyclingverfahren für CFK, wie die Pyrolyse oder Solvolyse, weiterentwickelt, um Carbonfasern in hoher Qualität zurückzugewinnen.

5. Dezember 2024

Im Vergleich zu Neufasern sind die Einsatzmöglichkeiten von recycelten Carbonfasern deutlich eingeschränkt. In einem Neufaserprodukt liegen Carbonfasern üblicherweise in Filamentsträngen von technisch unbegrenzter Länge und zudem in Lastrichtung orientiert vor. Auf diese Weise entfaltet die Carbonfaser ihr volles Potential, da sie ihre maximale Festigkeit in Faserrichtung aufweist. Durch das Recycling kommt es zwangsläufig zu einer Einkürzung der Carbonfasern auf Längen im Mikrometer- bis Zentimeterbereich. Zusätzlich geht die Lastrichtungsorientierung der Carbonfasern verloren, die Fasern liegen zunächst in Wirrlage vor.

Die DITF befassen sich nun bereits seit ca. 15 Jahren erfolgreich damit, die klassischen Spinnereiprozesse an das neuartige Fasermaterial rCF anzupassen. Ziel ist es dabei, eine neue Kategorie von rCF-Tape-Halbzeugen zu entwickeln und in ihren mechanischen Eigenschaften so zu verbessern, dass sie Neufasermaterial in strukturellen Anwendungen tatsächlich ersetzen kann. Nur dann sind carbonfaserbasierte Verbundwerkstoffe wirklich kreislauffähig.

Um ein orientiertes Halbzeug ähnlich eines Carbonprodukts aus Neufasern herzustellen, ist es entscheidend, die Wirrlage der rCF aufzuheben und die Fasern wieder parallel zueinander auszurichten. Eine vielversprechende Möglichkeit dies zu erreichen, stellt die Herstellung von hochorientierten Tapes dar.

Hierbei werden die Carbonfasern in einem ersten Schritt geöffnet und mit thermoplastischen Matrixfasern (Polyamid 6) gemischt. Im Anschluss wird die Fasermischung in einem für die Verarbeitung von Carbonfasern modifizierten Krempelprozess weiter separiert und orientiert. Am Auslauf der Krempel wird das im Krempelprozess entstehende Faserflor zu einem Faserband zusammengefasst und in eine Kanne abgelegt. Dieses rCF/PA6-Faserband stellt das Ausgangsmaterial für den folgenden Tapebildungs-Prozess dar und weist bereits eine Vororientierung der Carbonfasern auf. Im nachfolgenden Verstreckprozess kann die Orientierung der Fasern noch gesteigert werden. Durch das Verziehen des Faserbandes werden die Fasern in Verzugsrichtung bewegt und längs ausgerichtet. Der letzte Prozessschritt ist die Tapebildung, bei der das Faserband unter Spannung in die gewünschte Form gebracht und anschließend in eine endlose Tapestruktur fixiert wird. Bei der Fixierung schmelzen die Thermoplastfasern teilweise oder komplett auf und erstarren anschließend.

PRESSEINFORMATION



DEUTSCHE INSTITUTE FÜR
TEXTIL+FASERFORSCHUNG

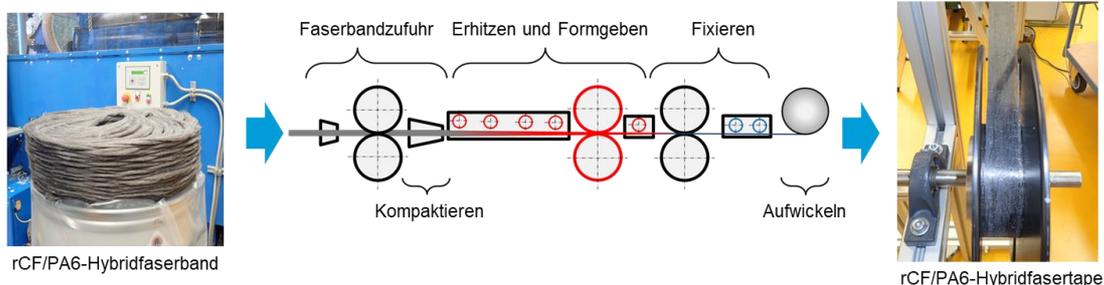
5. Dezember 2024

Diese an den DITF entwickelte Technologie zur Herstellung von hochorientierten rCF-Tapes wurde im Rahmen des Forschungsprojektes „Infinity“ (03LB3006) eingesetzt, um einen nachhaltigen und faserschonenden Recyclingkreislauf für CFK nachzuweisen. Auf Basis der „Infinity“-Tapes wurde ein Verbundwerkstoff entwickelt, der 88 Prozent der Zugfestigkeit und des Zugmoduls eines vergleichbaren Neufaserprodukts erzielte. Zudem ergab eine Lebenszyklusanalyse, dass sich das Treibhauspotenzial bei Einsatz von Pyrolysefasern um ca. 49 Prozent und für rCF aus Produktionsabfällen um ca. 66 Prozent reduziert.

Die Ergebnisse weisen somit den Weg zur echten Substitution von Neufaser-CFK durch Recycling-CFK anstelle des Downcyclings zu schwach orientierten Materialien und dem damit verbundenen Verlust an mechanischen Eigenschaften.



Entwickelte „Infinity“ rCF-Tape-Varianten. Links mit und rechts ohne Besäumung der Tapeanten. Foto: DITF



Herstellung der „Infinity“ Tapes aus einem textilen Krempelband. Fotos: DITF

PRESSEINFORMATION

5. Dezember 2024

DITF

DEUTSCHE INSTITUTE FÜR
TEXTIL+FASERFORSCHUNG

Danksagung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das Forschungsvorhaben 03LB3006 wurde über den Projektträger Jülich - Forschungszentrum Jülich GmbH im Rahmen des Technologietransferprogramms Leichtbau (TTP LB) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Weitere Informationen zum Thema: Stephan Baz
Leitung Stapelfasertechnologie
Stv. Leiter Kompetenzzentrum Stapelfasern, Weberei & Simulation
T +49(0)711 9340-252
E stephan.baz@ditf.de